

Praktikum Simulasi Berbasis Website



Dr. Hendra Jaya, S.Pd., M.T
Prof. Dr. Sapto Haryoko, M.Pd
Dr. Lu'mu, M.Pd

Praktikum Simulasi
Berbasis Website

Penulis:

Dr. Hendra Jaya, S.Pd., M.T.

Prof. Dr. Sapto Haryoko, M.Pd

Dr. Lu'mu, M.Pd

Diterbitkan Oleh : Edukasi Mitra Grafika

Cetakan : Pertama, Juli 2015

Lay Out : Hendra

Desain Sampul : Hendra

*Hak Cipta dilindungi Undang-undang,
Dilarang memperbanyak isi buku ini sebagian atau
seluruhnya dalam bentuk dan cara apapun juga, baik
secara Mekanis maupun Elektronik, termasuk fotocopy,
rekaman, dan lain-lain tanpa izin tertulis dari penerbit*

Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Saintifik

Penulis : Dr. Hendra Jaya, S.Pd., M.T., dkk - Makassar

Edukasi Mitra Grafika

V- 240;21-15,5 cm

ISBN 978-602-7629-59-2

Praktikum Simulasi
Berbasis Website

Dr. Hendra Jaya, M.T.
Prof. Dr. Sapto Haryoko, M.Pd.
Dr. Lu'mu. M.Pd

Tahun 2015

Motto
“Demi Cita dan Cinta”

Karya ini dipersembahkan untuk:
Kampus Oranye
Universitas Negeri Makassar

KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmani rahim,
Assalamu Alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah ya Rabbal Alamin, atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini dengan judul “ PRAKTIKUM SIMULASI BERBASIS WEBSITE”. Buku ini berisi mengenai Praktikum Simulasi yang dimulai dari konsep simulasi, laboratorium, metode pembelajaran berbasis web, hingga penggunaan WEB untuk tujuan praktikum .

Perkembangan teknologi yang semakin maju dan meningkat dalam setiap waktu bahkan boleh dikatakan setiap detiknya muncul lagi produk dan teknologi baru. Perkembangan itu kita tidak bisa beriringan, namun dengan demikian kita mesti lebih mengetahui bagaimana konsep perkembangan Teknologi Informasi itu sehingga kita tidak ketinggalan. Untuk itulah didalam buku ini akan mengupas sedikit mengenai beberapa pembelajaran praktikum berbasis website.

Buku ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu kami menerima saran dan masukan melalui email hendra070982@gmail.com .

Semoga buku ini bermanfaat dan dapat menambah wawasan kita. Amin....

Wassalam,

Penulis,

DAFTAR ISI

BAB I. PEMODELAN	1
1.1 Pengertian	1
1.2 Konsep Pemodelan	3
Bab 2. LABORATORIUM	
2.1 Pengertian	6
2.2 Peranan	6
2.3 Manajemen Laboratorium	8
BAB 3. SIMULASI	11
3.1 Pengertian	11
3.2 Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer	15
3.3 Teori Belajar Untuk Mendukung Pengembangan Multimedia Berbasis Komputer	21
3.4 Model Simulasi	26
3.5 Flowchart Model Simulasi	33
3.6 Langkah-langkah Produksi Model Simulasi	34
3.7 Karakteristik Simulasi	41
3.8 Keuntungan dan Kekurangan Simulasi Berbasis Komputer	47
3.9 Simulasi Virtual	41
BAB 4. PRAKTIKUM	56
4.1 Pengertian	56
4.2 Pembelajaran Praktikum	59
4.2 Kendala Pelaksanaan Praktikum di SMK	64
Bab 5. PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DIGITAL	
5.1 Deskripsi Mata Pelajaran Elektronika Digital	68

5.2 Laboratorium Elektronika Digital	72
--	----

Bab 6. MULTIMEDIA INTERAKTIF

6.1 Pengertian	76
6.2 Prosedur Pengembangan Multimedia Pembelajaran	92
6.3 Struktur Navigasi	93
6.4 Efek Warna.....	94
6.5 Prinsip Desain Multimedia	100
6.6 Multimedia Interaktif untuk mengembangkan Pengaturan Diri dalam Belajar.....	101

Bab 7. KAJIAN SIMULASI INTERAKTIF

7.1 Kajian Pengembangan	104
7.2 Landasan Pengembangan.....	107

**Bab 8. KONSEP LABORATORIUM SIMULASI INTERAKTIF
BERBASIS WEB**

8.1 Analisis Kebutuhan	114
8.2 Konsep	119
8.3 Perangkat Lunak Pendukung.....	127
8.4 3Ds-Max.....	134

Bab 9. DESAIN SIMULASI INTERAKTIF BERBASIS WEBSITE

9.1 Membuat Flowchart	169
9.2 Membuat Storyboard.....	177
9.3 Desain Perangkat Lunak Laboratorium Simulasi Elektronika Digital	180
9.4 Integrasi Lab Simulasi kedalam Website	200
9.5 Desain Website Lab Simulasi.....	217

DAFTAR PUSTAKA.....	241
---------------------	-----

BAB I PEMODELAN

1.1 Pengertian

1.1.1 Sistem, Model dan Simulasi

Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses- proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah (Law and Kelton, 1991). Dalam simulasi digunakan komputer untuk mempelajari sistem secara numerik, dimana dilakukan pengumpulan data untuk melakukan estimasi statistik untuk mendapatkan karakteristik asli dari sistem. Simulasi merupakan alat yang tepat untuk digunakan terutama jika diharuskan untuk melakukan eksperimen dalam rangka mencari komentar terbaik dari komponen-komponen sistem. Hal ini dikarenakan sangat mahal dan memerlukan waktu yang lama jika eksperimen dicoba secara riil. Dengan melakukan studi simulasi maka dalam waktu singkat dapat ditentukan keputusan yang tepat serta dengan biaya yang tidak terlalu besar karena semuanya cukup dilakukan dengan komputer.

Pendekatan simulasi diawali dengan pembangunan model sistem nyata. Model tersebut harus dapat menunjukkan bagaimana berbagai komponen dalam sistem saling berinteraksi sehingga benar-benar menggambarkan perilaku sistem. Setelah model dibuat maka model tersebut ditransformasikan ke dalam program komputer sehingga memungkinkan untuk disimulasikan.

1.1.2 Pemodelan Sistem dan Simulasi

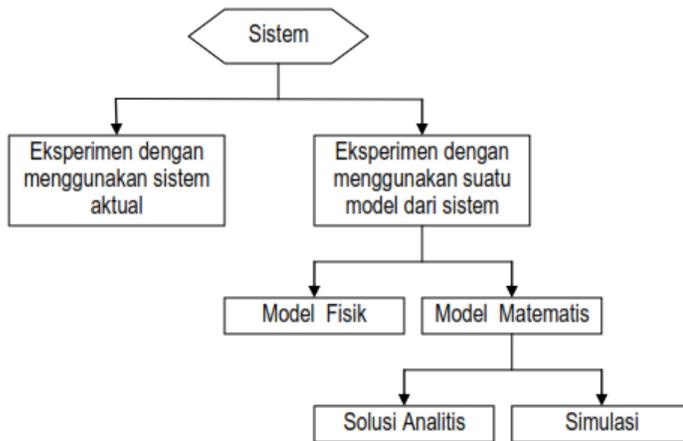
Sistem adalah kumpulan obyek yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan logis dalam suatu

lingkungan yang kompleks. Obyek yang menjadi komponen dari sistem dapat berupa obyek terkecil dan bisa juga berupa sub-sistem atau sistem yang lebih kecil lagi. Dalam definisi ini disertakan elemen lingkungan karena lingkungan sistem memberikan peran yang sangat penting terhadap perilaku sistem itu. Bagaimana komponen-komponen sistem itu berinteraksi, hal itu adalah dalam rangka mengantisipasi lingkungan.

Mengamati sistem bukan hanya mendefinisikan komponen-komponen pendukung sistem, tetapi lebih dari dari itu harus pula mengetahui perilaku dan variabel-variabel yang ada di dalamnya. Paling tidak analisis terhadap sistem harus dapat membuat konsepsi tentang sistem itu. Ada beberapa cara untuk dapat merancang, menganalisis dan mengoperasikan suatu sistem. Salah satunya adalah dengan melakukan pemodelan, membuat model dari sistem tersebut.

Model adalah alat yang sangat berguna untuk menganalisis maupun merancang sistem. Sebagai alat komunikasi yang sangat efisien, model dapat menunjukkan bagaimana suatu operasi bekerja dan mampu merangsang untuk berpikir bagaimana meningkatkan atau memperbaikinya. Model didefinisikan sebagai suatu deskripsi logis tentang bagaimana sistem bekerja atau komponen-komponen berinteraksi. Dengan membuat model dari suatu sistem maka diharapkan dapat lebih mudah untuk melakukan analisis. Hal ini merupakan prinsip pemodelan, yaitu bahwa pemodelan bertujuan untuk mempermudah analisis dan pengembangannya. Melakukan pemodelan adalah suatu cara untuk mempelajari sistem dan model itu sendiri dan juga bermacam-macam perbedaan perilakunya.

Berikut ini adalah gambaran dari aneka cara mempelajari sistem.



Gambar 1 Cara Mempelajari Sistem
[Sumber : Law and Kelton, 1991]

1.2 Konsep Pemodelan

1.2.1 Eksperimen dengan sistem aktual vs eksperimen dengan model sistem.

Jika suatu sistem secara fisik memungkinkan dan tidak memakan biaya yang besar untuk dioperasikan sesuai dengan kondisi (*scenario*) yang kita inginkan maka cara ini merupakan cara yang terbaik karena hasil dari eksperimen ini benar-benar sesuai dengan sistem yang dikaji. Namun sistem seperti itu jarang sekali ada dan penghentian operasi sistem untuk keperluan eksperimen akan memakan biaya yang sangat besar. Selain itu untuk sistem yang belum ada atau sistem yang masih dalam rancangan maka eksperimen dengan sistem aktual jelas tidak bisa dilakukan sehingga satu-satunya cara adalah dengan menggunakan model sebagai representasi dari sistem aktual.

1.2.2 Model fisik vs Model Matematis.

Model fisik mengambil dari sebagian sifat fisik dari hal-hal yang diwakilinya, sehingga menyerupai sistem yang sebenarnya namun dalam skala yang berbeda. Walaupun jarang dipakai, model ini cukup berguna dalam rekayasa sistem. Dalam penelitian, model matematis lebih sering dipakai jika dibandingkan dengan model fisik. Pada model matematis, sistem direpresentasikan sebagai hubungan logika dan hubungan kuantitatif untuk kemudian dimanipulasi supaya dapat dilihat bagaimana sistem bereaksi.

1.2.3 Solusi Analitis vs Simulasi.

Setelah model matematis berhasil dirumuskan, model tersebut dipelajari kembali apakah model yang telah dikembangkan dapat menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan tujuan mempelajari sistem. Jika model yang dibentuk cukup sederhana, maka relasi-relasi matematisnya dapat digunakan untuk mencari solusi analitis. Jika solusi analitis bisa diperoleh dengan cukup mudah dan efisien, maka sebaiknya digunakan solusi analitis karena metode ini mampu memberikan solusi yang optimal terhadap masalah yang dihadapi. Tetapi seringkali model terlalu kompleks sehingga sangat sulit untuk diselesaikan dengan metoda-metoda analitis, maka model tersebut dapat dipelajari dengan simulasi. Simulasi tidak menjamin memberikan hasil yang optimal melainkan dijamin bahwa hasilnya mendekati optimal.

1.2.3 Klasifikasi Model Simulasi.

Pada dasarnya model simulasi dikelompokkan dalam tiga dimensi yaitu [Law and Kelton, 1991] :

- a) Model Simulasi Statis dengan Model Simulasi Dinamis.
Model simulasi statis digunakan untuk mempresentasikan sistem pada saat tertentu atau sistem yang tidak terpengaruh

oleh perubahan waktu. Sedangkan model simulasi dinamis digunakan jika sistem yang dikaji dipengaruhi oleh perubahan waktu.

- b) Model Simulasi Deterministik dengan Model Simulasi Stokastik.

Jika model simulasi yang akan dibentuk tidak mengandung variabel yang bersifat random, maka model simulasi tersebut dikatakan sebagai simulasi deterministik. Pada umumnya sistem yang dimodelkan dalam simulasi mengandung beberapa input yang bersifat random, maka pada sistem seperti ini model simulasi yang dibangun disebut model simulasi stokastik.

- c) Model simulasi Kontinu dengan Model Simulasi Diskret.

Untuk mengelompokkan suatu model simulasi apakah diskret atau kontinyu, sangat ditentukan oleh sistem yang dikaji. Suatu sistem dikatakan diskret jika variabel sistem yang mencerminkan status sistem berubah pada titik waktu tertentu, sedangkan sistem dikatakan kontinyu jika perubahan variabel sistem berlangsung secara berkelanjutan seiring dengan perubahan waktu.

BAB 2 LABORATORIUM

Munculnya multimedia interaktif yang lebih kompleks didukung dengan adanya perkembangan teknologi komputer yang melahirkan jenis media yang lebih kompleks pula sebagai gabungan dari media audio, video dan komunikasi yang dikenal dengan komputer multimedia yang dapat dimanfaatkan sebagai media alternatif suplemen praktikum di sekolah yang disebut dengan istilah laboratorium simulasi.

2.1 Laboratorium

2.1.1 Pengertian

Laboratorium adalah tempat riset ilmiah, eksperimen, pengukuran ataupun pelatihan ilmiah dilakukan. Laboratorium biasanya dibuat untuk memungkinkan dilakukannya kegiatan-kegiatan tersebut secara terkendali. Laboratorium ilmiah biasanya dibedakan menurut disiplin ilmunya, misalnya laboratorium fisika, laboratorium kimia, laboratorium biokimia, laboratorium komputer, dan laboratorium bahasa.

Kegiatan laboratorium (praktikum) merupakan bagian integral dari kegiatan belajar mengajar, berperan sebagai wahana untuk membangkitkan motivasi belajar, mengembangkan keterampilan dasar melakukan eksperimen, wahana belajar pendekatan ilmiah, dan dapat menunjang materi pelajaran (Woolnough & Allsop, 1985: 25). Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan laboratorium adalah ketersediaan komponen pendukung kegiatan laboratorium yaitu bahan dan peralatan, ruang dan perabot, tenaga laboran, serta teknisi.

2.1.2 Peranan Laboratorium

Menurut Jumariam (1996:20) kata laboratorium merupakan bentuk serapan dari bahasa Belanda dengan bentuk asalnya laboratorium. Lebih lanjut menurut Poerwadarminta (2002:5) dalam Kamus Umum Bahasa Indonesia laboratorium diartikan sebagai tempat mengadakan percobaan, penyelidikan dan sebagainya. Selanjutnya Soejitno (1983) menjelaskan mengenai laboratorium

Laboratorium Simulasi

dapat diartikan dalam bermacam-macam segi, yaitu: a) laboratorium dapat merupakan wadah, yaitu tempat, gedung, ruang dengan segala macam peralatan yang diperlukan untuk kegiatan ilmiah. Dalam hal ini laboratorium dilihat sebagai perangkat keras (*hardware*); b) laboratorium dapat merupakan sarana media dimana dilakukan kegiatan belajar mengajar. Dalam pengertian ini laboratorium dilihat sebagai perangkat lunaknya (*software*); c) laboratorium dapat diartikan sebagai pusat kegiatan ilmiah untuk menemukan kebenaran ilmiah dan penerapannya; d) laboratorium dapat diartikan sebagai pusat inovasi. Melalui sarana dan prasarana yang dimiliki oleh sebuah laboratorium diadakanlah kegiatan ilmiah, eksperimentasi sehingga terdapat penemuan-penemuan baru, cara-cara kerja, dan sebagainya; e) dilihat dari segi “*clientele*” maka laboratorium merupakan tempat dimana dosen, mahasiswa, guru, siswa, dan orang lain melaksanakan kegiatan kerja ilmiah dalam rangka kegiatan belajar mengajar; f) dilihat dari segi kerjanya laboratorium merupakan tempat dimana dilakukan kegiatan kerja untuk menghasilkan sesuatu. Dalam hal demikian ini dalam bidang teknik laboratorium, di sini dapat diartikan sebagai bengkel kerja (*workshop*); g) dilihat dari segi hasil yang diperoleh maka laboratorium dengan segala sarana dan prasarana yang dimiliki dapat merupakan dan berfungsi sebagai Pusat Sumber Belajar (PSB).

Pada pembelajaran praktikum pada sekolah menengah kejuruan jurusan elektronika khususnya mata pelajaran elektronika digital, laboratorium tidak hanya diartikan sebagai sebuah ruangan fisik tempat melaksanakan kegiatan percobaan dan penyelidikan, akan tetapi banyak dilakukan melalui simulasi komputer dalam bentuk *software* yang banyak disediakan oleh pabrik maupun desain sendiri. Salah satu contoh laboratorium berbasis komputer diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1

Laboratorium Elektronika Digital Berbasis Komputer (Hendra, 2010: 709)

Menurut Kozma (1978) laboratorium digunakan untuk kegiatan-kegiatan pengajaran yang memerlukan praktik keterampilan tertentu dan/atau pengalaman-pengalaman langsung bagi pebelajar. Pengajaran di laboratorium merupakan suatu tipe pembelajaran pengalaman terstruktur (*structured experiential learning*). Hal ini diterapkan apabila suatu bentuk pengalaman langsung menggunakan tangan (*hands-on*) dikehendaki atau esensial untuk belajar keterampilan khusus dan memperoleh pengalaman tertentu. Dengan berkembangnya apresiasi terhadap bentuk pembelajaran pengalaman (*eksperiental forms of learning*), praktik dilaboratorium pengajaran sangat erat kaitannya dengan tujuan kurikulum dan performansi yang dikehendaki (Storm, 1979). Dengan kata lain, dalam bidang pendidikan dan pengajaran laboratorium diperguruan tinggi berfungsi untuk memberikan ketarampilan dan pengalaman fisik sesuai dengan kurikulum yang ditetapkan.

2.1.3 Manajemen Laboratorium

Menurut Sudjana (2004: 16-17) manajemen adalah kemampuan dan keterampilan khusus untuk melakukan kegiatan, baik bersama orang lain atau melalui orang lain dalam mencapai

tujuan organisasi. Selanjutnya Stoner (1981:73) mengatakan bahwa *"management is the process of planning, organizing, leading, and controlling the efforts of organizing members and of using all other organizational resources to achieve stated organizational goals."* Manajemen adalah sebuah proses perencanaan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengontrol anggota dengan memanfaatkan sumberdaya yang ada untuk mencapai tujuan organisasi.

Lebih lanjut Sudjana (2006: 2) menjelaskan bahwa manajemen adalah kegiatan untuk mendayagunakan sumber daya manusia, sarana dan prasarana, serta berbagai potensi yang tersedia, atau yang dapat di sediakan, untuk digunakan secara efisien dan efektif dalam mencapai tujuan suatu organisasi atau lembaga. Implementasi pengertian di atas bahwa manajemen merupakan serangkaian kegiatan perencanaan, mengorganisasikan, menggerakkan, mengendalikan dan mengembangkan segala upaya dalam mengatur dan mendayagunakan sumber daya manusia, sarana dan prasarana secara efisien dan efektif untuk mencapai tujuan organisasi yang telah di tetapkan. Dalam kegiatan mengembangkan upaya sebagaimana di kemukakan di atas terdapat pembaharuan atau perubahan secara inovatif.

Dari uraian tentang konsep manajemen dan fungsi laboratorium, maka dapat dikemukakan definisi manajemen laboratorium. Manajemen laboratorium adalah proses pendayagunaan sumberdaya secara efisien untuk mencapai tujuan laboratorium yaitu sebagai tempat latihan dan menghasilkan temuan-temuan. Penyajian mengenai manajemen laboratorium difokuskan pada enam hal: 1) perencanaan tata ruang (*lay out*); 2) pengendalian peralatan dan bahan; 3) kondisi lingkungan kerja; 4) keselamatan kerja; dan 5) pemeliharaan, perbaikan, dan penggantian fasilitas. Pengelolaan laboratorium yang baik yang dimulai dari perencanaan tata ruang hingga pemeliharaan peralatan akan menjadikan pemanfaatan laboratorium secara maksimal.

1) Perencanaan Tata Ruang

Menurut Storm (1979: 54) tata ruang (*lay out*) berkaitan dengan penentuan ruang, yaitu mencakup penentuan lantai, peralatan dan perabot, gudang, serta ruang instruktur dan teknisi. Menurut Storm, terdapat persyaratan-persyaratan dalam perorganisasian tata ruang sesuai dengan jenis laboratoriumnya. Laboratorium Otomotif dalam menentukan tata ruang akan berbeda dengan tata ruang laboratorium Elektronika.

2) Pengendalian Peralatan dan Bahan

Menurut Storm (1979: 57) pengendalian peralatan dan bahan (*equipment and material control*) meliputi metode penyimpanan, metode distribusi dan pengendalian pencatatan. Pertimbangan dalam meletakkan alat adalah sebagai berikut: 1) alat-alat atau instrumen yang sering digunakan harus diletakkan dekat dengan tempat kerja, serta diletakkan sedemikian rupa sehingga mudah dijangkau oleh inspeksi visual, dan 2) peralatan portabel dan instrumen yang tidak sering digunakan diberikan kepada peserta didik hanya pada awal periode praktikum. Khusus untuk elektronika digital terdiri dari bahan dan peralatan praktikum yang ringan, jadi setelah siswa melakukan kegiatan praktek dimasukkan ke dalam almari.

3) Kondisi Lingkungan Kerja

Kondisi lingkungan kerja laboratorium sebaiknya diperhatikan dalam mendukung proses belajar mengajar khususnya mata pelajaran praktek. Menurut Guy (1973:28) kondisi lingkungan kerja tersebut mencakup ventilasi, penerangan, dan warna dinding. Sedangkan Storm (1979:58) mengidentifikasi ada empat hal yang harus dicermati yaitu akustik, warna, penerangan, dan atmosfer. Karena elektronika digital lebih banyak bermain logika maka warna dinding sebaiknya menggunakan warna biru atau hijau.

4) Keselamatan kerja

Keselamatan kerja menurut Sumaryono (1992) merupakan totalitas upaya yang dilakukan dalam proses pekerjaan agar tidak

terjadi kecelakaan kerja pada diri manusia dan kerusakan pada mesin/alat-alat. Keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting dan perlu diperhatikan sebelum masuk ke bengkel praktek. Pada praktikum elektronika digital yang harus diperhatikan adalah sumber tegangan listrik AC (*Alternating Current*) yang dapat menimbulkan sengatan dan konsumsi tegangan yang tidak sesuai pada peralatan akan menimbulkan kerusakan alat praktikum.

5) Pemeliharaan, perbaikan, dan penggantian fasilitas

Menurut Storm (1979) pemeliharaan secara rutin membantu menciptakan lingkungan kerja yang aman. Pemeliharaan ini mencakup pembersihan secara menyeluruh, pemeriksaan, perawatan, dan perbaikan kecil peralatan dan instrumen. Pengecekan komponen juga perlu dilakukan, jika komponen sudah mengalami kerusakan atau toleransinya sudah tidak memenuhi standar maka segera dibuang.

BAB 3 SIMULASI

3.1 Pengertian

Simulasi berasal dari kata *simulate* yang artinya berpura-pura atau berbuat seakan-akan. Sebagai metode mengajar, simulasi dapat diartikan cara penyajian pengalaman belajar dengan menggunakan situasi tiruan untuk memahami tentang konsep, prinsip, atau keterampilan tertentu (Djati, 2007).

Menurut kamus Inggris-Indonesia (Echols, 1975: 527), *simulation* artinya pekerjaan tiruan atau meniru, sedangkan *simulate*, artinya menirukan, pura-pura atau berbuat seolah-olah. Dengan demikian simulasi adalah peniruan atau perbuatan yang bersifat menirukan suatu peristiwa seolah-olah seperti peristiwa yang sebenarnya. Selanjutnya menurut kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) simulasi adalah metode pelatihan yang meragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan yang sesungguhnya. Sehingga simulasi dapat diartikan sebagai cara penyajian pengajaran dengan menggunakan situasi tiruan untuk menggambarkan situasi sebenarnya agar diperoleh pemahaman tentang hakikat suatu konsep, prinsip atau keterampilan tertentu (Sumantri dan Permana, 2001).

Berdasarkan dari beberapa definisi simulasi sebelumnya, maka simulasi dapat diartikan sebagai perilaku tiruan yang menggambarkan keadaan sebenarnya agar diperoleh pemahaman tentang hakikat suatu konsep. Sehingga apabila diterapkan pada suatu proses yang disimulasikan, misalnya proses penyambungan kabel pada rangkaian, proses tersebut disimulasikan menyerupai proses yang sebenarnya yang tidak dapat dilakukan secara nyata.

Simulasi memberikan kesempatan untuk belajar secara dinamis, interaktif, dan perorangan. Dengan simulasi, lingkungan pekerjaan yang kompleks dapat ditata hingga menyerupai dunia nyata (Arsyad, 2009:98). Tujuan dari penggunaan simulasi adalah untuk memberikan kondisi yang menyerupai fakta lapangan sehingga mengurangi pengambilan persepsi yang ambigu dan abstrak. Dalam simulasi, peserta didik dapat terlibat sebagai pemain atau *simulator*

dan juga sebagai penonton yang menilai serta memperhatikan jalannya simulasi serta mengambil pelajaran dari simulasi tersebut (Sumantri dan Permana, 2001).

Sementara itu Kozma (1991) menyatakan bahwa simulasi komputer mempunyai kemampuan untuk menciptakan gerakan dinamis sehingga dapat mempermudah pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep yang bersifat proses. Salomon (1991) juga menyampaikan pandangannya tentang intelegensi manusia yang dapat diperluas dengan teknologi komputer. Pandangan yang utama adalah teknologi komputer dapat melatih keterampilan berpikir siswa dan mempengaruhi pembelajaran.

Salah satu pemanfaatan komputer dalam pembelajaran yaitu dapat digunakan untuk simulasi pada suatu keadaan khusus sehingga siswa dapat berinteraksi. Lebih lanjut Heinich (1990: 331) menjelaskan bahwa simulasi adalah suatu cara yang menghadapkan siswa pada suatu perkiraan atau taksiran dari situasi dunia nyata “*a simulation is an abstraction or simplification of some real life situation or process*”.

Alessi dan Trollip (2001: 227) turut memberikan definisi secara komprehensif mengenai simulasi komputer.

In an educational context, a simulation is a powerful technique that teaches about some aspect of the world by imitating or replacing it. Students are not only motivated by simulation, but learn by interacting with them in a manner similar in they way they would react in real situations. In almost every instance, a simulation also simplifies reality by omitting or changing details. In this simplified world, the student solves problems, learns procedures, comes to understand the characteristics of phenomena and how to control them or learns what actions to take in different situations. In each case, the purpose is to help the student build a useful mental model of part of the world and to provide an opportunity to test it safely and efficiently.

Dalam konteks pendidikan, simulasi adalah sebuah teknik yang mengajarkan mengenai suatu aspek dari dunia nyata dengan

meniru atau menggantikannya. Siswa tidak hanya termotivasi oleh simulasi, tapi belajar dengan berinteraksi dengan cara yang sama seperti mereka bereaksi dalam situasi nyata. simulasi juga merupakan bentuk penyederhanaan realitas. Melalui penyederhanaan, siswa mampu memecahkan masalah, belajar mengenai prosedur, memahami karakteristik fenomena dan bagaimana melakukan proses kontrol atau belajar mengenai tindakan apa yang harus dilakukan dalam situasi yang berbeda. Dalam setiap kasus, tujuannya adalah untuk membantu siswa membangun model mental sebagai bagian dari dunia nyata dan memberikan kesempatan untuk melakukan pengujian dengan aman dan efisien.

Simulasi dalam pembelajaran komputer merupakan bentuk tiruan kejadian yang sebenarnya di dunia nyata. Simulasi menurut Roberts (1983: 98) simulasi biasanya melibatkan beberapa macam model atau menyederhanakan penyajian. Misalnya simulasi sinyal digital yang ditunjukkan melalui osiloskop dapat disimulasikan melalui perangkat komputer dengan bantuan perangkat lunak. Resiko kesalahan pilihan melalui program komputer jauh lebih ringan daripada resiko kesalahan pilihan menggunakan alat yang sebenarnya di dunia nyata.

Simulasi sering dikaitkan dengan pembelajaran bersifat virtual. Media simulasi virtual atau sering disebut dengan *virtual lab* adalah sebuah media simulasi yang menggunakan komputer yang dapat menyajikan fenomena alam yang sangat berperan penting didalam pembelajaran sains (Madlazim, 2008). Media simulasi virtual dapat diperankan sebagai pengganti dari demonstrasi yang tidak mungkin dilakukan di kelas, memperjelas demonstrasi yang menggunakan alat peraga karena dengan simulasi, fenomena mikroskopis dapat digambarkan dengan suatu pendekatan dinamik.

Sebuah simulasi komputer yang memungkinkan fungsi-fungsi penting dari percobaan laboratorium untuk dilaksanakan pada komputer disebut laboratorium virtual (*virtual laboratory*). Konsep virtual laboratory dapat dibedakan menjadi dua konsep utama, yaitu: 1) konstelasi percobaan diganti dengan model komputer. Penelitian itu dilakukan dalam bentuk simulasi. Simulasi yang mewakili

percobaan laboratorium riil dalam bentuk semirip mungkin disebut *virtual labs*; 2) eksperimen laboratorium dapat disebut virtual ketika percobaan dikendalikan tidak dengan manipulasi langsung dari peralatan laboratorium, tetapi melalui komputer, yang dihubungkan ke peralatan laboratorium yang sebenarnya melalui jaringan. Jenis *virtual laboratory* seperti ini disebut disebut *remote lab* (Harms, 2000).

Secara umum *virtual laboratory*, seperti simulasi dimaksudkan untuk mentransfer pengetahuan baik konseptual maupun prosedural. Karena pengetahuan ini mengacu pada persiapan, kinerja dan evaluasi percobaan laboratorium, perlu diberikan pengetahuan awal tentang bagaimana percobaan seharusnya dilakukan.

Ariasdi (2008) menyatakan bahwa tujuan simulasi adalah untuk memungkinkan pengguna membuktikan atau mengalaminya secara virtual. Selanjutnya Sujudi (2005) menjelaskan bahwa tujuan simulasi adalah untuk melatih keterampilan tertentu, baik yang bersifat profesional maupun bagi kehidupan sehari-hari; untuk memperoleh pemahaman tentang suatu konsep atau prinsip; untuk latihan memecahkan masalah; mengembangkan sikap, dan pemahaman terhadap orang lain; untuk meningkatkan partisipasi belajar yang optimal; untuk meningkatkan motivasi belajar siswa, karena simulasi sangat menarik dan menyenangkan anak; melatih anak untuk bekerjasama dalam kelompok secara efektif; serta menimbulkan dan memupuk kreatifitas siswa.

3.2 Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer

Teori belajar behaviorisme berpandangan bahwa proses pembelajaran terjadi sebagai hasil pengajaran yang disampaikan guru melalui atau dengan bantuan media/alat. Teori belajar konstruktivisme berpandangan bahwa media digunakan sebagai sesuatu yang memberikan kemungkinan siswa secara aktif mengkonstruksi pengetahuan. Selanjutnya Kozma (1991) menyatakan bahwa media dapat dibedakan dari teknologi (mekanik, elektronik, bentuk fisik), sistem simbolik (karakter alpha-numerik, objek, gambar, suara), serta sarana yang digunakan (radio, video, komputer, buku).

Perubahan ilmu pengetahuan, teknologi, dan masyarakat yang semakin pesat menuntut perubahan cara dan strategi guru/dosen dalam pembelajaran peserta didik tentang sesuatu yang harus mereka ketahui untuk masa depan mereka, sehingga perlu adanya pembelajaran yang mampu membelajarkan peserta didik untuk menemukan fakta dan informasi, mengolah dan mengembangkannya agar menjadi sesuatu yang berharga dan bermanfaat bagi dirinya. Pembelajaran yang diperlukan adalah pembelajaran yang tidak hanya mengulang kembali ide-ide, tetapi pembelajaran yang mampu mengeksplorasi ide-ide peserta didik. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik mampu mengasah keterampilan berpikir mereka dan siap menghadapi masalah-masalah masa depan.

Pembelajaran yang dilakukan oleh guru masih banyak berorientasi pada upaya mengembangkan dan menguji daya ingat peserta didik sehingga kemampuan berpikir peserta didik direduksi dan sekedar dipahami sebagai kemampuan untuk mengingat (Harsanto, 2005). Selain itu, hal tersebut juga berakibat peserta didik terhambat dan tidak berdaya menghadapi masalah-masalah yang menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi (Sugiarto, 2004).

Tantangan masa depan menuntut pembelajaran harusnya lebih mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk keterampilan berpikir kreatif (Widowati, 2009). Dalam suatu pembelajaran mutlak diperlukan suatu media, karena media pembelajaran memiliki fungsi: 1) memperjelas penyajian pesan agar tidak terlalu verbalistik; 2) menambah gairah belajar; dan 3) memungkinkan interaksi yang lebih langsung antara anak didik dengan lingkungan, serta 4) memungkinkan belajar secara mandiri (Hamid, 2005). Komputer merupakan media yang bisa digunakan untuk memfasilitasi kegiatan belajar individu yang memanfaatkannya. Dengan media interaktif berbasis komputer siswa bisa berinteraksi langsung dan guru bisa bertindak sebagai desainer atau programmer pembelajaran.

Menurut Heinich (1985) pembelajaran berbasis komputer merupakan sistem komputer yang dapat menyampaikan pembelajaran secara individual dan langsung kepada para siswa dengan cara

berinteraksi dengan materi pelajaran yang diprogramkan ke dalam sistem komputer. Sehingga melalui pembelajaran berbasis komputer akan terlihat kemandirian dan keaktifan siswa selama terjadi proses pembelajaran.

Belajar dengan menggunakan media komputer menjadikan siswa aktif dalam belajar karena adanya pertanyaan-pertanyaan yang disertai dengan pernyataan penguatan. Motivasi siswa bertambah karena mereka lebih mudah mengikuti dan memahami materi yang diberikan. Lathuheru (1988) mengungkapkan kelebihan komputer yaitu: 1) bekerja dengan komputer sebagai sesuatu yang baru bagi siswa, menimbulkan motivasi bagi mereka untuk lebih menekuni materi yang disajikan; 2) dengan adanya warna, musik, dan grafik yang dianimasi dapat menambahkan realisme dan merangsang siswa untuk mengadakan latihan-latihan kerja, kegiatan laboratorium, simulasi, dan sebagainya; 3) kecepatannya dalam hal menanggapi respon siswa, justru merupakan sesuatu yang mengandung nilai-nilai penguatan (*reinforcement*); 4) kemampuannya untuk mengingat secara cepat dan tepat, memungkinkan pekerjaan siswa yang lalu dapat dicatat dengan baik dan dapat digunakan untuk merencanakan langkah-langkah selanjutnya; 5) andaikata komputer itu manusia, maka dapat digambarkan sebagai suatu pribadi yang sabar, sehingga dalam hal menggunakannya nampak suatu suasana tenang, aman, positif, dan tepat guna; 6) kemampuan komputer dalam hal menyimpan dokumen secara aman, memungkinkan pengajaran individual dapat dijalankan dengan baik. Bagi guru, persiapan-persiapan dapat dijalankan dengan baik untuk semua siswa (khususnya bagi siswa-siswa yang berbakat) dan kemajuan mereka dapat dimonitor; 7) jangkauan kontrol guru lebih luas dan banyak informasi dapat diperoleh; membantu guru mengadakan kontrol yang lebih ketat dan baik, tertuju pada bagian-bagian yang secara langsung merupakan kesulitan bagi siswa.

Selain memiliki kelebihan, komputer sebagai media dalam pembelajaran juga memiliki kelemahan diantaranya: 1) tingginya biaya pengadaan dan pengembangan program komputer, terutama yang dirancang khusus untuk maksud pembelajaran; 2) pengadaan,

pemeliharaan, dan perawatan komponen komputer yang meliputi hardware dan software memerlukan biaya yang relatif tinggi untuk jangka pendek; 3) merancang dan memproduksi program pembelajaran berbasis komputer merupakan pekerjaan tidak mudah. Memproduksi program komputer merupakan kegiatan intensif yang memerlukan waktu banyak dan keahlian khusus. Penggunaan sebuah program komputer memerlukan perangkat keras dengan spesifikasi yang sesuai. Perangkat lunak sebuah komputer seringkali tidak dapat digunakan pada komputer yang spesifikasinya tidak sama (Iksanuddin, 2007).

Pemanfaatan pembelajaran berbasis komputer meliputi: a) multimedia presentasi, digunakan untuk menjelaskan materi-materi yang sifatnya teoritis dalam pembelajaran klasikal, baik untuk kelompok kecil maupun kelompok besar. Media ini cukup efektif sebab menggunakan multimedia projector (LCD/Viewer) yang memiliki jangkauan pancar cukup besar; b) program multimedia interaktif, digunakan dalam kegiatan pembelajaran sebab cukup efektif peningkatan hasil belajar peserta didik; c) sarana simulasi, menambahkan software tertentu yang dapat dimanfaatkan sebagai sarana dalam melakukan simulasi untuk melatih keterampilan dan kompetensi tertentu; d) video pembelajaran, video bersifat interaktif tutorial membimbing peserta didik untuk memahami sebuah materi melalui visualisasi (Munandi, 2008:150-154).

Pembelajaran berupa simulasi kegiatan praktikum ini tidak hanya memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar secara visual, namun secara auditorial dan kinestetik sederhana. Hal ini didukung oleh pernyataan Mickell (2007) "*the virtual laboratory experience combines visual and auditory modalities and requires students to be actively involved*", sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Dengan demikian, pembelajaran melalui simulasi kegiatan praktikum dapat membantu mahasiswa yang belajar dengan memproses informasi secara visual, auditorial, kinestetik sederhana ataupun kombinasi dari ketiganya.

Simulasi dalam suatu multimedia diperlukan untuk beberapa kasus, diantaranya: 1) menirukan suatu keadaan nyata yang bila

dihadirkan terlalu berbahaya, misalnya simulasi reaktor nuklir; 2) menirukan suatu keadaan nyata yang bila dihadirkan mahal, misalnya simulasi pesawat udara; 3) menirukan suatu keadaan yang sulit diulangi secara nyata, misalnya gempa bumi; 4) menirukan suatu keadaan yang jika dilakukan secara nyata memerlukan waktu yang lama, misalnya pertumbuhan pohon jati; 5) menirukan kondisi alam yang ekstrim, misalnya di kutub.

Simulasi komputer digunakan untuk mempelajari konsekuensi yang dihasilkan oleh perilaku dinamis dari suatu sistem. Perkembangan yang pesat dalam dunia komputer membuat simulasi dapat dilakukan dengan biaya yang rendah. Simulasi komputer memberikan sumbangan besar dalam perancangan kebijakan-kebijakan yang akan diterapkan pada suatu sistem serta mampu memberikan konsekuensi yang ditimbulkan atas setiap kebijakan tersebut.

Simulasi komputer telah memberikan sumbangan yang besar dari sisi efisiensi biaya, efektifitas penggunaan sumber daya lainnya, serta yang paling penting simulasi komputer memberikan solusi simulasi tanpa mengganggu kondisi sistem nyata. Pembelajaran dengan menggunakan simulasi komputer merupakan bagian kecil dari pemanfaatan teknologi informasi (TI) dalam proses pembelajaran. Secara umum, pembelajaran yang berbasis komputer disebut sebagai *Computer-based Instruction (CBI)*.

Menurut Smaldino (2005), terdapat dua tipe aplikasi *Computer-based Instruction (CBI)*, yaitu *Computer-assisted Instruction (CAI)* dan *Computer-managed Instruction (CMI)*. *Computer-Assisted Instruction (CAI)* atau pembelajaran berbantuan komputer, adalah istilah yang sempit untuk aktivitas latihan dan praktik, tutorial, atau simulasi yang ditawarkan oleh programnya sendiri, atau dapat juga sebagai suplemen pada pembelajaran konvensional yang di arahkan oleh guru.

Menurut Dowd dan Bower (2002), simulasi pada umumnya menampilkan kombinasi dari teks dan grafik, menggunakan dialog dan pertanyaan/penyelidikan untuk membimbing siswa dalam suatu situasi. Dari segi proses menurut De Jong dan Van Joolingen (2000),

simulasi adalah program yang berisi sebuah model dari sebuah sistem (alami atau buatan) atau sebuah proses, yang terbagi atas dua tipe yaitu simulasi yang mengandung model konseptual dan yang operatif. Model konseptual menyatukan prinsip, konsep, dan fakta atas suatu sistem (materi) yang disimulasikan. Sedangkan model operasional meliputi urutan operasi atau prosedur kognitif dan non-kognitif yang dapat diaplikasikan di sistem yang disimulasikan.

Penggunaan simulasi komputer dalam proses pembelajaran memiliki banyak manfaat, terutama untuk menggambarkan dan memperjelas suatu keadaan atau fenomena yang abstrak dan sulit untuk digambarkan. Hal ini sangat berguna terlebih lagi pada anak usia sekolah yang secara psikologis lebih mudah menerima materi pembelajaran dari pengalaman langsung atau pengalaman yang konkret (tidak abstrak), sehingga dengan simulasi komputer ini siswa mampu mengkonstruksi pemahamannya dengan lebih mudah.

Menurut Sagala (2003:170), pembelajaran yang disertai media yang tepat selain dapat memudahkan dalam mengalami, memahami, mengerti dan melakukan juga menimbulkan motivasi yang kuat dibandingkan hanya dengan menggunakan kata-kata yang abstrak. Lebih jauh penjelasan De jong dan Joolingen (2000) dalam jurnalnya mengatakan bahwa simulasi komputer dalam pembelajaran sangat erat kaitannya dengan salah satu bentuk pembelajaran konstruktivisme, yaitu pembelajaran penemuan ilmiah (*scientific discovery learning*). Schacter (1999) mengemukakan bahwa, simulasi memberi siswa peluang untuk menampilkan (hasil) belajarnya pada situasi dunia yang semi-nyata. Lebih lanjut Schacter (1999) dan Gokhale (1996:40-41) mengatakan bahwa simulasi akan “memaksa” siswa menampilkan kemampuan aplikasi, analisis, dan sintesis.

Escalada dan Zollman (2008) mengatakan bahwa simulasi komputer dapat memberikan kesempatan kepada siswa tidak hanya untuk mengembangkan pemahaman siswa dan penguatan konsep Fisika, tetapi juga dapat mengembangkan kemampuan mereka dalam investigasi ilmiah dan penyelidikan. Lebih jauh, Cakir dan Irez (2006) menemukan bahwa pembelajaran inkuiri dengan menggunakan simulasi komputer dan dalam konteks pembelajaran kolaborasi

(berkelompok) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan penyelidikan. Disamping keunggulan yang dijelaskan di atas, pembelajaran dengan menggunakan bantuan simulasi komputer dapat pula berdampak negatif apabila tidak dibarengi dengan metode pembelajaran yang benar. Pembelajaran yang menggantungkan diri sepenuhnya pada media simulasi jika dikaji lebih dalam akan menimbulkan dampak negatif yaitu kurang berkembangnya keterampilan lain, seperti sikap ilmiah, keterampilan proses sains, keterampilan berpikir kritis dan lain sebagainya.

Pembelajaran yang seutuhnya bergantung pada media simulasi komputer, tidak memberikan kesempatan yang luas bagi siswa untuk melakukan percobaan secara langsung (*hands-on experience*) sebagaimana yang diamanatkan dalam kurikulum sehingga keterampilan proses dan keterampilan berpikir siswa menjadi kurang terlatih. Salih Cepni, dkk (2006) mengatakan bahwa sampel dengan pembelajaran berbasis komputer (media teknologi informasi) memiliki sikap ilmiah yang lebih rendah dibandingkan dengan kelas kontrol. Selain itu, karena fenomena yang ditampilkan dalam media teknologi informasi pada umumnya adalah keadaan yang ideal dari sebuah fenomena, maka kesempatan siswa untuk berpikir kritis ketika mendapatkan fenomena yang berbeda dengan literatur akan berkurang. Sebagai contoh, apabila siswa diminta mengukur gaya apung yang dirasakan benda ketika dicelupkan dalam air, besar kemungkinan siswa yang menggunakan simulasi komputer akan mendapatkan hasil yang sesuai dengan literatur/konsep yang dipelajarinya tanpa kendala, akan tetapi ketika siswa mengukur langsung dengan menggunakan neraca pegas (selisih berat benda di udara dan di dalam air), besar kemungkinan siswa tidak akan mendapatkan nilai yang sama persis dengan literatur, karena adanya berbagai faktor kendala seperti ketelitian dan keadaan alat ukur, massa jenis air yang mungkin tidak persis sama dengan di literatur, dan lain sebagainya. Perbedaan antara hasil yang diperoleh siswa dengan literatur/konsep yang ada, akan memungkinkan siswa untuk menggunakan keterampilan berpikir kritisnya untuk menemukan faktor-faktor yang mempengaruhi sistem yang sedang diamati.

3.3 Teori Belajar Untuk Mendukung Pengembangan Multimedia Berbasis Komputer

Setiap konsep belajar yang akan diimplimentasikan dalam setiap pembelajaran, selalu disandarkan pada teori-teori yang mendukungnya. Begitupun pengembangan multimedia berbasis komputer model simulasi, tentu harus didasarkan pada teori-teori yang dikembangkan oleh para ahli. Berikut ini akan disajikan beberapa teori belajar yang mendukung pengembangan multimedia berbasis komputer model simulasi.

1) Teori (kognitif) Piaget

Berdasarkan teori Piaget, pembelajaran dapat diartikan sebagai kegiatan rekayasa tingkah laku untuk memberikan rangsangan, dan meningkatkan terjadinya proses berpikir siswa yang disesuaikan dengan tahap perkembangan kognitifnya. Menurut Piaget, ada dua proses yang terjadi dalam perkembangan dan pertumbuhan kognitif anak yaitu: 1) proses "*assimilation*", dalam proses ini menyesuaikan atau mencocokkan informasi yang baru itu dengan apa yang telah ia ketahui dengan mengubahnya bila perlu; dan 2) proses "*accomodation*", yaitu anak menyusun dan membangun kembali atau mengubah apa yang telah diketahui sebelumnya sehingga informasi yang baru itu dapat disesuaikan dengan lebih baik (Sagala, 2010: 24).

Mengenai perkembangan intelektual, ada tiga aspek yang diteliti oleh Piaget, yaitu struktur, isi dan fungsi (Dahar, 1996: 149). Berikut ini akan diuraikan ketiga aspek itu secara rinci sebagai berikut: a) struktur, yaitu ada hubungan fungsional antara tindakan fisik, mental dan perkembangan berfikir anak. Tindakan-tindakan menuju pada perkembangan operasi-operasi, dan selanjutnya operasi-operasi menuju pada perkembangan struktur-struktur. Operasi mempunyai empat ciri, yaitu, pertama, operasi merupakan tindakan yang terinternalisasi, ini berarti tindakan itu baik merupakan tindakan mental maupun tindakan fisik, tanpa ada garis pemisah antara keduanya. Kedua, operasi itu bersifat *reversibel*, artinya

tindakan yang sama dilakukan dengan arah yang berlawanan. Ketiga, operasi itu selalu tetap, walau selalu terjadi transformasi atau perubahan. Keempat, tidak ada operasi yang berdiri sendiri; b) isi, yaitu pola perilaku anak yang khas yang tercermin pada respons yang diberikan terhadap berbagai masalah atau situasi yang dihadapinya; c) fungsi, yaitu cara yang digunakan organisme untuk membuat kemajuan intelektual.

Menurut Piaget, perkembangan intelektual didasarkan pada dua fungsi, yaitu organisasi dan adaptasi. Organisasi memberikan pada organisme kemampuan untuk mensistematikkan atau mengorganisasikan proses-proses fisik atau proses-proses psikologis menjadi sistem-sistem yang teratur dan berhubungan. Fungsi kedua adalah adaptasi. Semua organisme lahir dengan kecenderungan menyesuaikan diri atau beradaptasi pada lingkungan mereka. Cara adaptasi ini berbeda antara organisme yang satu dengan organisme yang lain. Adaptasi pada lingkungan dapat dilakukan melalui dua proses yaitu proses asimilasi dan proses akomodasi.

Melalui proses asimilasi seseorang menggunakan struktur atau kemampuan yang ada untuk menanggapi masalah yang dihadapi dalam lingkungannya. Sedangkan dalam proses akomodasi, seseorang memerlukan modifikasi struktur mental yang ada dalam mengadakan respons terhadap tantangan lingkungannya. Adaptasi dapat diterapkan dalam belajar di kelas. Perkembangan kognitif sebagian tergantung pada akomodasi. Siswa harus memasuki area yang tidak dikenal untuk dapat belajar. Ia tidak dapat hanya mempelajari apa yang telah diketahuinya, ia tidak dapat hanya mengandalkan asimilasi. Pada proses pembelajaran yang tidak memberikan hal-hal baru, siswa mengalami "*overassimilation*". Pelajaran yang tidak dimengerti siswa, siswa akan mengalami "*overaccomodation*". Kedua keadaan ini tidak memperlancar pertumbuhan kognitif. Perlu diusahakan adalah adanya kesetimbangan antara asimilasi dan akomodasi yang biasa dikenal dengan istilah *equilibrium*.

Pengalaman melalui suatu kegiatan pembelajaran yang telah dikemukakan di atas dapat diakomodasi melalui pembelajaran dengan pemanfaatan multimedia berbasis komputer model simulasi,

namun bukan berarti multimedia menggantikan peran guru dalam pembelajaran, tetapi membantu guru terutama dalam penyajian materi, guru tidak perlu mengulang penjelasan karena program komputer dapat merangsang siswa mencoba melakukan sendiri, dan dalam model simulasi ini, siswa diberi kebebasan untuk memilih topik mana yang dipelajari terlebih dahulu. Berbagai kelebihan yang dimiliki komputer sebagai media dalam pembelajaran akan memperkaya pengalaman anak, sehingga seluruh proses kognitif dapat terakomodasi.

2) Teori Belajar Konstruktivisme

Pendekatan konstruktivistik dalam belajar dan pembelajaran didasarkan pada perpaduan antara beberapa penelitian dalam psikologi kognitif dan psikologi sosial, sebagaimana teknik-teknik dalam modifikasi perilaku yang didasarkan pada teori *operant conditioning* dalam psikologi behaviorial. Premis dasarnya adalah bahwa individu harus secara aktif “membangun” pengetahuan dan keterampilannya dan informasi yang ada diperoleh dalam proses membangun kerangka oleh pelajar dari lingkungan di luar dirinya (Brunner,1990).

Belajar dalam pandangan konstruktivisme dipandang sebagai proses yang aktif, konstruktif, kumulatif, dan berorientasi pada tujuan. Siswa mengkonstruksi secara aktif struktur pengetahuan mereka dan melakukannya dalam konteks sosial dan fisik secara spesifik. Kaum konstruktivis berpandangan bahwa belajar merupakan proses pengasimilasian dan penghubung pengalaman atau bahan yang dipelajari dengan pemahaman yang telah dimilikinya sehingga pemahaman itu berkembang. Proses tersebut menurut Suparno (1997:18) bercirikan di antaranya: (a) belajar berarti membentuk makna, dan makna diciptakan oleh siswa dari apa yang mereka lihat, dengar, rasakan, dan alami; (b) belajar bukanlah mengumpulkan fakta, melainkan lebih suatu pengembangan pemikiran dengan membuat pengertian yang baru; (c) belajar bukanlah hasil perkembangan (suatu perkembangan yang menuntut penemuan dan pengaturan kembali pemikiran seseorang); dan (d) proses belajar yang

sebenarnya terjadi pada waktu skema seseorang dalam keraguan, yang merangsang pemikiran lebih lanjut. Situasi ketidakseimbangan (*disequilibrium*) adalah situasi yang baik untuk memacu belajar.

Suparno (1997:18-19) menyatakan bahwa dalam pembelajaran terdapat tiga interpretasi konstruktivisme, yaitu konstruktivisme radikal, konstruktivisme moderat, dan konstruktivisme sosial. Konstruktivisme radikal memandang bahwa satu-satunya cara agar siswa dapat belajar yaitu dengan memposisikan siswa pada lingkungan pembelajaran yang sesuai, sehingga siswa dapat mengkonstruksi pengetahuannya sendiri, disini peran guru sangat terbatas.

Konstruktivisme moderat memandang bahwa siswa berada pada pendidikan formal, namun siswa harus mengkonstruksi pengetahuan mereka secara aktif. Konstruksi sosial memandang bahwa pengkonstruksian pengetahuan hanya akan berlangsung dengan baik jika siswa ditempatkan pada suatu lingkungan kerjasama baik antara siswa dengan siswa, siswa dengan guru, serta siswa dengan ahli.

Ketiga interpretasi konstruktivisme tersebut, oleh Sudarman (2007:18-19) masing-masing disebut konstruktivisme *endogen*, *eksogen*, dan *dialektik*. Konstruktivisme *endogen* menekankan pada sifat individual dari proses pengkonstruksian pengetahuan pada eksplorasi siswa. Konstruktivisme *eksogen* memandang bahwa pembelajaran formal dapat membantu siswa membentuk pengetahuan secara aktif. Konstruktivisme *dialektik* memandang bahwa belajar berlangsung melalui interaksi antara siswa, guru, dalam konteks sosial.

Kaitan antara teori belajar konstruktivistik dengan pengembangan multimedia berbasis komputer model simulasi sejalan dengan prinsip konstruktivisme, yaitu sesuai dengan tiga klasifikasi *konstruktivisme (endogen, eksogen, dan dialektik)*. Berikut ini uraian tentang pengembangan multimedia berbasis komputer model simulasi yang sesuai dengan ketiga klasifikasi konstruktivisme.

Pengembangan multimedia berbasis komputer model simulasi jika dikaitkan dengan pandangan *konstruktivisme endogen* yang di dalamnya memuat cakupan *hipertext* dan *hipermedia*, yang memberikan kebebasan bagi siswa untuk mencari informasi, simulasi untuk

melakukan eksplorasi, dan *microword* untuk melakukan eksplorasi dan konstruksi. Pengembangan multimedia berbasis komputer model simulasi jika dikaitkan dengan pandangan *konstruktivisme eksogen* yang memberikan kontrol sepenuhnya kepada siswa dalam memilih materi pelajaran, mengikuti rangkaian pembelajaran, mengatur kecepatan pembelajaran, dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya secara aktif.

Pengembangan multimedia berbasis komputer model simulasi yang memberikan umpan balik kepada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya, misalnya kuis berupa latihan soal-soal, sesuai dengan pandangan konstruktivisme eksogen. *Konstruktivisme Dialektik*, menekankan pembelajaran pada peran interaksi sosial dalam proses pengkonstruksian pengetahuan siswa, terutama pada strategi pembelajaran kooperatif dan kolaboratif. Pembelajaran dengan menggunakan multimedia berbasis komputer model simulasi yang digunakan berdasarkan pandangan ini dikenal dengan istilah *Computer Supported Collaborative Learning (CSCL)*.

3) Teori Belajar *Discovery Brunner*

Teori belajar Brunner yang dikenal dengan nama belajar penemuan (*discovery learning*). Brunner menganggap, bahwa belajar penemuan sesuai dengan pencarian pengetahuan secara aktif oleh manusia, dan dengan sendirinya memberikan hasil yang paling baik berusaha untuk mencari pemecahan masalah serta pengetahuan yang menyertainya, menghasilkan pengetahuan yang benar-benar bermakna (Dahar, 1996: 103). Belajar bermakna dengan arti seperti diberikan di atas, merupakan satu-satunya macam belajar yang mendapat perhatian Brunner.

Brunner menyarankan agar siswa-siswa hendaknya belajar melalui partisipasi secara aktif dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip, agar mereka dianjurkan untuk memperoleh pengalaman, dan melakukan eksperimen-eksperimen yang mengizinkan mereka untuk menemukan prinsip-prinsip itu sendiri. Menurut Brunner, pengetahuan yang diperoleh dengan belajar penemuan menunjukkan beberapa kebaikan: pertama, pengetahuan itu bertahan lama atau lama dapat diingat atau lebih mudah diingat, bila dibandingkan

dengan pengetahuan yang dipelajari dengan cara-cara lain. Kedua, hasil belajar penemuan mempunyai efek transfer yang lebih baik dari pada hasil belajar lainnya. Dengan kata lain, konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang dijadikan milik kognitif seseorang lebih mudah diterapkan pada situasi-situasi baru. Ketiga, secara menyeluruh belajar penemuan meningkatkan penalaran siswa dan kemampuan berpikir secara bebas. Secara khusus belajar penemuan melatih keterampilan-keterampilan kognitif siswa untuk menemukan dan memecahkan masalah tanpa pertolongan orang lain.

Selanjutnya dikemukakan, bahwa belajar penemuan membangkitkan keingintahuan siswa, memberi motivasi untuk bekerja terus sampai menemukan jawaban-jawaban. Lagi pula pendekatan ini dapat mengajarkan keterampilan-keterampilan memecahkan masalah tanpa pertolongan orang lain, dan meminta para siswa untuk menganalisis dan memanipulasi informasi, tidak hanya menerima saja.

Teori belajar Brunner ini jika dikaitkan dengan pengembangan multimedia berbasis komputer model simulasi sangat berkaitan karena model simulasi ini memberikan peluang yang besar kepada peserta didik untuk mengeksplorasi informasi dan pengetahuan melalui simulasi-simulasi karena dengan model ini, dapat melatih kemampuan peserta didik sekaligus merangsang keingintahuan mereka dan memotivasi mereka untuk menemukan pengetahuan. Karena dengan multimedia berbasis komputer model simulasi ini, materi pembelajaran dirancang sedemikian rupa, dan selanjutnya peserta didik mendapat kebebasan sampai batas-batas tertentu untuk menyelidiki secara perorangan terhadap konsep yang ingin dipelajarinya. Dengan demikian peran guru hanya sebagai fasilitator dan informan yang hanya sekedar menjelaskan langkah-langkah dalam memperoleh informasi dan pengetahuan. Ini tidak berarti tidak ada peran sama sekali dari guru, akan tetapi perannya diperkecil dan sebaliknya peluang sebesar-besarnya diberikan kepada peserta didik.

4) *Dual Coding Theory Paivio (1971)*

Menurut *dual coding theory* (teori dua chanel) bahwa semua informasi diproses melalui dua chanel yang independen, yaitu chanel verbal seperti teks dan suara kemudian chanel visual seperti diagram, animasi dan gambar (Ariani dan Haryanto, 2010:54). Berdasarkan pada teori ini bahwa suatu materi pembelajaran harus didesain sedemikian rupa sehingga mengakomodasi banyak tipe pembelajar, gaya belajar, dan bukan hanya menunjukkan gaya mengajar instruksinya. Dengan demikian langkah yang efektif untuk menyikapi hal ini adalah melalui penggunaan multimedia berbasis komputer dalam hal ini laboratorium simulasi yang disesuaikan dengan gaya belajar siswa, karena multimedia berbasis komputer mampu mengakomodasi berbagai macam unsur, meliputi grafik, teks, suara, video dan animasi. Penggabungan semua ini merupakan satu kesatuan yang secara bersama-sama menampilkan informasi, pesan atau isi pelajaran. Konsep penggabungan ini dengan sendirinya memerlukan beberapa jenis peralatan perangkat keras maupun perangkat lunak yang masing-masing tetap menjalankan fungsi utamanya sebagaimana biasanya, dan komputer merupakan pengendali utama seluruh peralatan itu. Semua peralatan itu haruslah kompak dan bekerja sama dalam menyampaikan informasi kepada pemakainya.

3.4 Model Simulasi

Model dapat diartikan sebagai penggambaran terhadap suatu benda/obyek, sebagai suatu tiruan, deskripsi atau prediksi (Sunarno, 1998). Menurut Rutherford dan Ahlgren (1990), model merupakan suatu tiruan yang dapat digunakan untuk memahami dengan baik tentang sesuatu. Dari pengertian ini dapat dikatakan bahwa model adalah suatu gambaran mental yang dapat membantu kita untuk menjelaskan tentang sesuatu yang tidak dapat dilihat atau dialami secara langsung sehingga menjadi lebih jelas. Dengan demikian, maka ciri sebuah model adalah suatu tiruan, dapat berupa gambaran mental dari suatu keadaan atau kejadian, dan digunakan untuk menjelaskan lebih mudah dan lebih baik tentang sesuatu.

Selanjutnya simulasi adalah peniruan operasi, menurut waktu, sebuah proses atau sistem dunia nyata. Menurut Law & Kelton

(1991) simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses-proses yang terjadi pada suatu sistem dengan menggunakan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah. Simulasi dapat diartikan sebagai meniru suatu sistem nyata yang kompleks yang penuh dengan sifat probabilistik tanpa harus mengalami keadaan yang sesungguhnya (Ellyns, 2009).

Menurut Tajinder (2010) simulasi adalah manipulasi model sedemikian rupa sehingga beroperasi pada dimensi tertentu dan menyederhanakan sesuatu yang bersifat kompleks, sehingga memungkinkan sesuatu yang sulit diamati secara langsung untuk melihat interaksi yang sebelumnya tidak jelas. Simulasi adalah model aplikasi spesifik untuk mencapai pemahaman tentang realitas. Proses simulasi umumnya berulang-ulang dalam pengembangannya. Dalam memahami kompleksitas suatu objek yang dinamis, biasanya manusia mengalami kesulitan. Maka melalui simulasi, memungkinkan seseorang untuk memvisualisasikan interaksi yang biasanya akan terungkap selama jangka waktu panjang serta saling keterkaitan antara bagian-bagian dari suatu sistem.

Dari pengertian di atas, maka simulasi merupakan program (*software*) komputer yang berfungsi untuk menirukan perilaku sistem nyata, dan alat yang tepat digunakan terutama jika diharuskan untuk melakukan eksperimen dalam upaya mengomentari komponen-komponen sistem yang kompleks.

Pengertian lain mengenai model simulasi yang berkenaan dengan pembelajaran adalah model pembelajaran berbasis komputer yang menampilkan materi pelajaran yang dikemas dalam bentuk simulasi-simulasi pembelajaran dalam bentuk animasi yang menjelaskan konten secara menarik, hidup dan memadukan unsur teks, gambar audio, gerak dan paduan warna yang serasi dan harmonis.

Selanjutnya model simulasi menurut Rusman (2008:202), pada dasarnya merupakan salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih kongkrit melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati

suasana sebenarnya dan berlangsung dalam suasana yang tanpa resiko. Model simulasi terbagi ke dalam 4 kategori yaitu: fisik, situasi, prosedur dan proses. Secara umum tahapan materi model simulasi adalah sebagai berikut: a) pengenalan; b) penyajian informasi (simulasi 1, simulasi 2, dst); c) pertanyaan dan respon jawaban; d) penilaian respon; e) pemberian *feedback* tentang respon; f) pembetulan; g) segmen pengaturan pengajaran; h) penutup.

Selain itu model simulasi juga didefinisikan sebagai cara penyajian pengajaran dengan menggunakan situasi tiruan untuk menggambarkan situasi sebenarnya agar diperoleh pemahaman tentang hakikat suatu konsep, prinsip atau keterampilan tertentu (Sumantri dan Permana, 2001 : 21).

Lebih lanjut, model simulasi pada dasarnya merupakan salah satu strategi pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar yang lebih konkrit melalui penciptaan tiruan - tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana sebenarnya (Putri, 2007: 27).

Dari pendefinisian para ahli di atas, bisa disimpulkan bahwa simulasi adalah suatu bentuk penyajian dengan merekayasa suatu objek yang dan membuat tiruannya dengan maksud untuk mengurangi kesalahan persepsi dari materi - materi yang bersifat kompleks atau abstrak. Media pembelajaran yang bervariasi akan mampu menghidupkan suasana pembelajaran, mendorong motivasi belajar dan memudahkan memahami konsep-konsep yang abstrak atau rumit (Munir, 2008 : 115)

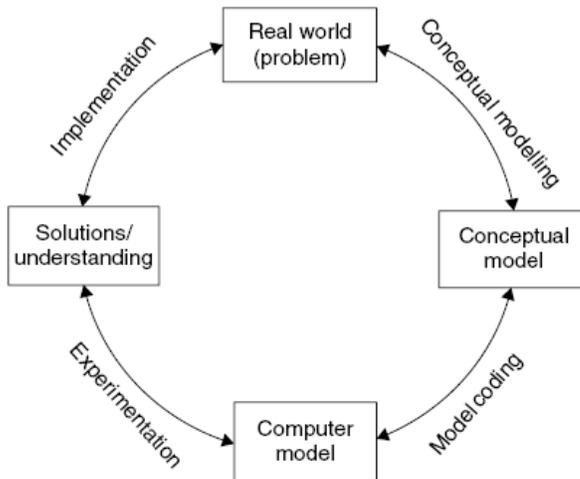
Seperti dikemukakan bahwa dalam konteks pendidikan (Hamalik, 2000: 178):

Simulasi merupakan suatu kekuatan teknik guru tentang beberapa aspek dari dunia dengan meniru atau peniruan/replikasi. Siswa tidak hanya dimotivasi oleh simulasi tapi juga belajar dengan mempengaruhi mereka dalam situasi nyata. Dalam simulasi siswa belajar dengan pengerjaan aktivitas yang nyata dipelajari dalam konteks yang sama untuk dunia yang nyata.

Model simulasi terdiri dari dua jenis, yaitu simulasi analog dan simulasi simbolik. Menurut Sunarno (1998) simulasi analog menggunakan representasi fisik untuk menjelaskan karakteristik dari suatu masalah, sedangkan simulasi simbolik meniru model matematika yang pemecahannya menggunakan komputer, disebut simulasi komputer. Simulasi pada umumnya digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan yang: sulit diselesaikan dengan cara analitis seperti pada rangkaian listrik kompleks; memiliki ukuran data dan kompleksitas yang tinggi; sangat sulit diimplementasikan secara langsung karena memerlukan biaya yang sangat mahal, ketika hubungan antar variabel tidak linier, dan ketika model memiliki variabel acak.

Pada pendekatan simulasi, untuk menyelesaikan berbagai persoalan yang rumit akan lebih mudah dilakukan bila dimulai dengan membangun model percobaan dari suatu sistem. Model pembelajaran simulasi bertujuan untuk: (1) melatih keterampilan tertentu baik bersifat profesional maupun bagi kehidupan sehari-hari, (2) memperoleh pemahaman tentang suatu konsep atau prinsip, (3) melatih memecahkan masalah, (4) meningkatkan keaktifan belajar, (5) memberikan motivasi belajar kepada siswa, dan (6) menumbuhkan daya kreatif siswa. (Djati, 2007).

Model pendekatan simulasi (Robinson, 2004) secara lengkap disajikan pada Gambar 2. Kotak pada gambar merupakan tahapan kunci dalam penelitian yang terdiri atas: 1) *real world (problem)*, merupakan pelaksanaan solusi dan/atau pemahaman yang diperoleh; 2) *conceptual model*, merupakan deskripsi dari model yang akan dikembangkan; 3) *computer model*, merupakan model simulasi yang diterapkan pada komputer.; dan 4) *solutions/understanding*, merupakan proses dari hasil eksperimentasi.



Gambar 2

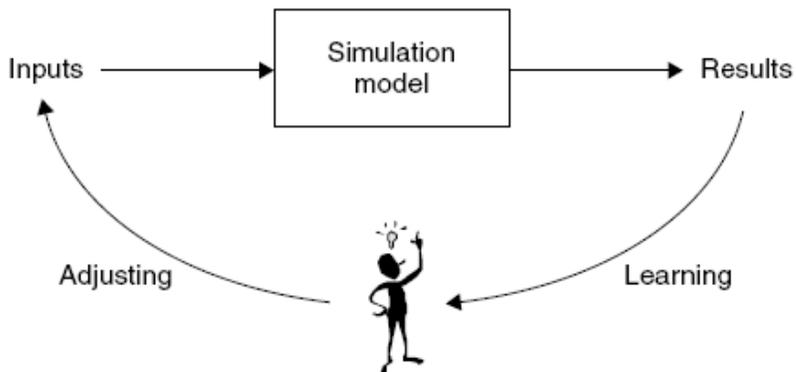
Tahapan kunci dan Proses Simulasi (Robinson, 2004:52)

Motivasi dalam melakukan sebuah simulasi adalah adanya pengakuan mengenai beberapa permasalahan yang terjadi di dunia nyata sehingga akan menimbulkan kekhawatiran untuk menjalankannya untuk itu diperlukan adanya sebuah simulasi. Untuk mengusulkan suatu model yang cocok untuk menangani hal itu. Dengan demikian, pemodelan konseptual terdiri dari sub-proses sebagai berikut:

1. Mengembangkan pemahaman mengenai situasi masalah
2. Menentukan tujuan pemodelan
3. Mendesain model konseptual: *input*, *output* dan konten Model
4. Mengumpulkan dan menganalisis data yang dibutuhkan untuk mengembangkan model

Pada model *coding* model konseptual diubah menjadi sebuah model komputer. Di sini, *coding* didefinisikan dalam pengertian yang paling umum dan tidak harus berarti pemrograman komputer. Sebaliknya mengacu pada pengembangan model pada komputer. Model dapat dikodekan menggunakan *spreadsheet*, perangkat lunak khusus simulasi atau bahasa pemrograman. Asumsi di sini adalah bahwa simulasi dibangun dan dilakukan pada komputer. Perlu dicatat bahwa bentuk-bentuk lain dari simulasi adalah simulasi fisik.

Setelah dikembangkan, eksperimen dilakukan dengan model simulasi untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik dari dunia nyata dan/atau untuk menemukan solusi untuk masalah dunia nyata. Pada Gambar 3 adalah proses "what-if analysis", yaitu, membuat perubahan pada input model, menjalankan model, memeriksa hasil, belajar dari hasil, membuat perubahan pada masukan dan sebagainya. Hasil dari proses eksperimentasi digambarkan sebagai solusi dan/atau pemahaman. Hal ini karena model simulasi tidak selalu dikembangkan dengan tujuan mendapatkan solusi yang konkret. Isu-isu kunci saat melakukan percobaan simulasi adalah: 1) mendapatkan hasil yang cukup akurat; 2) melakukan pencarian secara menyeluruh dari solusi potensial (mencari ruang solusi); 3) pengujian ketahanan solusi (analisis sensitivitas).

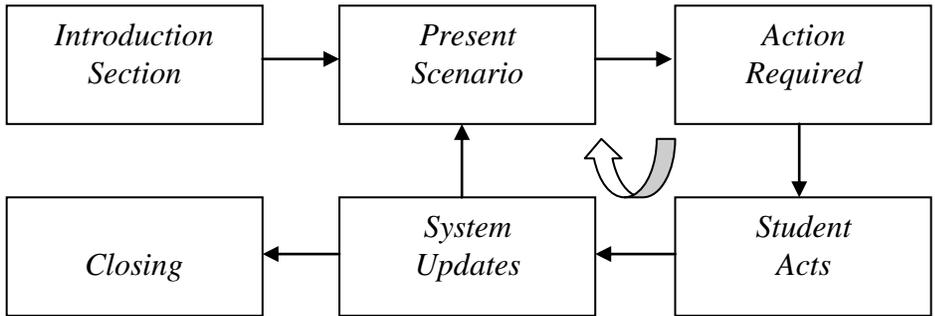


Gambar 3
Simulasi dengan "what-if" analisis (Robinson, 2004)

Implementasi dapat digunakan dalam tiga cara. Penafsiran pertama adalah menerapkan temuan dari sebuah pendekatan simulasi di dunia nyata, penafsiran kedua adalah menerapkan model daripada temuan, dan penafsiran ketiga adalah sebagai pembelajaran.

3.5 Flowchart Model Simulasi

Secara umum dalam suatu proses produksi model simulasi akan mengikuti alur *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 4

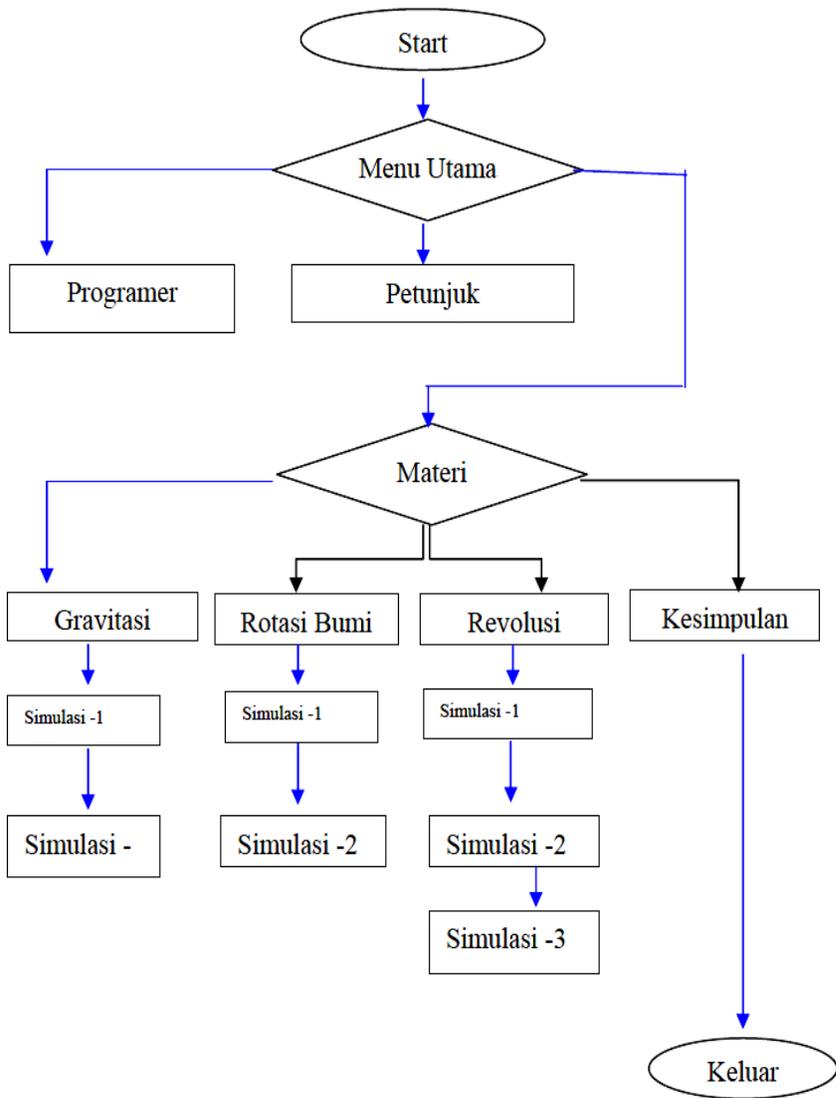
Alur *flowchart* model simulasi (Darmawan, 2012:75)

Saat menuangkan dialog ke dalam program dapat dilakukan melalui berbagai cara, salah satunya dengan didahului pembuatan rancangan dalam bentuk bagan alur (*flowchart*), baik berupa gambaran umum, maupun dalam bentuk sedikit lebih rinci namun tidak terlalu mendalam. *Flowchart* ini berisi simbol-simbol grafis yang menunjukkan arah alur kegiatan dan data-data yang dimiliki program sebagai suatu proses eksekusi.

Simbol-simbol dalam *flowchart* memiliki arti tertentu yang telah dibakukan secara internasional, sehingga *flowchart* dapat dibaca oleh semua programmer dan dapat diimplementasikan kedalam program dengan menggunakan bahasa yang dikuasainya. Contoh *flowchart* pembelajaran berbasis komputer model simulasi disajikan pada Gambar 5.

3.6 Langkah-langkah Produksi Model Simulasi

Menurut Joyce dan Weil (1992), model ini memiliki tahap sebagai berikut.



Gambar 5
Model *flowchart* untuk Program Simulasi (Darmawan, 2012:75)

- Tahap I. Orientasi, meliputi: a) menyediakan berbagai topik simulasi dan konsep-konsep yang akan diintegrasikan dalam proses simulasi; b) menjelaskan prinsip simulasi; c) memberikan gambaran teknis secara umum tentang proses simulasi.
- Tahap II. Latihan bagi peserta, antara lain: a) membuat skenario yang berisi aturan, peranan, langkah, pencatatan, bentuk keputusan yang harus dibuat, dan tujuan yang akan dicapai. b) memberikan tugas dalam kegiatan simulasi. c) mencoba secara singkat suatu episode.
- Tahap III. Proses simulasi, yaitu: a) melaksanakan aktivitas simulasi dan pengaturan kegiatan tersebut; b) memperoleh umpan balik dan evaluasi dari hasil pengamatan terhadap performan peserta didik; c) menjernihkan hal-hal yang miskonsepsional; d) melanjutkan simulasi.
- Tahap IV. Pemantapan, yaitu: a) memberikan ringkasan mengenai kejadian dan persepsi yang timbul selama simulasi; b) memberikan ringkasan mengenai kesulitan-kesulitan dan wawasan para peserta; c) menganalisis proses; d) membandingkan aktivitas simulasi dengan dunia nyata; e) menghubungkan proses simulasi dengan isi pelajaran; f) menilai dan merancang kembali simulasi.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diambil suatu kata kunci bahwa pembelajaran simulasi bertujuan untuk memberikan “pengalaman langsung” secara tuntas (*mastery learning*) kepada siswa mengenai materi/bahan pelajaran yang sedang dipelajari. Terdapat beberapa hal yang menjadi identitas dari simulasi yaitu: 1) pengenalan; 2) penyajian informasi; 3) simulasi 1, simulasi 2 dan seterusnya, pertanyaan dan respon jawaban; 4) penilaian respon; 5) pemberian feedback tentang respon; 6) pembedaan; 7) segmen pengaturan pengajaran, dan 8) penutup (Rusman, 2010).

1) Perencanaan Produksi Model Simulasi

Perencanaan adalah kegiatan-kegiatan pengambilan keputusan dari sejumlah pilihan mengenai sasaran dan cara-cara yang akan

dilaksanakan selanjutnya untuk mencapai tujuan simulasi yang diinginkan, serta pemantauan dan penilaian atas perkembangan hasil simulasi, yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan. Perencanaan produksi model simulasi terdiri dari: a) satuan pelajaran (Satpel); b) perencanaan program simulasi; dan c) *flowchart* program pembelajaran simulasi.

2) Proses Produksi Program Simulasi

Setelah membuat perencanaan pengembangan program simulasi, langkah selanjutnya yang harus ditempuh adalah proses produksi. Disinilah seorang programmer program pembelajaran harus “mengerahkan” seluruh kemampuannya untuk menghasilkan program yang layak dimanfaatkan dalam proses pembelajaran. Pada tahap proses produksi program Pembelajaran Berbasis Komputer Model Simulasi, beberapa tahapan model simulasi yang terdiri dari:

a) pengenalan (*Introduction*)

(1) Judul Program (*title page*)

Suatu program Simulasi diawali dengan tampilnya halaman judul yang dapat menarik perhatian siswa. Judul program merupakan bagian penting untuk memberikan informasi kepada siswa tentang apa yang akan dipelajari dan di sajikan dalam program simulasi ini.

(2) Objektivitas Penyajian (*presentation of objective*)

Pada bagian ini menyajikan tujuan umum dan tujuan khusus dari materi program yang dirancang.

(3). Petunjuk (*Direction*)

Petunjuk berisi pemberian informasi cara menggunakan program yang dibuat, diusahakan agar siswa mampu mengoperasikan program tersebut.

b) Penyajian Informasi (*presentation of information*)

Pada penyajian informasi, Rusman (2008:205) memaparkan sebagai berikut.

(1) Mode penyajian atau presentasi simulasi

Merupakan bentuk penyajian informasi/materi yang dibuat. Model umum dari penyajian informasi biasanya menggunakan

informasi visual seperti: teks, gambar, grafik, foto dan image yang dianimasikan.

(2) Panjang teks penyajian (*length of text presentation*)

Panjang teks dalam program yang dibuat harus benar-benar diperhatikan karena akan mempengaruhi kualitas program yang dibuat. Setiap presentasi harus sesingkat mungkin untuk memberikan tambahan frekuensi interaksi siswa, selain itu harus memperhatikan keseimbangan antara teks yang disajikan dengan kemampuan monitor untuk penyajiannya.

(3) Grafik dan animasi

Pembuatan grafik dan animasi dalam program yang dibuat ditujukan untuk menambah pemahaman siswa terhadap materi dan fokus informasi pada materi yang disajikan. Grafik digunakan sebagai informasi, analogy atau mnemonik sebagai isyarat. Grafik dan animasi sangat efektif untuk menambah sistem belajar dengan komputer.

(4) Warna dan Penggunaannya

Penggunaan warna sangat berhubungan dengan presentasi grafik, seperti halnya grafik, warna dapat digunakan secara efektif untuk sistem belajar. Penggunaan warna yang sesuai akan berguna untuk menarik perhatian dan memfokuskan siswa. Warna berfungsi sebagai acuan, bukan sebagai bagian yang diutamakan dalam proses pembelajaran. Penggunaan warna pada program tutorial harus konsisten dengan penggunaan yang umum di lingkungan sekitar.

(5) Penggunaan *prompt*

Prompt atau acuan digunakan untuk memandu siswa dan memberikan petunjuk. Tentang apa yang harus dilakukan siswa.

(6) Penutup (*closing*)

Penutupan pada simulasi dilengkapi dengan ringkasan tentang informasi pelajaran. Ringkasan dapat berupa point-point utama, sebuah paragraf tentang tujuan pelajaran. Jika program sudah mengumpulkan tentang seluruh data kemampuan hasil belajar siswa, maka direkomendasikan untuk pembelajaran selanjutnya.

Pembelajaran berbasis komputer dengan menggunakan model simulasi dapat dikembangkan dengan menggunakan program *authoring language*. Software utama digunakan untuk membuat aplikasi multimedia dilengkapi dengan *authoring language* yang mempunyai perintah spesifik terhadap objek dan struktur. Suatu contoh, dalam *authoring language* terdapat perintah untuk menggunakan suara, tanpa perlu memperhatikan bagaimana membuka file suara dan menggunakan data yang ada didalamnya. Contoh *authoring tools* diantaranya adalah adobe flash dengan *authoring language* action script, director dengan *authoring language* lingo, 3D Studio Max dengan MaxScript (Hadi Sutopo, 2011).

c) Pertanyaan dan Jawaban (*Question of responses*)

Pertanyaan dalam program simulasi menurut Rusman (2007:201) dimaksudkan agar siswa selalu memperhatikan materi yang dipelajarinya, serta untuk menilai sejauhmana kemampuan siswa untuk mengingat dan memahami pelajaran tersebut. Pertanyaan yang diberikan dapat berbentuk benar-salah, menjodohkan, pilihan ganda atau dalam bentuk jawaban singkat, sedangkan respon diberikan untuk menganalisis jawaban yang diberikan siswa.

Penilaian respon (*judging of responses*). Dalam penilaian respon atau penilaian, Rusman (2007) mengemukakan bahwa penilaian jawaban merupakan proses mengevaluasi respon agar feedback dapat diberikan siswa. Fungsi penilaian berfungsi untuk mengevaluasi hasil belajar siswa serta membuat keputusan apakah proses belajar dapat dilakukan ke proses berikutnya atau diulang kembali.

d) Pemberian Balikan Respon (*Providing feedback about responses*)

Feedback atau umpan balik diberikan sebagai reaksi terhadap respon yang diberikan siswa. Umpan balik dapat berupa pesan-pesan dalam bentuk teks atau ilustrasi grafik. Umpan balik berfungsi untuk menginformasikan apakah respon yang diberikan siswa tepat atau tidak. Jika respon yang diberikan siswa benar, maka program komputer akan memberikan *reinforcement* (penguatan), namun jika respon siswa salah, maka program komputer akan memberikan *punishment* (hukuman) bahwa respon yang diberikan salah.

e) Pengulangan (*Remediation*)

Penyajian materi kembali bagi siswa yang belum memahami materi yang dipelajarinya. Prosedur pengulangan yang paling umum adalah mengulangi informasi yang pernah dipelajari siswa.

f) Penutup (*closing*)

Penutupan pada simulasi dilengkapi dengan ringkasan tentang informasi pelajaran. Ringkasan dapat berupa point-point utama, sebuah paragraf tentang tujuan pelajaran. Jika program sudah mengumpulkan tentang seluruh data kemampuan hasil belajar siswa, maka direkomendasikan untuk pembelajaran selanjutnya.

Proses dalam membuat media simulasi terdiri atas beberapa tahap sebagai berikut.

1) Penentuan materi ajar.

Materi pembelajaran adalah sekumpulan pengetahuan, sikap dan keterampilan yang harus dipelajari siswa untuk membantu tercapainya kompetensi atau tujuan pembelajaran (Abdul Gafur, 2012: 66). Pada penelitian ini materi yang diajarkan ialah materi elektronika digital. Karakteristik dari komponen dan jalannya arus listrik cenderung bersifat abstrak dalam proses namun dapat diukur hasil atau dampak dari proses tersebut. Sehingga karakteristik media simulasi yang dirancang bersifat penampilan atau pensimulasian proses-proses yang berkaitan dengan praktikum elektronika digital yang ada di laboratorium riil.

2) Penyusunan alur cerita (*storyboard*)

Susun alur cerita atau *storyboard* yang memberi gambaran seperti apa media simulasi tersebut akan menyampaikan materi ajar. Hal ini sangat perlu agar proses pengimplementasian konsep kedalam media tersusun dan terencana. Alur cerita dari media yang dibuat pada penelitian ini mengikuti alur dari materi suhu dan kalor itu sendiri. Pada awal tampilan media disajikan simulasi permasalahan yang diberikan agar siswa dapat mendefinisikan dengan baik masalah yang harus mereka pecahkan tersebut. Selanjutnya penyajian proses-proses dari transfer kalor yang berhubungan dengan masalah serta materi yang disampaikan menjadi alur berikutnya yang dapat dijadikan informasi atau

petunjuk bagi siswa untuk memecahkan permasalahan tersebut. Pada simulasi proses tersebut terkadang dilengkapi dengan grafik dari besaran-besaran fisika yang terlibat dalam proses tersebut sehingga siswa dapat menyimpulkan hubungan antara besaran-besaran tersebut selama proses itu berlangsung.

- 3) Proses pembuatan/pelaksanaan media
Pembuatan media yang sesuai dengan alur cerita yang telah disusun. Dapat menggunakan *software-software* animasi seperti flash ataupun 3D max. Pada penelitian ini digunakan *software* flash untuk membuat media simulasi yang digunakan. *Software* ini menyediakan fasilitas untuk membuat gambar, teks, grafik, animasi yang cukup baik untuk pembelajaran. Kelebihan Macromedia Flash diantaranya adalah: 1) hasil *publish* memiliki ukuran *file* yang relatif kecil; 2) dapat memasukan *file* gambar dan audio; 3) animasi mudah dikontrol; dan 4) hasil akhir dapat disimpan dalam berbagai bentuk seperti avi, gif, exe dan mov.
- 4) Peninjauan ulang (*reconsideration*)
Peninjauan ulang proses pembuatan, serta perbaikan-perbaikan pada alur maupun konten dari media yang sudah rampung.
- 5) Publikasi (*publication*)
Penggunaan media simulasi pada proses pembelajaran.

3.7 Karakteristik Simulasi

Simulasi telah banyak digunakan di lingkungan pendidikan dan pelatihan (Harper, 2000), namun dalam literatur terbaru bahwa karakteristik simulasi telah didefinisikan secara jelas. Tampaknya terdapat suatu kesepakatan umum bahwa tujuan dari simulasi harus memberikan pengalaman interaktif yang mampu menirukan dunia nyata semirip mungkin. Harper et al. (2000) mengatakan bahwa:

Ciri pembeda utama simulasi yang dirancang untuk tujuan pendidikan adalah bahwa mereka menggunakan model untuk mewakili suatu peristiwa atau Proses dimana pengguna dapat berinteraksi dengan dan memanipulasi selama eksplorasi mereka dalam lingkup pembelajaran yang menyajikan informasi dalam Format multi-representasional.

Keinginan untuk melakukan interaktivitas, keterlibatan aktif dan dukungan navigasi di simulasi merupakan karakteristik penting yang berkontribusi pada pendidikan hasil dari alat tersebut. Selain itu, karakteristik penting dari simulasi adalah validitasnya. Berbagai jenis validitas dapat dibedakan. Validitas isi mengungkapkan derajat lingkungan simulasi sesuai dengan aspek yang relevan, kegiatan dan parameter dari lingkungan nyata operasional mensimulasikan, membangun validitas mengungkapkan tingkat di mana konstruksi, pengetahuan dan keterampilan peserta didik seharusnya berkembang dalam lingkungan simulasi menyerupai yang kita gunakan di dunia nyata.

CBI model simulasi menitikberatkan pada cara penyampaian fakta-fakta, konsep-konsep atau tatacara melalui paparan teks dan grafik diikuti dengan soal-soal. Simulasi juga melibatkan gambar-gambar, model-model sesuatu pembahasan, sistem, proses atau situasi di mana fakta-fakta tertentu dapat ditentukan dan digunakan serta hasilnya dapat diperhatikan. Simulasi biasanya digunakan untuk membuat latihan-latihan penyelesaian masalah, membuat keputusan atau kemahiran membuat analisa (Munir, 2002). Pengajaran dalam simulasi dibahas melalui empat fase, diantaranya: 1) penyajian informasi; 2) menuntun siswa dalam memperoleh informasi atau keahlian; 3) melengkapi latihan untuk penambahan peningkatan dan kelancaran; 4) Pelajaran pengaksesan.

Adapun menurut Wihardjo (2007), simulasi digunakan untuk memperagakan sesuatu (keterampilan) sehingga siswa merasa seperti berada dalam keadaan yang sebenarnya. Simulasi banyak digunakan pada pembelajaran materi yang membahayakan, sulit, atau memerlukan biaya tinggi, misalnya untuk melatih pilot pesawat terbang atau pesawat tempur.

Riyana dan Asra (2011) model simulasi memiliki beberapa karakteristik yaitu: a) bersifat proses bekerjanya sesuatu alat, penciptaan produk tertentu; b) terdiri dari prosedur dalam bentuk sistem tertentu; c) mempelajari cara menggunakan alat, prosedur dan langkah-langkah tertentu; d) bertujuan untuk membuktikan sesuatu melalui proses eksperimen; e) memperagakan dan menunjukkan

simulasi secara berurutan; f) berupa analisis, sintesis dan aplikasi; g) memerlukan proses pengamatan yang cermat; h) menekankan pada pencapaian aspek afektif dan psikomotor; i) menuntut evaluasi praktek dan pengamatan.

Poin-poin diatas merupakan ketentuan umum yang menjadi syarat penggunaan media pembelajaran berbasis komputer model simulasi untuk membantu guru menyampaikan pesan pembelajaran kepada siswa. Dalam model simulasi, siswa menggunakan komputer dan memperoleh materi pembelajaran yang dikemas dalam bentuk animasi-animasi yang dapat memperkuat daya tanggap siswa terhadap materi pembelajaran yang dikemas dalam bentuk animasi-animasi yang dapat memperkuat daya tanggap siswa terhadap materi pembelajaran.

Pada dasarnya program simulasi berbeda dengan program *drill* dan praktek, dalam program simulasi, siswa tidak merespon pertanyaan-pertanyaan tetapi lebih pada penciptaan situasi yang mendekati suasana sebenarnya, yang mungkin pada keadaan yang sebenarnya hal tersebut terlalu mahal atau bahkan terlalu berbahaya untuk dilakukan oleh siswa, tetapi dengan menggunakan simulasi semua itu dapat diatasi, karena kekuatan simulasi adalah kenyataan yang direspon oleh komputer itu berdasarkan pilihan yang dibuat oleh siswa sendiri.

Beberapa tujuan dari kegiatan simulasi adalah sebagai berikut: 1) untuk meningkatkan kegiatan belajar siswa dengan melibatkan siswa dalam mempelajari situasi yang hampir serupa dengan kejadian yang sebenarnya; 2) untuk melatih siswa mengenai keterampilan tertentu, baik yang bersifat profesional maupun yang penting bagi kehidupan sehari-hari; 3) Untuk melatih memecahkan masalah; 4) Untuk memberikan rangsangan atau kegairahan belajar siswa (Ahmad dan Prasetya, 1997: 83).

Model simulasi terbagi kedalam empat kategori, yaitu: fisik, situasi, prosedur, dan proses dimana masing-masing ka tegori tersebut digunakan sesuai dengan kepentingan tertentu. Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Alessi dan Trollip (2001):

simulations divide into four main categories: physical, procedural, situational, and process. A physical simulation models some aspect of physical reality, such as an airplane cockpit, with which the learner must interact. Procedural simulation present a series of actions that constitute a particular procedure to be learned, such as diagnosing faults in automotive electronic circuits. Situational simulations represent human interactions with the environment or other people. Process simulation allow the learner to experiment with "what if" situations in a safe environment.

Berdasarkan pendapat Alessi dan Trollip (2001), simulasi terbagi ke dalam empat kategori utama, yaitu: 1) *simulasi fisik (physical)*, lebih pada memperagakan beberapa aspek dari kenyataan fisik, seperti suatu kokpit pesawat udara, dimana pelajar harus berinteraksi langsung dengan alat; 2) *simulasi mengenai cara (procedural)*, menyajikan satu rangkaian tindakan yang mendasari suatu prosedur tertentu untuk dipelajari, seperti mendiagnosa kesalahan pada sirkuit elektronik automotif; 3) *simulasi situational (situational)*, menghadirkan interaksi manusia dengan lingkungan atau orang lain; 4) *simulasi proses (process)* memungkinkan pelajar untuk mengadakan percobaan dengan "akibatnya bagaimana jika", tentunya siswa tersebut tetap dalam suatu situasi lingkungan yang aman.

Demikian pula, De Jong & Van Joolingen (1998) dibagi menjadi dua jenis simulasi: a) *simulasi konseptual*, yang mana terdiri atas prinsip-prinsip, konsep dan fakta yang berkaitan dengan tingkatan sistem yang ditinjau; dan b) *simulasi operasional* termasuk urutan operasi kognitif dan non kognitif yang dapat diterapkan pada tingkatan sistem simulasi. Simulasi konseptual dapat diubah menjadi simulasi yang lebih operasional (seperti *Game*) dengan menambahkan tujuan khusus (De Jong et al., 1998).

Gredler (1996) mengusulkan dua kategori simulasi: a) *simulasi eksperimental*, yang menetapkan suatu realitas psikologis tertentu dan menempatkan peserta berperan dalam suatu realitas itu; b) *simulasi simbolik* di mana perilaku yang disimulasikan biasanya interaksi dari dua atau lebih variabel dari waktu ke waktu, dan pembelajar dapat

memanipulasi variabel-variabel dalam rangka menemukan hubungan yang ilmiah, menjelaskan atau memprediksi peristiwa atau menghadapi terjadinya kesalahpahaman (Harper, Squire & McDougall, 2000). Siswa menggunakan simulasi simbolik untuk memanipulasi lingkungan virtual dari sisi luar simulasi (Gredler, 1996). Representasi realitas biasanya dimediasi melalui sistem simbol, seperti grafik produksi atau diagram proses. Siswa menggunakan simulasi simbolis mempertahankan titik keunggulan yang lebih terpisah dari simulasi eksperimental. Selain itu, representasi realitas lebih abstrak (Gredler, 1996).

Tahapan materi model simulasi adalah: 1) pengenalan; 2) penyajian informasi; 3) pertanyaan dan respon jawaban; 4) penilaian respon; 5) pemberian feedback tentang respon; 6) pengulangan; 7) segmen pengaturan pembelajaran; 8) penutup. Simulasi bercirikan tiga kelebihan mayor, diantaranya: 1) motivasi. Bahwa simulasi menambah motivasi yang telah kita ketahui dengan baik dan tidak mengherankan. Seseorang akan mengharapkan siswa menjadi lebih dimotivasi dengan menjadi partisipan yang aktif dalam mempelajari situasi daripada menjadi relatif pasif; 2) mempelajari transfer. Mempelajari tentang transfer berhubungan dengan apakah keahlian atau pengetahuan yang dipelajari suatu pemakaian/ mempraktekan situasi dalam situasi lain. Bahwa simulasi memiliki pembelajaran transfer yang baik, karena yang dipelajari dalam simulasi biasanya transfer yang baik ke situasi yang nyata. 3) efisien. Pengertian dari efisien adalah pemeriksaan yang jauh lebih layak, adalah sebagai berikut: a) cara lain dalam menambah efisien pembelajaran adalah dengan melengkapi siswa dengan lingkungan yang lebih kondusif untuk mempelajari salah satu kegiatan yang nyata; b) simulasi menawarkan keuntungan lain juga. Simulasi tersebut aman, nyaman, dan dapat dikontrol; c) simulasi juga lebih nyaman dalam aktivitas dunia nyata. Biasanya yang sedikit, selalu tersedia, dapat diulang dan memakan waktu yang sedikit. Simulasi juga dapat dikontrol dan dapat diperbandingkan dalam situasi kehidupan tapi simulasi tidak hanya merupakan tiruan dari kenyataan tapi simulasi juga menjadikan sederhana. Hal ini perlu karena kenyataannya tidak

mungkin untuk meniru setiap detilnya menjadi sederhana adalah keuntungan bagi pembelajaran; d) simulasi dapat digunakan sebagai tes.

Banyak penelitian menyebutkan bahwa simulasi komputer dapat membantu siswa menghilangkan miskonsepsinya. Dalam simulasi tersebut, siswa dapat memanipulasi data, mengumpulkan data, menganalisis data, dan mengambil kesimpulan. Jika dalam simulasi siswa mendapatkan data yang berbeda dengan ramalannya, akan mengalami konflik. Dengan konflik ini, siswa termotivasi untuk bertanya, mengapa demikian. Penggunaan simulasi sangat menguntungkan karena siswa dapat mengulanginya sendiri di luar kelas dan siswa dapat mengubah konsep yang salah dengan cepat menjadi konsep yang benar dan lengkap.

Adapun alasan penulis memilih model simulasi tersebut, karena memiliki karakteristik: 1) model simulasi menurut Rusman (2008:202), pada dasarnya merupakan salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih kongkrit melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana sebenarnya dan berlangsung dalam suasana yang tanpa resiko; 2) model simulasi pembelajaran berbasis komputer cukup relevan untuk pembelajaran elektronika digital yang memiliki karakteristik yang kongkrit dimana didalamnya terdapat hukum, rumus, teori, dan konsep yang sangat rumit. Pelajaran elektronika digital seperti yang penulis paparkan pada bab I adalah mata pelajaran yang dianggap oleh siswa sebagai pelajaran yang abstrak dan sulit untuk dipahami. Sesuatu yang diharapkan oleh penulis dari model simulasi ini adalah untuk membangkitkan semangat siswa dalam mempelajari elektronika digital, sekaligus dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Seperti yang telah disinggung dalam langkah-langkah model simulasi di atas, komponen-komponen dalam model simulasi secara lengkap dapat dijelaskan sebagai berikut.

- 1) Pembuka (*Start/Introduction*). Program simulasi diawali dengan tampilan animasi opening program, kemudian tampilan input identitas pengguna. Hal ini penting agar siswa merasa terlibat

secara langsung dalam pembelajaran model simulasi. Selanjutnya tampilan halaman judul yang dapat menarik informasi kepada siswa tentang apa yang akan dipelajari kemudian tampilan menu program.

- 2) *About Program*. Berisi penjelasan tentang deskripsi singkat program mirip dengan sinopsis dan penjelasan identitas program, misalnya: "Program ini merupakan multimedia pembelajaran model Simulasi, melalui program ini diharapkan siswa memperoleh pengetahuan nyata melalui objek-objek tiruan". Selanjutnya berisi pula identitas pembuat program (Tim Pengembang) dan waktu pembuatan (*copyright*).
- 3) *Menu materi*. Satu multimedia interaktif khususnya model Simulasi akan berisi beberapa materi, sebaiknya dibuat satu tampilan menu materi yang menggambarkan peta materi, dengan demikian siswa mengetahui berapa banyak materi yang harus dipelajari dan mengetahui urutannya.
- 4) *Present of information*. Informasi yang ditampilkan dalam model simulasi adalah menggabungkan antara informasi berbasis teks dengan animasi atau audio.

2.2.8 Keuntungan dan Kekurangan Simulasi Berbasis Komputer

Penerapan suatu model sangat bergantung kepada kondisi media dan lingkungan pembelajaran. Tidak ada model yang sempurna atau bagus dalam setiap model pembelajaran yang diterapkan di kelas. Setiap model pasti memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

1) Keuntungan Model Simulasi

Kelebihan dari model simulasi adalah sebagai berikut (Ferro, 2005: 25): 1) menciptakan kegairahan peserta didik untuk belajar; 2) memupuk daya cipta peserta didik; 3) memupuk keberanian dan kemandirian penampilan peserta didik; 4) menyalurkan perasaan yang terpendam sehingga mendapat kepuasan, kesegaran serta kesehatan jiwa; 5) sebagai bekal kehidupan di masyarakat; 6) mengurangi hal-hal yang bersifat abstrak dan menampilkan kegiatan yang nyata; 7) dapat ditemukan bakat-bakat baru dalam berperan atau beracting.

Selain kelebihan yang dipaparkan sebelumnya, kelebihan lain dari metode simulasi adalah: a) menyenangkan siswa; b) menggalakkan guru untuk mengembangkan kreativitas siswa; c) menumbuhkan cara berpikir kritis; d) memungkinkan eksperimen berlangsung tanpa memerlukan lingkungan yang sebenarnya; e) tidak memerlukan pengarahan yang pelik dan mendalam; f) Menimbulkan respon yang positif dari siswa yang lamban/kurang cakap (Roestiyah, 2001:22); g) mengurangi hal-hal yang bersifat abstrak dan menampilkan kegiatan yang nyata (Sumantri dan Permana, 2001).

Selanjutnya menurut Kakiy (2004: 3) bahwa ada berbagai keuntungan yang bisa diperoleh dengan memanfaatkan model simulasi antara lain: a) *compress time* (menghemat waktu), maksudnya bila suatu kegiatan secara nyata dilakukan membutuhkan waktu yang cukup lama, jika dengan menggunakan simulasi, maka cukup membutuhkan beberapa menit; b) *control sources of variation* (dapat mengawasi sumber-sumber yang bervariasi), maksudnya dalam simulasi, pengambilan data dan pengolahannya pada komputer dapat diperoleh dari berbagai sumber yang bervariasi secara cepat dan singkat; c) *error in mensurment correction* (mengoreksi kesalahan-kesalahan dalam perhitungan dan pengukuran) maksudnya dalam praktek elektronika digital, pada saat melakukan pengukuran suatu komponen lebih valid dan tidak perlu merasa ragu bahwa komponen yang diukur rusak, sebaliknya dalam simulasi, komputer jarang ditemukan kesalahan-kesalahan dalam proses perhitungan terutama bila angka-angka dimbil dari komputer secara teratur dan bebas; d) *stop simulation and restart* (dapat dihentikan dan dijalankan kembali), maksudnya simulasi komputer dapat dihentikan untuk kepentingan tertentu tanpa berakibat buruk pada program simulasi tersebut, dan setelah itu dapat dengan cepat dijalankan kembali; e) *easy to replicate* (mudah diulang-ulang), maksudnya adalah dengan simulasi komputer percobaan dapat dilakukan setiap saat dan dapat berulang-ulang. Kegiatan pembelajaran dapat dilakukan berulang-ulang sesuai dengan waktu dan kesempatan yang dimiliki siswa.

Selanjutnya Sanjaya (2007) menyatakan bahwa terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan dengan menggunakan model

simulasi dalam pembelajaran. Kelebihan model simulasi adalah sebagai berikut: a) simulasi dapat dijadikan sebagai bekal bagi siswa dalam menghadapi situasi yang sebenarnya kelak, baik dalam kehidupan keluarga, masyarakat, maupun menghadapi dunia kerja. Simulasi dapat mengembangkan kreativitas siswa, karena melalui simulasi siswa diberi kesempatan untuk memainkan peranan sesuai dengan topik yang disimulasikan; b) simulasi dapat memupuk keberanian dan percaya diri siswa; c) memperkaya pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang diperlukan dalam menghadapi berbagai situasi sosial yang problematis; d) simulasi dapat meningkatkan gairah siswa dalam proses pembelajaran.

Selanjutnya Depdiknas (Pramono, 2008) menyebutkan beberapa manfaat media simulasi, yaitu sebagai berikut: 1) menyediakan suatu tiruan yang bila dilakukan pada peralatan yang sesungguhnya terlalu mahal atau berbahaya (misal simulasi melihat bentuk tegangan listrik dengan simulasi oscilloscope atau melakukan praktek menerbangkan pesawat dengan simulasi penerbangan); 2) menunjukkan suatu proses abstrak di mana pengguna ingin melihat pengaruh perubahan suatu variabel terhadap proses tersebut (misal: perubahan frekwensi tegangan listrik bolak balik yang melewati suatu kapasitor atau induktor).

Beberapa keuntungan simulasi di dalam media pembelajaran adalah: 1) menirukan suatu keadaan nyata yang bila dilihat terlalu berbahaya (misalnya simulasi reaktor nuklir); 2) menirukan suatu keadaan nyata yang bila dilihat terlalu mahal (misalnya simulasi pesawat udara); 3) menirukan keadaan yang sulit untuk diulangi secara nyata (misalnya letusan gunung berapi atau gempa bumi); 4) menirukan keadaan yang jika dilakukan secara nyata memerlukan waktu yang panjang (misalnya pertumbuhan tanaman jati); 5) menirukan kondisi alam yang ekstrim (misalnya kondisi di kutub) dan sebagainya.

Terdapat beberapa kelebihan menggunakan simulasi sebagai metode mengajar, menurut Agung (2009) diantaranya adalah: 1) simulasi dapat dijadikan sebagai bekal bagi siswa dalam menghadapi situasi yang sebenarnya di dunia kerja; 2) simulasi dapat

mengembangkan kreativitas siswa; 3) simulasi dapat memupuk keberanian dan percaya diri siswa; 4) memperkaya pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang diperlukan dalam menghadapi berbagai situasi DU/DI; 5) simulasi dapat meningkatkan gairah siswa dalam proses pembelajaran.

Kelebihan metode simulasi menurut Munadi (2008: 166) adalah: a) siswa dapat memperoleh pengetahuan tentang konsep meliputi kaidah-kaidah dasarnya, unsur-unsur pokoknya, prosesnya, hasil dan dampaknya dengan cara yang menyenangkan; b) memberikan kesempatan kepada siswa untuk berpikir, berimajinasi, menampilkan gagasan-gagasan baru secara lancar dan orisinal serta memberi kesempatan untuk menguasai keterampilan motorik; c) siswa dapat berpartisipasi aktif dan berkreasi secara aktual.

2) Kelemahan Model Simulasi

Adapun kelemahan model simulasi bisa kita rincikan sebagai berikut (Ferro, 2005 : 26): 1) memerlukan pengelompokan peserta didik yang fleksibel; 2) pengalaman simulasi tidak selalu tepat dengan kenyataan di lapangan; 3) simulasi sebagai alat pelajaran kadang terabaikan menjadi alat hiburan; 4) rasa malu, ragu, dan tidak percaya diri akan mengakibatkan simulasi terhambat; 5) memerlukan imajinasi yang tinggi

Adapun kelemahan metode simulasi bisa dirincikan sebagai berikut: a) efektivitas dalam memajukan belajar siswa belum dapat dilaporkan oleh riset; b) biaya yang terlalu mahal; c) menimbulkan hubungan informasi antara guru dan siswa yang melebihi batas (Roestiyah, 2001:23); d) pengalaman simulasi tidak selalu tepat dengan kenyataan di lapangan; e) simulasi sebagai alat pelajaran kadang terabaikan menjadi alat hiburan; f) memerlukan imajinasi yang tinggi (Sumantri dan Permana, 2001).

Di samping memiliki kelebihan, simulasi juga mempunyai kelemahan, menurut Agung (2009) diantaranya: 1) pengalaman yang diperoleh melalui simulasi tidak selalu tepat dan sesuai dengan kenyataan di lapangan; 2) pengelolaan yang kurang baik, sering simulasi dijadikan sebagai alat hiburan, sehingga tujuan pembelajaran menjadi terabaikan; 3) faktor psikologis seperti rasa malu dan takut

sering mempengaruhi siswa dalam melakukan simulasi; 4) simulasi menuntut imajinasi siswa dan guru yang memadai.

Adapun kelebihan dan kekurangan metode simulasi ini merupakan bekal pertimbangan dalam pemakaian metode simulasi. Adanya kekurangan yang dimiliki oleh metode simulasi bukan berarti metode ini tidak dapat digunakan. Metode simulasi dalam hal-hal tertentu akan sangat membantu terciptanya situasi yang menyenangkan dalam interaksi belajar mengajar di kelas. Kompetensi dasar melakukan perbaikan *wiring* kelistrikan dan penerangan oleh guru dianggap cocok untuk diterapkan dengan menggunakan metode simulasi, karena materinya sebagian bersifat abstrak.

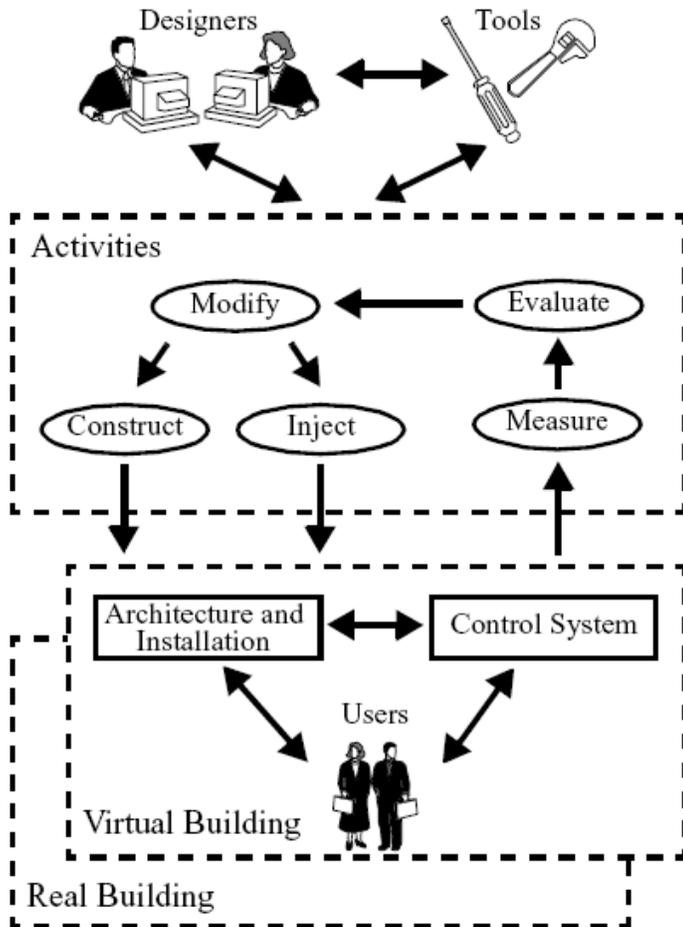
3.9 Simulasi Virtual

Simulasi komputer adalah sebuah bentuk yang dihasilkan oleh komputer dari objek dunia nyata atau proses yang dapat disajikan secara 2-dimensi, dalam bentuk format teks atau bahkan secara 3-dimensi dalam format multimedia. Simulasi komputer memberikan berbagai bentuk, mulai dari proses *rendering* bentuk geometris 3-dimensi sampai kepada eksperimen laboratorium melalui komputer yang sangat interaktif. Disisi lain *Virtual Reality* (VR) adalah teknologi yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi dan memanipulasi dihasilkan komputer, lingkungan multimedia 3-dimensi secara *real time*. Salah satu bentuk metodologi utama yang digunakan dalam VR adalah simulasi dan pemodelan (Van Weert, 1995). Simulasi komputer pendidikan didasarkan pada dinamika interaksi antara pebelajar dan program komputer dapat dianggap sebagai bagian dari proses pemodelan yang melibatkan peran serta pelajar dari model. Eksperimen yang dilakukan oleh pelajar simulasi terhadap suatu kejadian dengan melakukan pengamatan dan menganalisis interaksi antara siswa/dirinya dan fenomena dimodelkan. dalam sistem simulasi, pelajar memasuki lingkungan belajar yang ketat dan terlibat dalam siklus suatu ekspresi, evaluasi dan refleksi. Dengan perubahan desain, program berbasis simulasi dapat menjadi program berbasis VR.

Selanjutnya Harms (2000: 26) menyatakan bahwa sebuah simulasi komputer yang memungkinkan fungsi-fungsi penting dari percobaan laboratorium untuk dilaksanakan pada komputer disebut laboratorium virtual (*virtual laboratory*) seperti disajikan pada Gambar 6. Konsep *virtual laboratory* dapat dibedakan menjadi dua konsep utama, yaitu: 1) konstelasi percobaan diganti dengan model komputer dalam bentuk simulasi. Simulasi yang mewakili percobaan laboratorium riil dalam bentuk semirip mungkin disebut *virtual labs*. 2) eksperimen laboratorium dapat disebut virtual ketika percobaan dikendalikan tidak dengan manipulasi langsung dari peralatan laboratorium, tetapi melalui komputer, yang dihubungkan ke peralatan laboratorium yang sebenarnya melalui jaringan. Jenis *virtual laboratory* seperti ini disebut *remote lab*.

Berkaitan dengan hal laboratorium virtual lebih lanjut Rebecca (2003:235) memberikan didefinisikan:

Virtual labs use the power of computerized models and simulations and a variety of other instructional technologies to replace face-to-face lab activities. An example of virtual lab is a collection of digital simulations supported by discussion forums, video demonstrations, hyperlinked glossaries, and e-mail list organized in world wide web produced by authoring language such as Authorware or director. The most indicate virtual labs include highly interactive virtual reality simulations of lab exercises



Gambar 6
Laboratorium Virtual (Mahdavi, 2002:282)

Laboratorium virtual adalah sebuah perangkat dengan menggunakan model dan simulasi yang terkomputerisasi dan juga merupakan salah satu bentuk teknologi pembelajaran yang memungkinkan untuk menggantikan tatap muka kegiatan laboratorium. Salah satu contoh laboratorium virtual terdiri dari sekumpulan simulasi digital yang difasilitasi forum diskusi,

demonstrasi video, daftar glosarium yang bersifat *hyperlink*, dan daftar *e-mail* dalam sebuah *website* yang dihasilkan melalui bahasa pemrograman *authoring language* misalnya *Authorware* atau *director*. Ciri terpenting dari laboratorium virtual adalah simulasi realitas kenyataannya (*virtual reality*) yang sangat interaktif terhadap kegiatan di laboratorium.

Selanjutnya Miarso (2009:2) mengemukakan bahwa fungsi laboratorium virtual adalah: 1) menyediakan petunjuk bagaimana melakukan eksperimen laboratorium; 2) presentasi atau demonstrasi berbagai macam eksperimen yang dapat dipresentasikan dalam bentuk CD Interaktif. Keselamatan kerja perlu diberikan sebelum melakukan praktek secara virtual agar dalam menghadapi peralatan sebenarnya siswa tidak merasa kaku dan hal-hal yang beresiko tidak akan terjadi karena sudah terdapat informasi awal di laboratorium virtual. Begitupula sebelum proses praktikum virtual perlu diberikan secara rinci mengenai petunjuk penggunaan peralatan, fungsi peralatan dan keamanan peralatan.

Sementara itu simulasi laboratorium virtual menurut Josephsen (2006) adalah sebuah simulasi komputer tugas laboratorium yang interaktif dan dibangun untuk digunakan sendiri. Simulasi Laboratorium Virtual memberikan sebuah tugas untuk pengguna dan memberikan alat-alat yang persis seperti pada prosedur laboratorium untuk memudahkan mereka memecahkan masalah. Simulasi Laboratorium memberikan kesempatan bagi siswa melatih pengetahuan deklaratif yang dibutuhkan dalam bagian teoritis perkuliahan dalam konteks tugas pemecahan masalah yang realistis. Adanya simulasi laboratorium virtual membantu keberhasilan proses tersebut dalam hal membantu mahasiswa menyimpan informasi baru dengan lebih mudah. Pengalaman belajar yang lebih bermakna dan menyenangkan, menghasilkan ingatan lebih baik terhadap konsep-konsep yang dipelajari sehingga proses *recall* lebih efisien.

Saat ini telah banyak pembelajaran yang menggunakan teknologi sebagai media pembelajaran khususnya komputer. Tujuan dari pemakaian komputer didalam pembelajaran adalah sebagai berikut: (1). Untuk tujuan kognitif, yaitu komputer dapat dipakai

untuk mengajarkan konsep-konsep, aturan, langkahlangkah, proses dan kalkulasi yang kompleks. Konsep-konsep tersebut dijelaskan secara sederhana dengan menggabungkan visual dan audio yang dianimasikan sehingga cocok untuk kegiatan belajar mandiri. (2). Untuk tujuan psikomotor, komputer digunakan dengan menggunakan pembelajaran yang dikemas dalam bentuk games dan simulasi. (3). Untuk tujuan afektif, komputer dapat digunakan.

Media Simulasi Virtual merupakan program yang menyediakan suasana pembelajaran yang menyerupai keadaan atau fenomena yang sebenarnya (Rochman, 2007:38). Komputer akan memberikan satu visual atau penjelasan tentang suatu situasi dan siswa berpeluang berinteraksi untuk menanggapi keadaan tersebut. Program simulasi memuat teks, grafik, animasi, bunyi dan permasalahan yang sesuai serta bermakna bagi siswa. Program jenis simulasi berguna untuk mengganti situasi yang sebenarnya yang tidak mungkin dihadirkan dalam kelas.

Laboratorium ini berupa pengoperasian perangkat lunak yang dijalankan oleh sebuah komputer. Semua peralatan yang diperlukan oleh sebuah laboratorium virtual terdapat di dalam *software* tersebut. Dengan memiliki sebuah laboratorium komputer dan berbagai *software* simulasi praktikum maka sekolah tersebut sama saja dengan memiliki berbagai laboratorium lain yang sifatnya maya, misalnya laboratorium fisika, kimia, biologi, matematika, bahasa, seni rupa dan lain-lain tergantung kepada macam *software* yang dimiliki (Suyatna, 1997).

Simulasi dalam komputer yang digunakan di dalam pembelajaran merupakan media yang sangat baik untuk meningkatkan proses belajar dengan memberikan kesempatan bagi para siswa untuk mengembangkan keterampilan di dalam mengidentifikasi masalah, mengorganisasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan informasi (Lee, 1992).

Simulasi laboratorium atau sering disebut “Simulasi Komputer” untuk menyajikan fenomena alam memegang peranan penting di dalam proses pembelajaran sains (www.dikti.org, 2010),

khususnya pembelajaran di laboratorium. Simulasi laboratorium ini biasa disebut dengan Virtual-Lab, dimana virtual-lab ini dimanfaatkan untuk membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep pembelajaran melalui aktivitas praktikum virtual dan visualisasi yang disediakan, termasuk simulasi dan animasi yang ada (Puspita dan Yamin, 2008). Akpan (2002) menyatakan teknologi multimedia merupakan media yang sangat kuat untuk meningkatkan belajar dengan memberikan kesempatan bagi para siswa untuk mengembangkan keterampilan dalam mengidentifikasi masalah, mencari, mengorganisasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan informasi.

Pemanfaatan simulasi laboratorium ini juga ditujukan sebagai alternatif pemecahan masalah-masalah dalam pelaksanaan praktikum konvensional yang sering dihadapi oleh guru, siswa dan lingkungan sekolah. Dari segi pemanfaatannya ini, simulasi laboratorium interaktif sebagai alternatif pelaksanaan praktikum konvensional memiliki keistimewaan dan kekurangan dalam pemanfaatannya.

Kelebihan dan kekurangan ini sekaligus menjadi dasar perbaikan dan pengembangan versi lanjutan simulasi laboratorium interaktif yang telah ada. Kelebihan simulasi laboratorium interaktif sebagai alternatif praktikum, dapat dilihat dari kemampuannya untuk mensolusikan kendala-kendala pelaksanaan praktikum yang ada, yaitu kendala tempat, kendala biaya, dan kendala operator (laboran dan teknisi). Selain itu, simulasi laboratorium interaktif memiliki kemampuan untuk membuat pembelajaran menjadi menarik dan memotivasi siswa untuk menyenangi pembelajaran yang dilaksanakan (Puspita dan Yamin, 2008). Dengan adanya penggunaan animasi dan simulasi dalam courseware tersebut, kegiatan pembelajaran dapat dilaksanakan dengan variasi aktivitas dan tidak monoton dalam penyajiannya. Disamping itu, literasi terhadap penggunaan dan pemanfaatan komputer dalam pembelajaran semakin meluas, utamanya di kalangan siswa dan guru, sehingga terciptanya korelasi antar ilmu pengetahuan dengan teknologi secara sinergi dan terarah secara positif.

Meski memiliki kelebihan yang lebih, simulasi laboratorium interaktif ini juga tetap memiliki kekurangan yang masih perlu dicarikan solusi pemecahan masalahnya, yaitu adanya keterbatasan kemampuan komputer dalam hal mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh siswa secara individual dalam proses pembelajaran. Hal lainnya, program komputer tidak dapat menjangkau aspek psikomotorik dari ranah pembelajaran sehingga penguasaan keterampilan praktis siswa perlu diarahkan tersendiri selama pembelajaran berlangsung. Dari segi perangkat medianya, perangkat lunak sebuah komputer seringkali tidak dapat digunakan pada komputer yang spesifikasinya tidak sama.

Namun demikian, jika mencermati dari esensi praktikum elektronika digital secara garis besar sebenarnya representasi praktikum melalui simulasi laboratorium interaktif ini, telah cukup terwakili. Hal ini dikarenakan oleh adanya beberapa keterampilan pragmatis seperti keterampilan mengamati dan menganalisis data yang merupakan salah satu bagian terpenting yang dapat diperoleh dari simulasi laboratorium bersifat interaktif.

BAB 4 PRAKTIKUM

1. Pengertian

Surakhmad (1994:110-111) menyatakan bahwa eksperimen/praktikum merupakan metode interaksi edukatif yang sangat efektif untuk menjawab pertanyaan seperti: bagaimana prosesnya, terdiri dari unsur apa, cara mana yang paling baik, dan bagaimana dapat diketahui kebenarannya melalui pengamatan induktif. Pertanyaan-pertanyaan tersebut dijawab melalui suatu pendekatan ilmiah berdasarkan prosedur dan metode praktikum.

Metode praktikum didefinisikan oleh Djamarah & Zain (2002:95) merupakan sebuah proses pembelajaran dimana peserta didik melakukan dan mengalami sendiri, mengikuti proses, mengamati objek, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan suatu objek, keadaan dan proses dari materi yang dipelajari. Kegiatan praktek di sekolah menengah umum memiliki sudut pandang yang berbeda dengan sekolah kejuruan. Pada sekolah kejuruan lebih mengarah kepada kerja laboratorium. Hal ini ditegaskan oleh Sumadji (2003:14) bahwa kerja di laboratorium meliputi: 1) merencanakan eksperimen dan menyusun hipotesis-hipotesis; 2) merakit peralatan; 3) menyusun bahan peralatan; 4) melakukan pengamatan terhadap gejala-gejala alamiah; 5) melakukan pengamatan terhadap suatu proses; 6) mengumpulkan dan mencatat data; 7) melakukan modifikasi peralatan; 8) melakukan pembacaan pada alat-alat pengukur; 9) mengkalibrasi peralatan; 10) menggambar bahan dan grafik; 11) menganalisis data; 12) menarik kesimpulan dari data; 13) membuat laporan eksperimen; 14) memberi penjelasan tentang eksperimen yang dilakukan; 15) mengidentifikasi permasalahan untuk studi lanjutan; 16) melepas, membersihkan dan memperbaiki peralatan seperti yang dilakukan di sekolah kejuruan. Kerja di laboratorium erat kaitannya dengan pengembangan diri individu dalam mencari penyelesaian masalah. Permasalahan yang

ada di laboratorium adalah membuktikan teori-teori dan sebagai wadah menemukan hal-hal yang baru.

Selanjutnya Adam (2001:1) menyatakan:

Eksperiment is a trial or special observation made to confirm or disprove something doubtfull. One under condition determined by the experimenter, And act or operation undertaken in order to discover one unknown principle or effctet, or test, estabilish, or ilustrate some suggest or known truth : Practical test.

Eksperimen adalah percobaan atau observasi khusus untuk membuat konfirmasi atau membantah suatu keraguan, dibawah keadaan tekun oleh pelaku percobaan; suatu percobaan atau menjalankan observasi untuk merumuskan suatu prinsip atau efek yang tidak diketahui, atau untuk test, menetapkan atau menjelaskan, memberi suatu kesan atau kebenaran yang tidak diketahui melalui tes praktis.

Melalui beberapa pendapat diatas dengan demikian praktikum elektronika digital adalah suatu metode yang dilakukan berkaitan dengan peralatan elektronika digital untuk membantah suatu keraguan dan mencari suatu kebenaran teori atau membuktikan melalui kaidah-kaidah tertentu yang dimulai dari merencanakan eksperimen hingga membuat laporan terhadap hasil pengamatan rangkaian elektronika digital. Hasil pengamatan melalui praktek jika dilakukan secara berulang-ulang akan memberikan hasil yang sama, disebabkan karena prosedur dan metode praktikum yang digunakan jelas.

4.2 Pembelajaran Praktikum

Menurut Makmun (1996 : 111) bahwa esensi perbuatan belajar adalah perubahan perilaku dan pribadi dalam konteks hasil belajar yang dapat dimanifestasikan dalam wujud: 1) bertambahnya materi pengetahuan yang berupa fakta, informasi, prinsip atau hukum/kaidah prosedur atau pola kerja; 2) penguasaan pola-pola perilaku kognitif (pengamatan) proses berfikir, mengingat atau mengenal kembali, perilaku afektif (sikap, sikap apresiasi,

penghayatan, dan sebagainya), perilaku psikomotor (keterampilan psikomotorik); 3) perubahan dalam sikap kepribadian baik bersifat *tangible* maupun *intangible*.

Melalui pembelajaran praktikum akan memberikan perubahan pengetahuan yang mendalam terhadap suatu konsep dan meningkatkan pemahaman mengenai langkah kerja dan prinsip kerja suatu rangkaian. Perubahan perilaku yang meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik dapat dibangun melalui latihan-latihan.

Menurut Soemanto (2003:113) kegiatan praktek termasuk kedalam aktivitas belajar, sehingga seseorang yang melaksanakan suatu aktivitas, latihan, atau kegiatan praktek biasanya ingin mencapai tujuan tertentu guna mengembangkan aspek atau potensi yang ada pada dirinya. Selanjutnya Sege (2005:21) menyatakan bahwa kegiatan praktek adalah pelaksanaan kerja sesuai dengan *job sheet* yang disediakan oleh instruktur pada mata pelajaran yang diajarkan untuk mengetahui penguasaan siswa terhadap kemampuan kognitif dan psikomotorik.

Proses belajar mengajar praktek kejuruan baik praktek laboratorium maupun bengkel merupakan ciri khas dari proses belajar mengajar di sekolah kejuruan. Selain belajar teori, kegiatan praktik juga membutuhkan kemampuan pada ranah kognitif, psikomotor, dan afektif. Orlich et. al (2007: 67-68) menyatakan: "*the cognitive domain encompasses objective that deal with recall recognition of knowledge and the development of intellectual abilities and skills*". Domain kognitif mencakup sasaran/hasil yang berhubungan dengan daya ingat atau pengenalan pengetahuan dan pengembangan kemampuan intelektual dan keterampilan dalam hal ini mata pelajaran elektronika digital.

Analisis Larson dibidang keterampilan teknologi dan akupasi menjelaskan bahwa guru harus mampu mengelola tahapan PBM pada bidang studi praktik. Guru dapat menilai keterampilan, pengetahuan, dan sikap siswa sesuai dengan tujuan belajar. Selanjutnya menurut Soenarto (1993:34) terdapat empat tahapan esensial pengajaran dibengkel kerja agar pembelajaran praktik dapat dikelola dengan baik yaitu : 1) tahap persiapan; 2) tahap presentasi; 3) tahap aplikasi; dan

4) tahap evaluasi. Pengelolaan pembelajaran praktik khususnya elektronika digital yang baik merupakan kemampuan yang harus dimiliki oleh setiap guru mata pelajaran produktif sekolah kejuruan keterampilan, teknologi atau okupasi dengan memperhatikan tahap-tahap esensial pengajaran agar tujuan pengajaran dapat dicapai secara optimal baik di sekolah maupun di industri.

Suharsismi (1988:248) mengemukakan bahwa faktor yang menentukan penguasaan materi pendidikan kejuruan adalah pengalaman yang erat hubungannya dengan pekerjaan. Untuk mendapatkan pemahaman, pengetahuan, dan keterampilan pada bidang kejuruan tertentu, seseorang harus mengalami, melakukan, dan menggeluti bidang tersebut dengan kata lain, kemampuan guru dalam pembelajaran praktik ditentukan oleh kemampuan guru dalam memahami materi yang diajarkan.

Kemampuan penguasaan materi praktik guru menurut Hartoyo (1999:29), dapat dipengaruhi oleh pengalaman dalam bekerja di industri. Keberhasilan guru kejuruan dan teknologi dalam pembelajaran praktikum ditentukan oleh pengalaman industrinya karena pendidikan kejuruan akan mempersiapkan lulusannya agar siap bekerja di dunia kerja dan industri.

Beberapa metode pembelajaran praktek yang dapat digunakan antara lain metode demonstrasi, eksperimen, penampilan, metode pembelajaran terprogram, dan metode praktikum. Menurut Yamin (2005:69) penggunaan metode demonstrasi dan eksperimen dapat diterapkan dengan syarat guru memiliki keahlian untuk mendemonstrasikan penggunaan alat atau melaksanakan kegiatan tertentu seperti kegiatan yang sesungguhnya. Keterampilan seorang guru dalam mendemonstrasikan peralatan diperoleh melalui pengalaman-pengalamannya dalam proses praktikum. Pengalaman diperoleh dari hasil latihan yang dilakukan secara berulang-ulang.

Pelaksanaan praktek sering dilakukan dalam bentuk kelompok kerja praktek yang terdiri dari beberapa orang siswa. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Raelin (2008:92): *“a team as small number of people with complementary skills who are committed to a common purposes, a set of performance goals, and an approach for with they*

hold themselves mutually accountable". Tim kerja merupakan sekelompok orang dengan keterampilan yang saling melengkapi satu sama lain serta merasa terikat dengan satu tujuan yang sama, suatu sasaran dari kinerja, dan suatu pendekatan yang dapat dipertanggungjawabkan dan ditanggung oleh mereka satu sama lain.

a. Praktikum Mengembangkan Keterampilan Dasar Berekperimen

Kegiatan yang banyak dilakukan praktisi adalah melakukan eksperimen. Untuk melakukan eksperimen elektronika digital diperlukan keterampilan dasar, seperti mengamati rangkaian, mengestimasi hubungan antar komponen, mengukur, menganalisis rangkaian, dan manipulasi peralatan elektronika digital melalui trainer atau modul praktikum. Dalam rangka mengembangkan kemampuan eksperimen pada diri siswa melalui kegiatan praktikum perlu dilatihkan kemampuan observasi secara cermat, agar mereka mampu melihat kesamaan dan perbedaan serta menangkap sesuatu yang esensial dari fenomena yang diamatinya. Keterampilan menggunakan alat diperlukan agar siswa dapat menangani alat secara aman. Lebih lanjut teknik yang diperlukan untuk merancang, melakukan dan menginterpretasikan eksperimen perlu pula dikembangkan melalui kegiatan praktikum.

b. Praktikum Menunjang Materi Pembelajaran

Banyak pakar berpendapat bahwa praktikum dapat menunjang pemahaman siswa terhadap materi pelajaran teori elektronika digital. Praktikum memberi kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori, menemukan teori atau mengelusidasi teori. Kegiatan praktikum elektronika digital juga dapat membentuk ilustrasi bagi konsep dan prinsip rangkaian elektronika digital. Keyakinan akan kontribusi praktikum bagi pemahaman materi pelajaran diungkapkan dengan semboyan: "*I hear and I forget, I see and remember, I do and I understand*". Saya dengar maka saya menjadi lupa, saya melihat maka saya ingat, dan saya melakukan maka saya menjadi mengerti. Jelas bahwa sebaiknya dalam kegiatan praktikum diperlukan adanya keterlibatan siswa dalam melakukan sendiri

kegiatan praktek dalam rangka meningkatkan pemahaman siswa dalam mata pelajaran praktek elektronika digital.

c. Praktikum untuk mengembangkan keterampilan dasar

Keterampilan-keterampilan spesifik elektronika digital seperti mengamati rangkaian, mengukur rangkaian, menafsirkan data, menggunakan alat. Tujuan ini tak kalah pentingnya dengan dua tujuan yang lain. Penguasaan keterampilan dasar ini memberikan kemudahan bagi pencapaian tujuan praktikum lainnya. Disamping itu kebiasaan kerja secara cermat, bersih, dan sistematis dapat berkembang bersamaan dengan pencapaian tujuan ini. Bentuk kegiatan yang mendukung pencapaian tujuan yang pertama adalah latihan. Keterampilan hanya dapat dikembangkan melalui latihan. Oleh karena itu mesti ada kegiatan praktikum yang lebih menekankan pengembangan keterampilan menggunakan alat, observasi, mengukur, dan keterampilan lainnya.

d. Praktikum dan kemampuan memecahkan masalah

Melalui kegiatan praktikum elektronika digital siswa memperoleh pengalaman mengidentifikasi masalah nyata yang dirasakannya, serta merumuskannya secara operasional, merancang cara terbaik untuk memecahkan masalahnya dan mengimplementasikannya dalam laboratorium, serta menganalisis dan mengevaluasi hasilnya. Praktikum yang menunjang tujuan ini haruslah berbentuk penyelidikan (*investigation*) dalam bentuk proyek-proyek elektronika digital dan penerapannya yang dapat dilaksanakan di laboratorium, lingkungan atau di rumah. Praktikum yang bersifat penyelidikan memberi kesempatan untuk belajar *divergent thinking* dan memberi pengalaman merencanakan suatu proses, sesuatu kemampuan yang diperlukan dalam pengembangan teknologi digital.

e. Praktikum untuk Peningkatan Pemahaman Materi Pelajaran Teori

Kegiatan praktikum elektronika digital dapat meningkatkan pemahaman serta perluasan wawasan pengetahuan (fakta, konsep,

prinsip, teori) kedigital-an siswa. Kontribusi ini hanya dapat terwujud jika ada kegiatan praktikum yang bersifat memberikan pengalaman bagi siswa untuk mengindra fenomena alam dengan segenap inderanya (peraba, penglihat, pengecap, pendengar dan pembau). Pengalaman langsung siswa dengan fenomena alam menjadi prasyarat vital untuk pemahaman materi pelajaran teori, sehingga pemahaman siswa diharapkan lebih mendalam sesuai dengan semboyan "*I do and I understand*".

4.3 Kendala Pelaksanaan Praktikum di SMK

Hasil observasi ke sekolah-sekolah di beberapa SMK di Makassar, ditambah wawancara dengan berbagai pihak (instruktur dan guru inti), Kepala Sekolah, Wakasek seksi sarana dan kurikulum), ditambah kegiatan pelatihan laboran dan teknisi pada saat pra-survey menunjukkan hal-hal berikut :

a. Aspek Kurikulum

Kurikulum mata pelajaran elektronika digital tidak memisahkan jam kegiatan praktikum dengan jam teori, sehingga menyulitkan penanggung jawab laboratorium dan kepala sekolah dalam merencanakan anggaran praktikum. Selain itu jumlah 2 jam per kegiatan belajar kurang memberi keleluasaan kepada siswa yang ingin mengembangkan keterampilan dan memenuhi rasa ingin tahunya. Alternatif penggunaan metode dalam penyampaian pokok bahasan dan sub pokok bahasan elektronika digital mengakibatkan guru cenderung memilih metode yang memudahkannya menyampaikan materi. Sarana praktikum juga turut mempengaruhi pelaksanaan kurikulum di SMK, akibat peralatan yang rusak maka guru cenderung menyelesaikan pembelajaran praktek dengan cara meloncat sehingga tuntutan kurikulum tidak dapat tercapai.

b. Aspek Pembimbingan/Pelaksanaan

Kekurang pahaman pembimbingan praktikum tentang hakikat dan manfaat pengembangan keterampilan elektronika digital dan sikap dalam praktikum menyebabkan kurang peduliaan guru

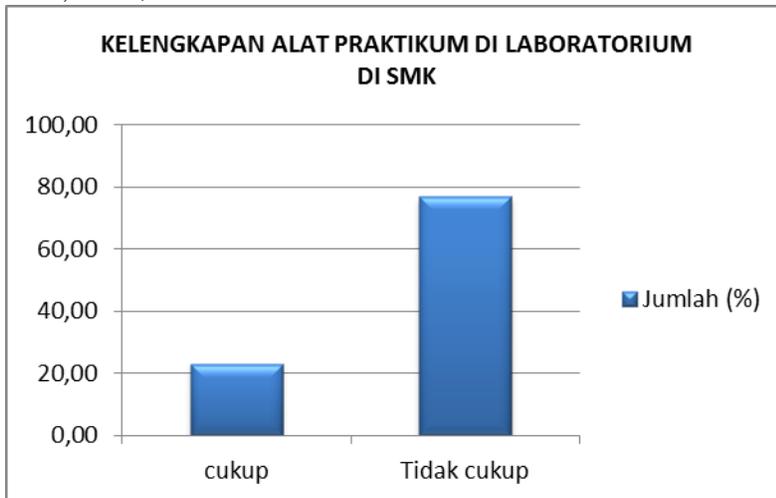
untuk mengupayakan dan menangani kegiatan praktikum secara serius. Pembimbing tidak punya cukup waktu untuk membimbing praktikum sekaligus mentransfer nilai sertaan melalui kegiatan praktikum, karena mereka masih harus menyiapkan dan membereskan peralatan praktikum, atau karena ada tugas mengajar di program lain dan tugas-tugas lain.

Pembimbing sering tidak sanggup mengelola proses belajar mengajar yang ada kegiatan laboratoriumnya sendiri, karena rasio pembimbing dan praktikan yang tidak seimbang. Akibatnya kegiatan laboratorium tidak merangsang siswa untuk mendalami elektronika digital. Pembimbing sukar mengubah kebiasaan dan kurang mau berpikir untuk memodifikasi Lembar Kegiatan (LK) yang ada menurut kondisi laboratorium dan jenis mata pelajarannya. Kegiatan laboratorium juga kurang didukung oleh tenaga laboran atau teknisi yang terampil. Petugas yang telah mendapat sentuhan pembaharuan (pelatihan, kursus) kembali bekerja dengan cara lama, karena berbagai alasan. Selain itu pada umumnya mereka kurang mengetahui secara persis cara memelihara peralatan yang ada, mencari alat pengganti, serta memiliki pengetahuan sangat minim tentang keselamatan kerja di laboratorium. Pembimbing juga terpaku dan terikat pada pengalaman dan penuntun yang ada, kurang menggunakan acuan lain yang lebih ilmiah dan lengkap.

c. Aspek Peralatan

Peralatan laboratorium di SMK khususnya elektronika digital menjadi masalah berkenaan dengan kondisi dan jumlah serta cara pengadaan, pemanfaatan, penyimpanan, pemeliharaan, perbaikan dan mencari padanan peralatan. Kondisi alat seringkali tidak bekerja semestinya atau tidak sesuai dengan petunjuk. Jumlah peralatan tidak mencukupi untuk digunakan oleh seluruh kelas, apalagi jika ada kelas paralel yang menggunakan alat yang sama pada saat bersamaan. Tidak adanya petugas dan dana khusus yang berkaitan dengan pemeliharaan peralatan lab, menyebabkan alat-alat yang ada kurang dapat dimanfaatkan secara optimal

kelengkapan peralatan praktikum yang ada di SMK masih belum mencukupi, hanya sekitar 30%. Beberapa siswa menyatakan bahwa pada saat melaksanakan kegiatan praktek, setiap alat di gunakan oleh 4 orang siswa secara bersamaan menjadikan proses praktikum tidak berjalan secara efektif dan seringkali terjadi diskriminasi hanya siswa yang cerdas saja yang dapat menyelesaikan rangkaian, selanjutnya beberapa siswa juga menyatakan bahwa komponen yang ada sudah banyak yang rusak. Pernyataan lain diungkapkan oleh siswa bahwa tidak semua mata pelajaran produktif dapat di praktikumkan karena keterbatasan peralatan yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya: a) anggaran sekolah yang tidak mencukupi; b) alat dan bahan praktek yang sulit diperoleh (Hendra, 2013).



Gambar 4.1. Grafik kelengkapan peralatan praktek di SMK
(Sumber: Hendra, 2013)

d. Aspek Siswa di SMK

Bekal siswa dalam keterampilan proses dasar teknik masih sangat kurang dalam kuantitas maupun kualitas. Hal ini menyangkut sikap dan kecermatan atau ketelitian. Kebiasaan bekerja kelompok yang kurang diawasi pembimbing, membawa alat dan bahan untuk praktikum elektronika digital sejak masih tingkat pertama memberi kesan kegiatan lab merepotkan dan membebani siswa sehingga ada faktor keterpaksaan dalam melaksanakannya, bukan *enjoy*. Siswa yang pandai justru kebanyakan tidak tertarik dengan kegiatan praktikum.

e. Lembar Kegiatan

Adanya LK atau penuntun praktikum banyak menolong pembimbing praktikum dalam mempersiapkan dan melaksanakan kegiatan laboratorium khususnya elektronika digital di SMK. Prosedur yang sudah begitu jelas dan terarah tidak menantang pembimbing maupun siswa untuk kreatif. Prosedur kerja dalam LKM kebanyakan berupa langkah-langkah yang berurutan seperti resep (*cookery book type*). Tipe ini cenderung mengikuti model verifikasi dan kurang memberi peluang bagi siswa untuk menemukan sesuatu yang baru dalam elektronika digital.

f. Sistem Evaluasi

Sistem evaluasi (*test unit*) yang tidak menyertakan aspek kegiatan laboratorium turut menentukan kekurang pedulian para lulusan SMK jurusan elektronika industri dalam pelaksanaan kegiatan laboratorium di sekolah. Padahal kegiatan praktikum dalam mata pelajaran elektronika digital meliputi seluruh keterampilan observasi dan eksperimen, serta memberikan kesempatan pengembangan sebanyak mungkin keterampilan proses dan sikap ilmiah, hal ini dikarenakan sejak masih dalam bangku sekolah siswa calon teknisi sendiri tidak mengalami evaluasi yang melibatkan kegiatan laboratorium.

BAB 5

PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DIGITAL

5.1. Deskripsi Mata Pelajaran Elektronika Digital

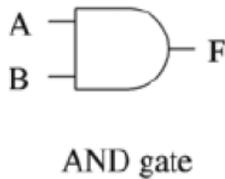
a. Pengertian

Elektronika digital adalah sistem elektronik yang menggunakan signal digital. Signal digital didasarkan pada signal yang bersifat terputus-putus. Biasanya dilambangkan dengan notasi aljabar 1 dan 0. Notasi 1 melambangkan terjadinya hubungan dan notasi 0 melambangkan tidak terjadinya hubungan. Contoh yang paling gampang untuk memahami pengertian ini adalah saklar lampu. Ketika ditekan ON berarti terjadi hubungan sehingga dinotasikan 1. Ketika ditekan OFF maka akan berlaku sebaliknya. Elektronik digital merupakan aplikasi dari aljabar boolean dan digunakan pada berbagai bidang seperti komputer, telpon selular dan berbagai perangkat lain. Hal ini karena elektronik digital mempunyai beberapa keuntungan, antara lain: sistem digital mempunyai antar muka yang mudah dikendalikan dengan komputer dan perangkat lunak, penyimpanan informasi jauh lebih mudah dilakukan dalam sistem digital dibandingkan dengan analog. Namun sistem digital juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu: pada beberapa kasus sistem digital membutuhkan lebih banyak energi, lebih mahal dan rapuh (Bambang, 2012).

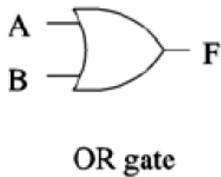
b. Gerbang Logika

Elektronik digital atau rangkaian digital apapun tersusun dari apa yang disebut sebagai gerbang logika. Gerbang logika melakukan operasi logika pada satu atau lebih input dan menghasilkan output yang tunggal. Output yang dihasilkan merupakan hasil dari serangkaian operasi logika berdasarkan prinsip prinsip aljabar boolean. Dalam pengertian elektronik, input dan output ini diwujudkan dan voltase atau arus (tergantung dari tipe elektronik yang digunakan). Setiap gerbang logika membutuhkan daya yang digunakan sebagai sumber dan tempat buangan dari arus untuk memperoleh voltase yang sesuai. Pada diagram rangkaian

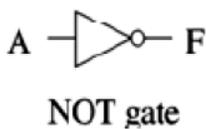
logika, biasanya daya tidak dicantumkan. Dalam aplikasinya, gerbang logika adalah blok-blok penyusun dari perangkat keras elektronik. Gerbang logika ini dibuat dengan menggunakan transistor. Seberapa banyak transistor yang dibutuhkan, tergantung dari bentuk gerbang logika. Dasar pembentukan gerbang logika adalah tabel kebenaran (*truth table*). Ada tiga bentuk dasar dari tabel kebenaran yaitu AND, OR, dan NOT. Berikut adalah tabel-tabel dan bentuk gerbang logikanya.



A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



A	F
0	1
1	0

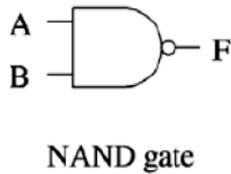
Logic symbol

Truth table

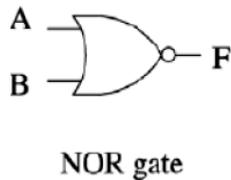
Gambar 7
Tabel kebenaran dan representasinya dalam gerbang logika.

Penjelasan dari Gambar 7 adalah sebagai berikut: a) pada AND, bila ada dua buah input A dan B maka output atau signal hanya dihasilkan jika $A = 1$ dan $B = 1$; b) pada OR, bila ada dua buah input A dan B maka output atau signal akan dihasilkan jika salah satu atau kedua input bernilai 1; c) pada NOT, bila ada satu input mempunyai nilai tertentu maka operasi NOT akan menghasilkan output / signal yang merupakan kebalikan dari nilai inputnya.

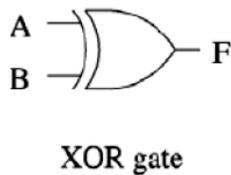
Selain bentuk dasar di atas, beberapa bentuk yang merupakan turunan dari bentuk dasar juga penting diketahui. Gambar 8. menampilkan bentuk tabel kebenaran dan gerbang logika NAND, NOR, dan XOR. NAND adalah hasil operasi NOT + AND, NOR adalah operasi NOT + OR sedangkan XOR adalah eksklusif OR. NAND dan NOR merupakan bentuk gerbang logika yang banyak sekali digunakan untuk membangun perangkat elektronik digital.



A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Logic symbol

Truth table

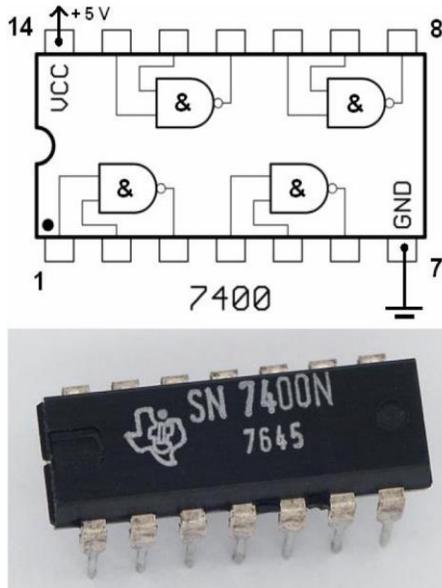
Gambar 8

Bentuk turunan tabel kebenaran dan representasinya dalam gerbang logika.

c. Rangkaian Digital

Sebuah rangkaian digital sebenarnya disusun dari satu atau lebih gerbang logika ini. Perhatikan contoh pada Gambar 9. berikut ini. Kalau kita perhatikan pada gambar tersebut, pada bagian atas terlihat ada empat notasi gerbang logika NAND, satu *pin* untuk

sumber daya 5 V dan satu pin untuk *ground*. Sedangkan pada bagian bawah adalah representasi dari rangkaian digital ini, yaitu sebuah chip 7400.



Gambar 9.

Contoh rangkaian digital dan representasinya pada hardware (Bambang, 2011)

5.2 Laboratorium Elektronika Digital

Pada Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Tahun 2004 disebutkan bahwa pendidikan kejuruan merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta didik terutama untuk bekerja dalam bidang tertentu yang memiliki ketrampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten. Lulusan yang berkompentensi hanya dapat dihasilkan dari suatu proses yang didukung komponen-komponen penunjang yang sesuai. Komponen-komponen penunjang tersebut antara lain meliputi pemilihan metode pembelajaran yang sesuai dengan materi serta daya dukung peralatan yang ada di laboratorium (Mashoedah: 2008:1).

Penguasaan konsep peserta didik dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan simulasi komputer dalam praktek elektronika digital. Simulasi komputer dapat digunakan sebagai alternatif media praktikum karena dapat membantu siswa mengatasi kelemahannya dalam teori dan pengembangan pemahaman konsep dalam mata pelajaran elektronika digital. Sehingga dapat diartikan bahwa laboratorium elektronika digital merupakan wadah untuk melaksanakan eksperimen/praktek berkaitan dengan komponen-komponen elektronika dengan peralatan-peralatan yang telah disediakan.

Biasanya dalam praktek elektronika digital media praktikum dalam bentuk trainer dan modul praktikum yang telah didesain untuk memberikan kemudahan bagi siswa dalam melakukan praktikum. Praktikum Elektronika digital ini terdiri dari 13 modul praktikum (gerbang AND, OR, NOT, NAND, NOR, EX-OR, EX-NOR, CLOCK, REGISTER, BCD, COUNTER, FLIP-FLOP, dan REGISTER) untuk modul akan di berikan setiap minggunya.

Selain laboratorium konvensional, juga terdapat laboratorium yang dapat dimanfaatkan oleh siswa yakni Laboratorium virtual atau bisa disebut dengan istilah Virtual Labs adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (*software*) komputer berbasis multimedia interaktif, yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya. Laboratorium virtual potensial untuk memberikan peningkatan secara signifikan dan pengalaman belajar yang lebih efektif. Pengembangan laboratorium virtual ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan belajar yang dialami oleh peserta didik dan mengatasi permasalahan biaya dalam pengadaan alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan kegiatan praktikum bagi sekolah-sekolah yang kurang mampu.

Melalui pembelajaran multimedia dalam bentuk laboratorium virtual, secara umum manfaat yang dapat diperoleh adalah proses pembelajaran menjadi lebih menarik, lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar dapat ditingkatkan dan proses belajar mengajar dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja.

Selain itu, melalui laboratorium virtual, bisa dilakukan penghematan biaya riset, serta riset-riset yang dahulu tidak mungkin dilakukan, karena keterbatasan pengkondisian sistem, saat ini telah bisa dilakukan (Reismeyanto, 2008).

Menurut Farreira (2010), Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan laboratorium virtual online adalah

1. Mengurangi keterbatasan waktu, jika tidak ada cukup waktu untuk mengajari seluruh peserta didik di dalam lab hingga mereka paham,
2. Mengurangi hambatan geografis, jika terdapat siswa atau mahasiswa yang berlokasi jauh dari pusat pembelajaran (kampus),
3. Ekonomis, tidak membutuhkan bangunan lab, alat-alat dan bahan-bahan seperti pada laboratorium konvensional,
4. Meningkatkan kualitas eksperimen, karena memungkinkan untuk diulang untuk memperjelas keraguan dalam pengukuran di lab,
5. Meningkatkan efektivitas pembelajaran, karena siswa atau mahasiswa akan semakin lama menghabiskan waktunya dalam lab virtual tersebut berulang-ulang,
6. Meningkatkan keamanan dan keselamatan, karena tidak berinteraksi dengan alat dan bahan kimia yang nyata.

Kelemahan dalam pemanfaatan Laboratorium Virtual online :

1. Peserta didik harus online (terkoneksi internet) untuk menjalankan simulasi suatu praktikum.
2. Keterbatasan pengetahuan mengenai tata cara pelaksanaan praktikum online, karena kebanyakan penyedia layanan Virtual Labs menggunakan bahasa Inggris sebagai bahasa pengantar.
3. Kurangnya pengalaman secara riil di laboratorium nyata, sehingga terjadi kebingungan peserta didik dalam merangkai alat dan mengoperasikannya.
4. Laboratorium Virtual tidak memberikan pengalaman di lapangan secara nyata.

Beberapa penyedia layanan Laboratorium Virtual (Virtual Labs) memberikan layanan secara gratis dan sebagiannya lagi secara berbayar. Kita bisa memanfaatkan Virtual Labs gratis untuk menunjang pemahaman peserta didik kita dalam memahami suatu konsep. Kadang guru tidak sempat melakukan praktikum bersama siswa karena adanya keterbatasan waktu ataupun karena keterbatasan peralatan serta sarana prasana praktikum. Virtual Labs menjadi solusi terbaik untuk melakukan praktikum secara “REAL TIME” kapanpun dan dimanapun peserta didik berada.

BAB 6

MULTIMEDIA INTERAKTIF

1. Pengertian

Teknologi multimedia menurut Cahyana (2008: 26) memberikan definisi sebagai perpaduan dari teknologi komputer baik perangkat keras maupun perangkat lunak dengan teknologi elektronik. Pada aplikasi multimedia CBT diharapkan akan membantu tugas-tugas dalam mempersentasikan atau memvisualisasikan: teknik teknik sampling, prosedur-prosedur, visualisai peralatan lab, teknik analisis laboratorium, serta tentang pemahaman peran laboratorium lingkungan dalam menghasilkan data-data yang akurat, sehingga dapat memberikan informasi yang tepat bagi yang membutuhkannya.

Multimedia interaktif menurut Dadang (2006: 34) digolongkan kedalam 2 sifat, yakni bersifat linear dan nonlinear. Suatu sistem dikatakan linear apabila pemakai (*user*) tidak dapat mengendalikan apa yang dilihat dilayar. Sedangkan sistem yang bersifat non linear adalah sistem yang biasa disebut multimedia interaktif dimana pemakai dapat mengendalikan apa yang dilihat dilayar komputer, pemakai ikut dalam mengendalikan jalannya operasi komputer.

Pemanfaatan teknologi multimedia sebagai *interactive multimedia instructional* (IMM), sebagai salah satu sarana pembelajaran bagi siswa, mempunyai beberapa kekuatan dasar seperti yang dikemukakan oleh Phillips (1997) yaitu: a) *mixed media*, dengan menggunakan teknologi multimedia berbagai media konvensional yang ada dapat diintegrasikan ke dalam satu jenis media interaktif, seperti: media teks (papan tulis), audio, video yang jika dipisahkan akan membutuhkan lebih banyak media; b) *User control*, Teknologi IMM, memungkinkan pengguna untuk menelusuri materi ajar sesuai dengan kemampuan dan latar belakang pengetahuan yang dimilikinya di samping itu, menjadikan pengguna lebih mudah mempelajari isi media secara berulang-ulang; c) simulasi dan visualisasi, simulasi dan

visualisasi merupakan fungsi khusus yang dimiliki oleh IMM, sehingga dengan teknologi animasi, simulasi dan visualisasi komputer pengguna akan mendapatkan informasi yang lebih real dari informasi yang bersifat abstrak; d) gaya belajar yang berbeda, IMM mempunyai potensi untuk mengakomodasi pengguna dengan gaya belajar yang berbeda.

Selanjutnya Philip (1997:8) menjelaskan:

The term multimedia is a catch-all phrase to describe the new wave of computer software, that primarily deals with the provisions of information. The multimedia's component is characterized by the presence of text, picture, sound, animation and video, some or all which are organized into some coherence program. The interactive component refers to the process of empowering the user to control the environment usually by a computer.

Multimedia adalah sebuah kata untuk mendeskripsikan wacana baru mengenai software komputer, terutama yang berkaitan dengan informasi. Komponen multimedia dapat ditandai dengan adanya teks, gambar, suara, animasi dan video, semuanya dikontrol dalam beberapa program. Komponen interaktif mengacu pada proses pemberdayaan pengguna dalam mengontrol lingkungan yang biasanya dilakukan melalui komputer

Multimedia interaktif pembelajaran yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi atau menggunakan multimedia disebut dengan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif. Penggunaan media pembelajaran ini dimaksudkan untuk membantu dosen dalam penyampaian materi dan juga membantu mahasiswa dalam memahami materi yang diajarkan (Herman, 1996). Selain itu muatan materi pelajaran dapat dimodifikasi menjadi lebih menarik dan mudah dipahami, tujuan materi yang sulit akan menjadi mudah, suasana belajar yang menegangkan menjadi menyenangkan. Dengan menggunakan media pembelajaran berbasis multimedia dapat memadukan media-media dalam proses pembelajaran, maka proses

pembelajaran akan berkembang dengan baik, sehingga membantu dosen menciptakan pola penyajian yang interaktif.

Multimedia interaktif merupakan kombinasi berbagai media dari komputer, video, audio, gambar dan teks. Berdasarkan definisi Hofstetter (2001) menyatakan bahwa multimedia interaktif adalah pemanfaatan komputer untuk menggabungkan teks, grafik, audio, gambar bergerak (video dan animasi) menjadi satu kesatuan dengan link dan tool yang tepat sehingga memungkinkan pemakai multimedia dapat melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi, dan berkomunikasi.

Melalui beberapa definisi sebelumnya, dengan demikian multimedia dapat diartikan sebagai penggunaan beberapa media yang berbeda untuk menggabungkan dan menyampaikan informasi dalam bentuk text, audio, grafik, animasi, dan video. Interaktif berarti bersifat saling mempengaruhi. Artinya antara pengguna (*user*) dan media (*program*) ada hubungan timbal balik, user memberikan respon terhadap permintaan/tampilan media (program), kemudian dilanjutkan dengan penyajian informasi/konsep berikutnya yang disajikan oleh media (*program*) tersebut. *User* harus berperan aktif dalam pembelajaran berbantuan komputer.

Terdapat beberapa keuntungan dan kelebihan menggunakan multimedia interaktif dalam pembelajaran diantaranya adalah sebagai berikut: 1) sistem pembelajaran lebih inovatif dan interaktif; 2) pengajar akan selalu dituntut untuk kreatif inovatif dalam mencari terobosan pembelajaran; 3) mampu menggabungkan antara teks, gambar, audio, musik, animasi gambar atau video dalam satu kesatuan yang saling mendukung guna tercapainya tujuan pembelajaran; 4) menambah motivasi pembelajar selama proses belajar mengajar hingga didapatkan tujuan pembelajaran yang diinginkan; 5) mampu memvisualisasikan materi yang selama ini sulit untuk diterangkan hanya sekedar dengan penjelasan atau alat peraga yang konvensional; 6) melatih pembelajar lebih mandiri dalam mendapatkan ilmu pengetahuan.

Selain itu, menurut Munandi (2008: 152-153) sebagai media pembelajaran, multimedia interaktif memiliki beberapa keunggulan

dan kelemahan yaitu: a) interaktif. Sesuai dengan namanya, program multimedia ini diprogram atau dirancang untuk dipakai oleh siswa secara individual (belajar mandiri). Saat siswa mengaplikasikan program ini, ia diajak untuk terlibat secara auditif, visual, dan kinetik sehingga dengan pelibatan ini memungkinkan informasi atau pesannya mudah dimengerti; b) memberikan iklim afeksi secara individual, karena dirancang khusus untuk pembelajaran mandiri, kebutuhan siswa secara individual terasa terakomodasi, termasuk bagi mereka yang lamban dalam menerima pelajaran; c) meningkatkan motivasi belajar. Dengan terakomodasinya kebutuhan siswa, siswa pun akan termotivasi untuk terus belajar; d) memberikan umpan balik. Multimedia interaktif dapat menyediakan umpan balik (respon) yang segera terhadap hasil belajar yang dilakukan oleh siswa; e) karena multimedia interaktif diprogram untuk pembelajaran mandiri, maka kontrol pemanfaatannya sepenuhnya berada pada pengguna.

Menurut Heinich (1996) media interaktif menggunakan model pembelajaran berbasis komputer yang dibedakan menjadi: a) model *drill and practice*, b) model *tutorial*, c) model *simulation*, d) model *games*, e) Model *problem solving*. Masing-masing model digunakan sesuai dengan kebutuhan perangkat pembelajaran yang akan dijadikan sebagai tujuan instruksional. Seperti model *drill and practice* baik digunakan untuk melatih keterampilan berupa pelatihan.

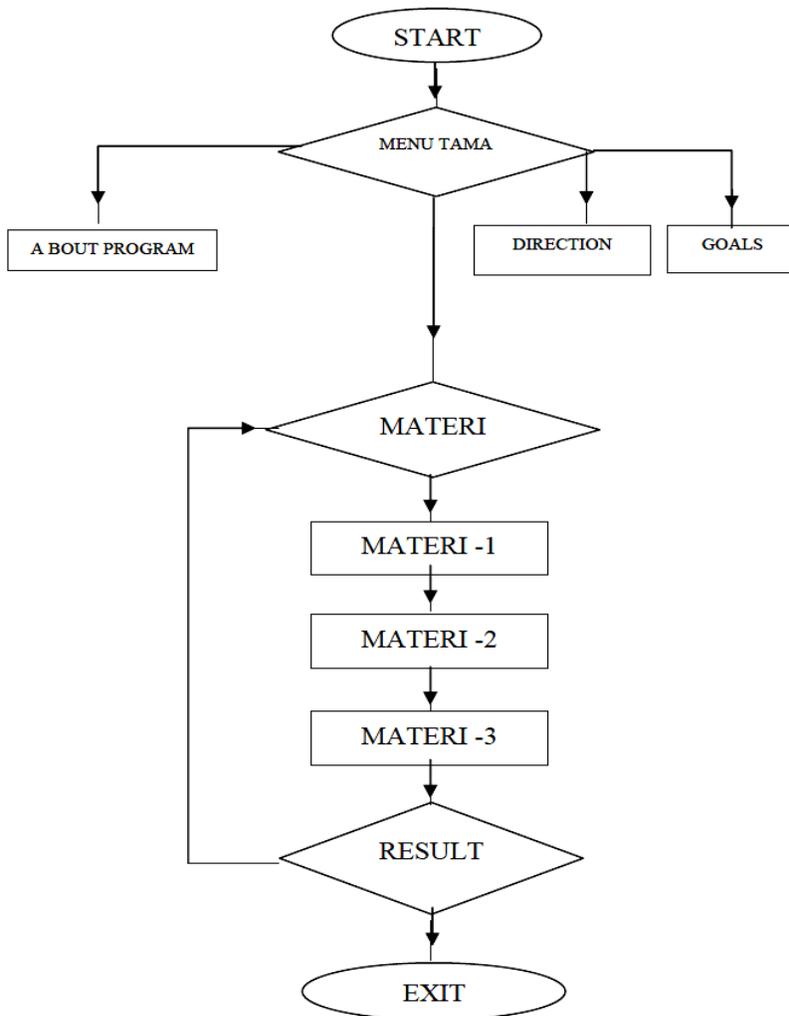
a. *Drills dan Practice*

Model drills dalam pembelajaran berbasis komputer pada dasarnya merupakan salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih kongkrit melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana yang sebenarnya (Darmawan, 2012:61). Ketentuan materi yang dapat dikemas dalam bentuk model drill (latihan), yaitu memiliki karakteristik sebagai berikut : 1) Telah disampaikan pada perkuliahan sebelumnya atau akan diberikan selanjutnya; 2) Bersifat pre-test dengan fungsi diagnostik kemampuan pemahaman dan kecepatan belajar mahasiswa; 3) Tanpa banyak uraian dan sederhana; 4) Bersifat penerapan dan kesimpulan; 5) Materi yang sifatnya dasar atau pra-

syarat dalam mempelajari materi selanjutnya; 6) Menekankan pada aspek kognitif. Untuk menghasilkan sebuah model program pembelajaran berbasis komputer sebagaimana yang diuraikan pada bagian terdahulu maka salah satu langkah awal yang harus dikembangkan dalam memproduksinya adalah mendesain model alur berpikir isi program tersebut, yaitu yang biasa disebut dengan model Flow Chart.

Secara umum tahapan pembelajaran dengan model *drill* adalah sebagai berikut: a) penyajian masalah-masalah dalam bentuk latihan soal pada tingkat tertentu dari penampilan siswa; b) siswa mengerjakan soal-soal latihan; c) program merekam penampilan siswa, mengevaluasi kemudian memberikan umpan balik; d) jika jawaban yang diberikan siswa benar program menyajikan materi selanjutnya dan jika jawaban siswa salah program menyediakan fasilitas untuk mengulangi latihan atau Remediation, yang dapat diberikan secara parsial atau pada akhir keseluruhan soal.

Model *flow chart* program *drill* secara umum dan model yang sudah disesuaikan dengan analisis kebutuhan pembelajaran. Secara khusus *flow chart* untuk program *drills* memiliki ciri khusus, sebagaimana terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10

Flowchart model *drill* dan *practice* (Darmawan, 2012:72)

b. *Tutorial*

Program pembelajaran berbantuan komputer model tutorial merupakan program pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran dengan menggunakan perangkat lunak berupa program komputer yang berisi materi pelajaran. Metode Tutorial pada

dasarnya mengikuti pengajaran berprogram tipe *Branching* atau percabangan dimana informasi/mata pelajaran disajikan dalam unit-unit kecil, lalu disusul dengan pertanyaan. Respon siswa dianalisis oleh komputer dengan membandingkan dengan jawaban yang diintegrasikan oleh penulis program dan umpan baliknya mengenai jawaban yang benar diberikan. Program ini juga menuntut siswa untuk mengaplikasikan ide dan pengetahuan yang dimilikinya secara langsung dalam kegiatan pembelajaran.

1) Konsep *Tutorial*

Model ini digunakan untuk menyajikan materi secara untuh kepada siswa melalui konsep mastery learning atau belajar tuntas. Ketentuan umum bahwa model ini bisa dikembangkan untuk materi yang memiliki karakteristik sebagai berikut : a) informasi baru; b) bersifat konsep; c) luas dan mendalam; d) memerlukan kontrol dan mastery learning; e) berhubungan antara bagian pokok materi yang satu dengan yang lainnya; f) memungkinkan dipelajari secara berulang; g) memiliki pola berpikir dan arah pembelajaran bercabang (*branching*); h) membutuhkan kontrol waktu dalam setiap segmen materi atau Martery Learning secara keseluruhan; i) menekankan pada pengoptimalan pencapaian aspek kognitif

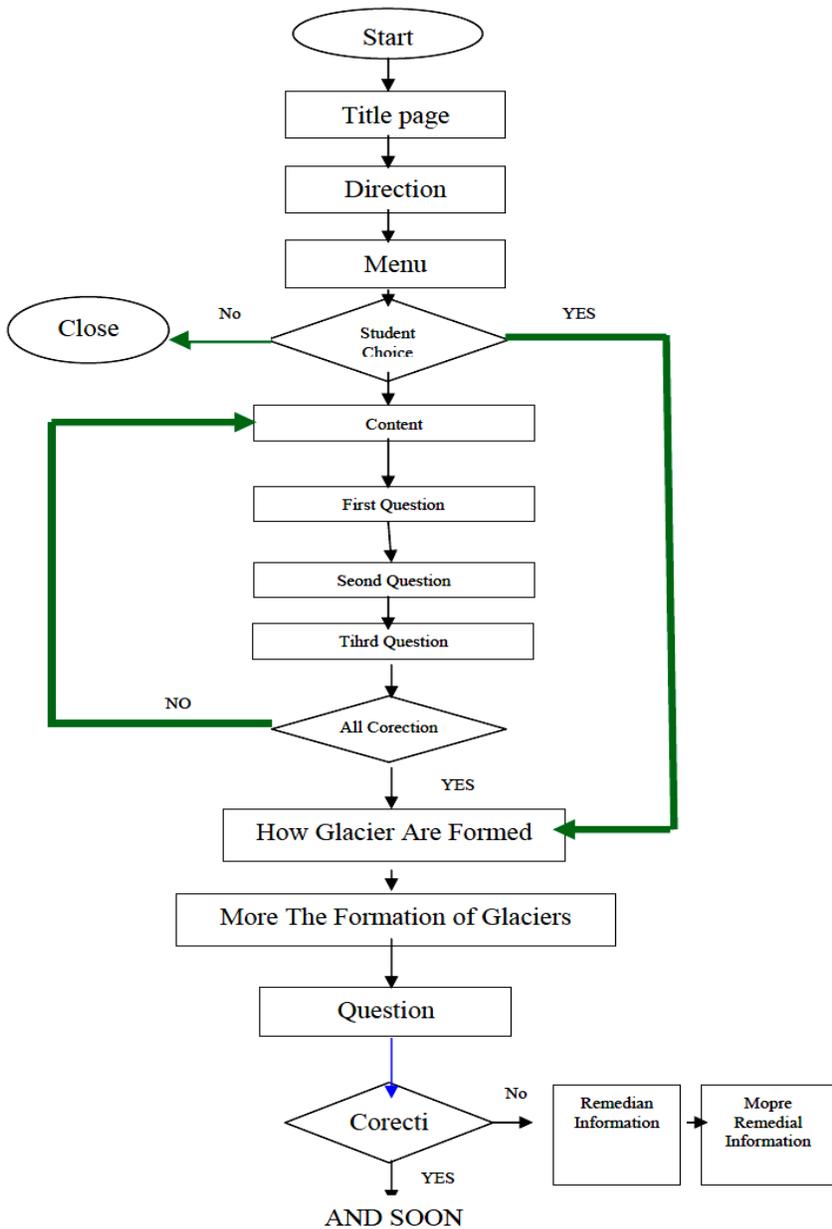
2) Ciri Model *Tutorial*

Terdapat beberapa hal yang menjadi ciri model *tutorial*, dimana materi pelajaran dikemas dalam bentuk prosedur sebagai berikut : a) pendahuluan; b) pokok Materi; c) jenis balikan atau respon; d) deteksi jawaban salah dan betul; e) soal formatif atau UTS; f) melihat hasil. Melihat hasil merupakan salah satu kontrol terhadap *mastery learning* peserta didik dalam menyelesaikan semua materi pembelajaran beserta soal-soal yang disajikan dalam model tutorial. Di mana pada bagian ini bisa didesain dalam bentuk skor angka atau grafik benar dan salah.

Untuk menghasilkan sebuah model program pembelajaran berbasis komputer sebagaimana yang diuraikan pada bagian

terdahulu maka salah satu langkah awal yang harus dikembangkan dalam memproduksinya adalah mendesain model alur berpikir isi program tersebut, yaitu yang biasa disebut dengan model *flow chart*.

Adapun tahapan pembelajaran dengan bantuan komputer model tutorial adalah *direction* (Pengenalan/ petunjuk), *presentation of information* (Penyajian informasi materi), *question of responses* (Pertanyaan dan Respon-respon), *judging of responses* (Penilaian respon), *providing feedback about responses* (Pemberian balikan respon), *remediation* (Pengulangan), *sequencing lesson segment* (Segmen pengaturan pelajaran), *introduction* (Pendahuluan), dan *closing* (Penutup). Berikut adalah contoh model *flow chart* program Tutorial secara umum dan model yang sudah disesuaikan dengan analisis kebutuhan pembelajaran. Secara khusus *flow chart* untuk program *drills* memiliki ciri khusus, sebagaimana terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11

Flowchart model tutorial (Darmawan, 2012:74)

c. Animasi

Animasi adalah sebuah teknik bagaimana menetapkan/menampilkan kembali tingkah laku/behavior objek yang bergantung terhadap waktu. Model simulasi dalam pembelajaran berbantuan pada dasarnya merupakan salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih kongkrit melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana yang sebenarnya. Menurut Suyanto (2003:287-290) terdapat 9 macam animasi, antara lain: a) animasi sel, merupakan animasi yang dibuat dengan media sel (lembaran selluliod) berisi objek animasi gambar pada setiap frame; b) animasi *frame*, merupakan animasi komputer yang prosesnya dari frame yang satu ke frame yang lain; c) animasi *sprite*, merupakan animasi komputer yang objek utamanya adalah animasi yang bergerak, sedangkan latar belakangnya statis; d) animasi *lintasan*, merupakan animasi komputer dimana objek animasi bergerak sepanjang suatu kurva atau garis yang ditentukan sebagai lintasannya; e) animasi *spline*, merupakan animasi lintasan dimana kecepatan objek animasi yang bergerak dapat dikontrol oleh pengguna dengan suatu tombol; f) animasi vektor, merupakan animasi komputer yang objek animasinya disesuaikan dengan memvariasikan 3 parameter yaitu ujung/pangkal, arah dan panjang pada segmen-segmen garis dengan image vektor sebagai objeknya; g) animasi Karakter, merupakan animasi komputer pada karakter-karakter; h) animasi *computational*, merupakan animasi komputer yang gerak objek animasinya berdasarkan variasi kordinat kartesius; i) animasi *morphing*, merupakan animasi komputer yang mengubah bentuk suatu objek ke bentuk yang lain.

d. Simulasi

Simulasi menurut Heinich (1982) merupakan abstraksi atau penyederhanaan beberapa situasi kehidupan nyata atau suatu proses. Simulasi dalam pembelajaran dapat menyediakan suatu kerangka yang spesifik untuk mengimplementasikan apa yang akan dipelajari baik melalui belajar penemuan (*discovery*), pendekatan penyelidikan (*inquiry*) maupun belajar berpengalaman (*experiential*) dalam urutan

yang mudah dimengerti dan mempunyai fungsi sebagai model situasi atau dalam situasi yang sama.

Perkembangan teknologi komputer yang pesat menurut Jacobs dan Dempsey (1993) membuat simulasi pembelajaran akan dapat dibuat sedemikian rupa sehingga akan dapat mengatasi adanya kurang termotivasinya pebelajar dalam belajar. Lebih lanjut Alessi dan Trollip (1991:199) menjelaskan:

In educational context, a simulation is a powerful technique that teach about some aspect of the world by limiting or replacing it. Student not only motivated by simulation, but learn by interacting with them in a manner similar to the way. They would react in real situation in almost every instance. A simulation also simplifies really by omitting or changing details. In the specifies world, the student solve problems, learn procedures comes to understand the characteristic of phenomena and how to control them or learn what action to take in different situation. In each case, the purpose is to help the students build a useful mental model of part of the world to provide an opportunity to test if safety and efficiency.

Melalui konteks pendidikan simulasi merupakan teknik yang baik untuk mengajarkan beberapa aspek yang ada di dunia karena beberapa keterbatasan. Siswa tidak hanya termotivasi melalui simulasi akan tetapi belajar bagaimana berinteraksi dengan keadaan nyata. Simulasi juga menggantikan keadaan nyata terhadap sesuatu. Dalam dunia yang tidak nyata, siswa belajar untuk memecahkan masalah, belajar mengenai prosedur untuk memahami karakteristik fenomena dan bagaimana mengendalikan pembelajaran dengan situasi yang berbeda. Masing-masing tujuannya adalah membantu siswa untuk membangun mental mereka.

Lebih lanjut Grabe (1996:87) menyatakan bahwa simulasi adalah representasi oleh komputer dari beberapa keadaan lingkungan atau sistem baik yang nyata ataupun *imagineer*. Simulasi akan dapat memberikan pengalaman praktek dan pengalaman-pengalaman lain yang memungkinkan pebelajar dapat juga mengobservasi fenomena yang tidak dapat dilihat secara normal, mengontrol proses dari

sesuatu yang tidak dapat dikontrol secara langsung atau berpartisipasi dalam kondisi normal membutuhkan biaya mahal dan berbahaya.

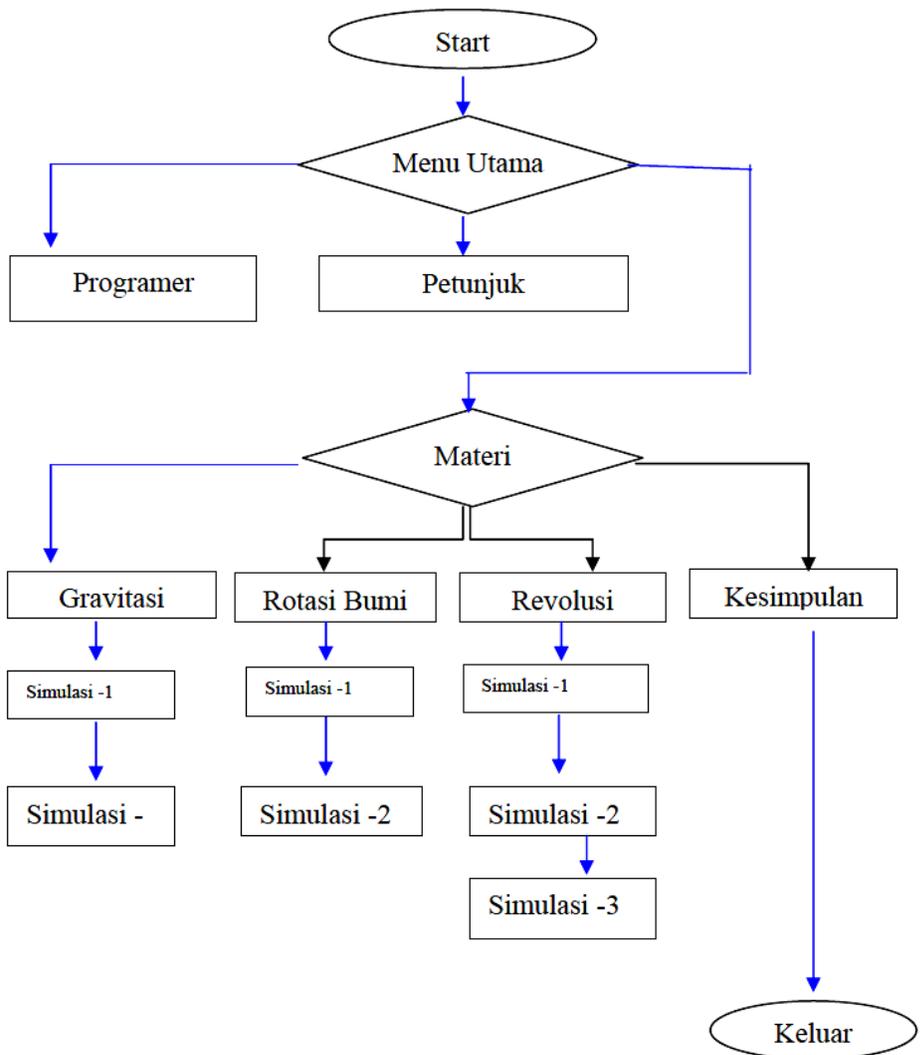
Pengaruh dari simulasi tidak dinyatakan oleh pengujian beberapa besar pengetahuan yang diperoleh tetapi oleh pengujian transfer dan aplikasi (Thomas And Hooper, 1991). Transfer berkenaan dengan kemampuan pebelajar dalam menggunakan situasi baru selama ia belajar. Sedangkan menurut Goodman (1995) menekankan bahwa penggunaan simulasi komputer dapat digunakan untuk mengatasi kesenjangan yang disebabkan oleh kurangnya dana yang tersedia untuk peralatan praktikum di sekolah. Secara jelas dapat disimpulkan bahwa simulasi adalah perwujudan bentuk nyata (*real*) pada keadaan maya (*virtual*) untuk menggambarkan sesuatu karena adanya keterbatasan dalam penyediaan alat dan sebagai pendukung kegiatan praktek di sekolah dalam rangka pemecahan masalah sehingga akan memberikan pengalaman-pengalaman praktek siswa dan motivasi dalam melakukan kegiatan praktikum.

Ketentuan umum model simulasi dapat diterapkan jika materi perkuliahan memiliki karakteristik sebagai berikut : 1) bersifat proses bekerjanya sesuatu alat, penciptaan produk tertentu; 2) terdiri dari prosedur dalam bentuk sistem tertentu; 3) mempelajari cara menggunakan alat, prosedur dan langkah-langkah tertentu; 4) bertujuan untuk membuktikan sesuatu melalui proses eksperimen; 5) memperagakan dan menunjukkan simulasi secara berurutan; 6) berupa analisis, sintesis dan aplikasi, 7) memerlukan proses pengamatan yang cermat; 8) menekankan pada pencapaian aspek afektif dan psikomotor; dan 9) menuntut evaluasi praktek dan pengamatan.

Model simulasi ini memiliki prosedur sebagai berikut: a) pendahuluan, berisi identitas mata kuliah, identitas programer, judul pokok materi pelajaran, petunjuk atau langkah pembelajaran yang harus ditempuh selama proses simulasi berlangsung; b) pokok materi, disajikan dalam bentuk simulasi atau proses terjadinya sesuatu, cara atau prosedur kerja dan mengejakan sesuatu dengan dan tanpa alat khusus dengan sajian animasi yang lengkap; c) adanya fasilitas (berupa *icon-icon* tertentu) untuk melakukan proses pengulangan simulasi dari

materi yang dimaksud; d) adanya ilustrasi dalam bentuk animasi dari penjelasan materi yang berhubungan prosedur, proses dan cara kerja serta menggunakan alat tertentu; e) pemberian fasilitas pengulangan simulasi oleh peserta didik mengenai materi yang disajikan; f) evaluasi disajikan secara terpisah dari materi dalam bentuk simulasi tersebut. Evaluasi disusun seperti halnya pada tutorial; g) soal formatif, bisa disajikan secara tersendiri di luar prosedur tutorial; h) melihat hasil, merupakan salah satu kontrol terhadap mastery learning peserta didik dalam menyelesaikan semua materi pembelajaran beserta soal-soal yang disajikan dalam model simulasi.

Kriteria untuk menghasilkan sebuah model program pembelajaran berbasis komputer sebagaimana yang diuraikan pada bagian terdahulu maka salah satu langkah awal yang harus dikembangkan dalam memproduksinya adalah mendesain model alur berpikir isi program tersebut, yaitu yang biasa disebut dengan model *flow chart*. Berikut adalah contoh model *flow chart* program simulasi secara umum dan model yang sudah disesuaikan dengan analisis kebutuhan pembelajaran. Secara khusus *flow chart* untuk program simulasi memiliki ciri khusus, sebagaimana terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12
Flowchart model simulasi (Darmawan, 2012:75)

e. Games

Menurut Criswell (1989:20) model permainan dikembangkan berdasarkan atas pembelajaran menyenangkan, dimana peserta didik akan dihadapkan pada beberapa petunjuk

dan aturan permainan. Dalam konteks pembelajaran sering disebut dengan *Instructional Games*. Pembelajaran dengan metode *game* memadukan antara pembelajaran dan pendidikan sehingga siswa mampu memaknai sebuah materi pelajaran melalui pemahamannya dan pengalaman belajar.

Ketentuan umum model *games* bisa diterapkan jika materi perkuliahan memiliki karakteristik sebagai berikut: 1) bersifat proses mencari dan menemukan jawaban sendiri oleh siswa; 2) terdiri dari prosedur dan langkah serta aturan permainan yang harus diikuti selama pembelajaran berlangsung; 3) materi terdiri atas bagian-bagian yang memiliki satu kesatuan; 4) bertujuan untuk membuktikan sesuatu dan mencari jawaban sesuai dengan langkah permainan; 5) menunjukkan proses dan prosedur permainan yang menarik; 6) Bersifat analisis, sistesis, evaluasi dan penyimpulan bagian materi; 7) Memerlukan proses permainan dan berpikir kritis; 8) Memerlukan bentuk dan variasi stimulus dan penguatan yang kuat; 9) Menuntut evaluasi dalam bentuk sikap kejujuran dan kecermatan.

Model *games* juga memiliki prosedur antara lain: a) pendahuluan, berisi Identitas Mata Kuliah, identitas programer, judul pokok materi perkuliahan, petunjuk atau langkah pembelajaran yang harus ditempuh dalam bentuk petunjuk permainan; b) pokok Materi, disajikan dalam bentuk permainan (kuis, peragaan, pelakonan dan sebagainya) selama mengerjakan sesuatu dengan katagori permainan yang bervariasi; c) adanya Fasilitas (berupa icon-icon tertentu) untuk melakukan proses pengulangan permainan dari setiap bagian materi termuat di dalamnya; d) adanya pelakon, tokoh atau pengganti peran mahasiswa dalam setiap permainan; e) pemberian fasilitas pengulangan permainan oleh peserta didik mengenai materi yang disajikan; f) setiap akhir permainan ada reward; g) evaluasi disajikan diakhir permainan baik secara terpadu atau terpisah dari materi yang disajikan. Khusus untuk evaluasi terpisah

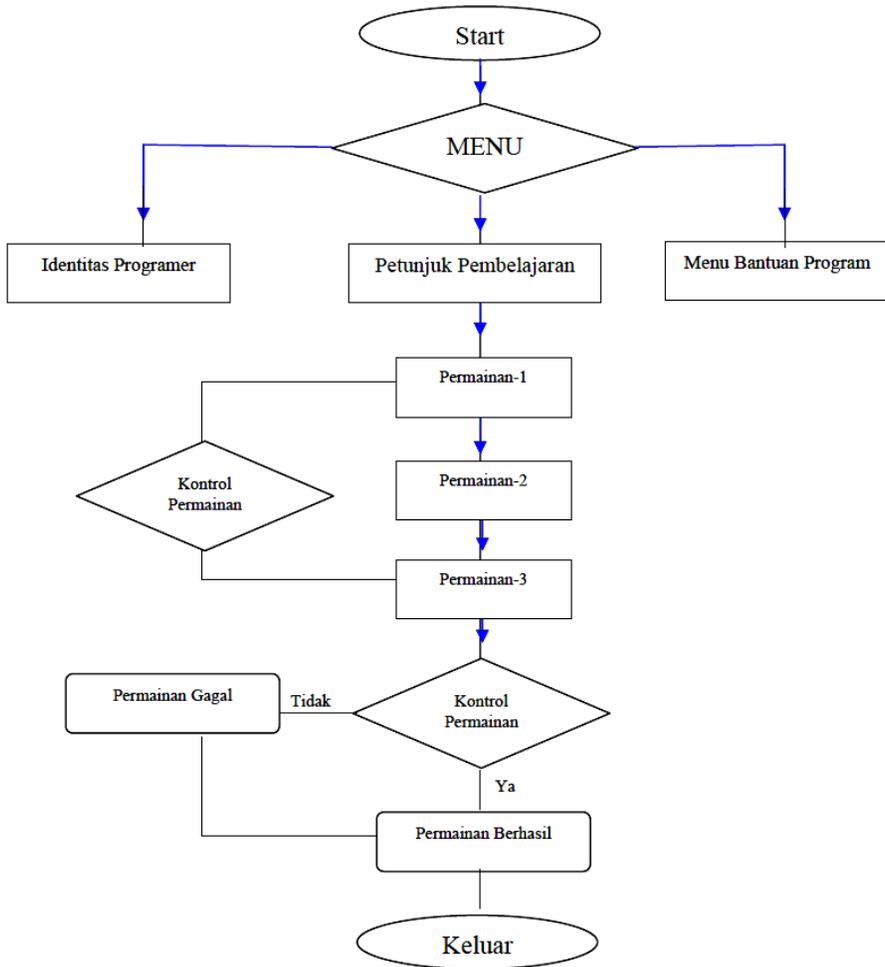
disusun seperti halnya pada tutorial; h) Soal formatif; i) melihat hasil merupakan salah satu kontrol terhadap mastery learning peserta didik dalam menyelesaikan semua materi pembelajaran beserta soal-soal yang disajikan dalam model games. Di mana pada bagian ini bisa didesain dalam bentuk skor angka atau grafik benar dan salah.

Kriteria untuk menghasilkan sebuah model program pembelajaran berbasis komputer sebagaimana yang diuraikan pada bagian terdahulu maka salah satu langkah awal yang harus dikembangkan dalam memproduksinya adalah mendesain model alur berpikir isi program tersebut, yaitu yang biasa disebut dengan model *flow chart*. Berikut adalah contoh model *flow chart* program games secara umum dan model yang sudah disesuaikan dengan analisis kebutuhan pembelajaran. Secara khusus *flow chart* untuk program *games* memiliki ciri khusus, sebagaimana terlihat pada Gambar 13.

6.2 Prosedur Pengembangan Multimedia Pembelajaran

Menurut Lee (2004:161) terdapat 5 prosedur pengembangan media antara lain meliputi: 1) *analysis*, Sebelum mengembangkan media, terlebih dahulu harus dilakukan analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan dapat dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, maupun prasurvei; 2) *design*, Tahap desain mencakup desain pembelajaran dan produk media. Pada tahap ini perancangan disesuaikan dengan materi, teknik tampilan, dan teknik pemilihan warna agar mata *user* tidak cepat jenuh; 3) *development*, tahap ini adalah tahap produksi media sesuai desain yang direncanakan kemudian dikembangkan. Misalnya untuk siswa SMK berbeda dengan siswa SMU, sekolah menengah kejuruan lebih banyak mengarah kepada aplikasi; 4) *implementation*, tahap ini akan mengimplementasikan hasil desain yang telah di rancang dan

dikembangkan. Diimplementasikan kepada pengguna dengan memperhatikan bobot materi, siswa sekolah menengah berbeda bobotnya dengan mahasiswa perguruan tinggi; dan 5) *evaluation*, evaluasi terhadap media pembelajaran dilakukan dengan cara validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk mengetahui kualitas media yang telah dihasilkan.



Gambar 13
Flowchart model *game* (Darmawan, 2012:76)

6.3 Struktur Navigasi

Ada empat macam bentuk dasar dan struktur navigasi yang biasa digunakan dalam proses pembuatan aplikasi multimedia menurut Irhamna (2002) yaitu: 1) *linier*, merupakan struktur yang mempunyai satu rangkaian cerita berurutan. Struktur ini menampilkan satu demi satu tampilan layar secara berurutan menurut aturannya; 2) *hirarki*, struktur ini sering disebut struktur navigasi bercabang, yaitu merupakan suatu struktur yang mengandalkan percabangan untuk menampilkan data atau gambar pada layar dengan kriteria tertentu. Tampilan pada menu pertama disebut master page (halaman utama satu), halaman tersebut mempunyai halaman percabangan yang disebut slave page (halaman pendukung) dan jika dipilih menjadi halaman kedua, begitu seterusnya; 3) *nonlinier*, struktur navigasi nonlinier (tidak terurut merupakan pengembangan dari struktur navigasi linier, hanya saja pada navigasi ini diperkenankan untuk membuat percabangan. Percabangan pada struktur nonlinier berbeda dengan percabangan pada struktur hirarki, pada struktur ini kedudukan semua page sama, sehingga tidak dikenal dengan adanya master atau slave page, dan; 4) campuran, merupakan gabungan dari struktur sebelumnya dan disebut juga struktur navigasi bebas, maksudnya adalah jika suatu tampilan membutuhkan percabangan maka dibuat percabangan. Struktur ini paling banyak digunakan dalam pembuatan aplikasi multimedia.

6.4 Efek Warna

Warna adalah sesuatu yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan kita yang kehadirannya bisa kita rasakan secara nyata. Studi terbaru telah menunjukkan bahwa warna menandai emosi seseorang. Kini para ilmuwan memperkenalkan keterlibatan warna terhadap cara otak menerima serta menginterpretasikan warna. Perkembangan bidang psikologi juga membawa warna

menjadi objek perhatian bagi para ahli psikologi. Penggunaan warna pada desain dan aplikasi di komputer juga perlu memperhatikan efek emosi dan psikologi warna tersebut bagi penggunaannya.

Menurut Darmaprawira (2002) warna dapat pula menggambarkan suasana hati seseorang. Pada seni sastra baik sastra lama maupun sastra modern, puisi maupun prosa, sering terungkap perihal warna baik sebagai kiasan maupun perumpamaan. Telah banyak dibuktikan melalui percobaan-percobaan bahwa warna mempengaruhi kegiatan fisik dan mental. Warnapun telah digunakan untuk alat penyembuhan penyakit mental

a. Dimensi Psikologis

Setiap stimulus visual yang diproses oleh sistem perseptual manusia berisi informasi warna. Elliot (2007:37) telah mengembangkan model umum warna dan fungsi psikologis yang dinyatakan sebagai berikut:

First, colors can carry specific meanings. Color is not just about aesthetics—it also communicates specific information. Second, color meanings are grounded in two basic sources: learned associations that develop from repeated pairings of colors with particular messages, concepts, or experiences; and biologically based proclivities to respond to particular colors in particular ways in particular situations. Some color associations may emerge from learning alone, but color theorists suspect that many such associations emerge from evolutionarily ingrained responses to color stimuli. Third, the mere perception of color evokes evaluative processes. Fourth, the evaluative processes evoked by color stimuli produce motivated behavior. Color stimuli that carry a positive meaning produce approach responses, whereas those that carry a negative meaning produce avoidance responses. Fifth, color typically exerts its influence on psychological functioning in an automatic fashion; the full process from evaluation of the color stimulus to activation and

operation of motivated behavior typically takes place without conscious intention or awareness. Sixth, color meanings and effects are contextual. A given color has different implications for feelings, thoughts, and behaviors in different contexts (e.g., achievement contexts, relational contexts).

Warna mempunyai bermacam-macam makna pertama, selain sebagai keindahan juga sebagai sarana komunikasi yang memberikan informasi khusus. Kedua, warna mempunyai arti muncul dari 2 sumber dasar yakni sebagai kumpulan pesan, konsep, dan simbol biologis. Ketiga, persepsi warna merupakan proses evaluasi. Keempat, warna sebagai stimuli yang memberikan makna tersendiri. Kelima, warna khusus sebagai fungsi psikologis. Keenam, warna bermakna kontekstual untuk merasakan, menyentuh dan perilaku yang berbeda seperti konteks keterikatan. Jadi begitu banyaknya arti warna dimulai dari warna sebagai pembawa informasi, sebagai pusat respon, sebagai sebuah rangsangan, memiliki fungsi psikologis tertentu, penekanan perbedaan perasaan, pikiran, dan perilaku.

Selanjutnya menurut Goldstein (2002:13) menyatakan bahwa terdapat 3 dimensi psikologis warna antara lain: a) *hue* (corak warna), corak warna berkaitan dengan nama warna tertentu. Nama warna misalnya : Merah, Hijau, Biru, dan Kuning; b) *brightness* (kecerahan warna), dasar fisis kecerahan terutama adalah energi sumber cahaya yang berhubungan dengan amplitudo gelombang. Namun, kecerahan dalam beberapa hal juga tergantung pada panjang gelombang, misalnya : warna kuning tampak lebih terang dari panjang gelombang warna dan biru, walaupun ketiga warna tersebut mempunyai amplitudo yang sama; c) *saturation* (kejenuhan warna), saturasi atau kejenuhan warna berhubungan dengan keanekaragaman warna cahaya, di mana warna putih berkaitan dengan tidak adanya warna secara total. Warna yang memiliki saturasi yang

tinggi kelihatan tidak mengandung warna putih. Warna yang tidak memiliki saturasi kelihatan pucat dan keputih-putihan. Tingkat saturasi yang rendah berhubungan dengan panjang gelombang berbeda-beda dari suatu warna, dan tingkat saturasi yang tinggi berhubungan dengan panjang gelombang tunggal.

Melalui dimensi psikologis warna, riset telah membuktikan adanya reaksi tubuh manusia terhadap warna menurut Allen dan Stimpson (1994), baik secara psikologis maupun fisiologis. Riset tersebut memperlihatkan bawa warna: 1) mempengaruhi suasana hati (*Mood*) dan perasaan seseorang dalam hubungannya dengan space. Oleh karena itu warna suatu media pembelajaran dapat dipilih sesuai dengan aktivitas yang dilakukan dalam ruang tersebut; b) dipengaruhi oleh persepsi mata pada berat atau bobot dan ukuran. Warna gelap dan terang terlihat lebih berat daripada warna cerah dan dingin; c) mempengaruhi persepsi seseorang pada suhu. Studi mengindikasikan bahwa suhu tubuh betul-betul naik turun pada respon terhadap warna yang berbed-beda. Sebagian contoh merah, orange, dan kuning dapat meningkatkan suhu seseorang sekitar 5 sampai 7 derajat. Warna dingin memiliki reaksi yang berlawanan; d) dapat menyebabkan perasaan bosan dan ketenangan, atau stimulasi dan kelincahan. Warna menyebabkan sistem syaraf menjadi terangsang, dan tubuh bereaksi dengan cara yang negatif pada stimulus; e) dapat mempengaruhi reaksi tubuh terhadap persepsi suara, rasa, bau badan, dan waktu.

Berdasarkan respon-respon tubuh manusia terhadap warna tersebut diatas, maka diperlukan suatu pertimbangan yang matang dalam memilih dan menggunakan warna pada media pembelajaran. Warna dapat pula dilihat sebagai suatu bagian dari sebuah komposisi warna apabila disusun bersama dengan warna-warna tertentu terhadap tubuh manusia dapat diperlemah atau justru diperkuat dengan menyusunnya dengan

warna-warna lain. Pertimbangan penyusunan komponen sisi warna menjadi begitu penting.

Pertimbangan pengaturan komposisi warna merupakan pertimbangan utama dalam mengaplikasikan warna kedalam perangkat media pembelajaran praktikum. Sebagaimana yang diungkapkan oleh Dagget (2008:1) adalah sebagai berikut.

Color is an important factor in the physical learning environment and is a major element in interior design that impacts student achievement, as well as teacher effectiveness and staff efficiency. Research has demonstrated that specific colors and patterns directly influence the health, morale, emotions, behavior, and performance of learners, depending on the individual's culture, age, gender, and developmental level.

Warna merupakan faktor penting dalam lingkungan belajar fisik dan merupakan unsur utama dalam desain interior yang mempengaruhi pencapaian murid, efektifitas guru dan efisiensi staf. Penelitian telah menunjukkan bahwa pola warna tertentu dan langsung akan mempengaruhi kesehatan, moral, emosi, perilaku, dan kinerja peserta didik, tergantung pada budaya individu, umur, jenis kelamin, dan tingkat perkembangan anak.

Warna pada lingkungan pembelajaran menyediakan lingkungan yang baik memperbaiki pengolahan visual, mengurangi stres, dan memberikan kesegaran otak melalui stimulasi visual. Stimulasi visual merupakan upaya penyegaran otak, memberikan sambungan yang kuat dalam mengarahkan pikiran visual, pemecahan masalah, dan kreativitas (Simmons, 1995). Warna mengurangi berbagai kebosanan dan suasana pasif. Oleh karena itu, media pembelajaran praktikum harus menggabungkan berbagai warna (berdasarkan umur, gender, subjek dan aktivitas) untuk mengurangi kebosanan dan persepsi visual yang menyegarkan. Warna meningkatkan perhatian

dengan menghindari lingkungan yang monoton dan membantu agar tetap fokus melalui stimulasi mental, sehingga meningkatkan produktivitas dan akurasi. Kelelahan mata, kekontrasan, silau, tingkat stimulasi dan derajat konsentrasi adalah merupakan pengaruh langsung oleh warna.

Rekomendasi warna oleh Dagget (2008) adalah sebagai berikut.

Colour have recommendation: 1) Computer Skills Lab: encourage- medium colors, provide visual relief, no bright colors; 2) biology: nature- blue, green, teal, brown, beige; 3) business: corporate-blue, gray, black, burgundy, dark green; 4) chemistry: logic-blue, green, indigo; 5) physics: energy-blue, yellow, green, indigo; 6) foreign language: friendship- yellow; 7) history: age- amber, blue, yellow, sea green; 8) mathematics: logic- indigo, blue; 9) social studies: social-orange, green, brown

Keterampilan komputer menuntut sebuah motivasi, maka warna yang rekomendasikan adalah warna menengah, memberikan efek visual, tidak ada warna-warna cerah. Biologi merupakan warna alam seperti warna biru, hijau, coklat, krem. Warna yang baik untuk bisnis adalah yang berkaitan dengan perusahaan seperti warna biru, abu-abu, hitam, merah anggur, hijau gelap. Kimia merupakan bidang ilmu yang banyak menggunakan logika maka warna yang direkomendasikan adalah warna biru, hijau, nila. Fisika merupakan bidang ilmu mengenai energi maka warna yang direkomendasikan adalah warna biru, kuning, hijau, indigo. Dalam bidang bahasa asing yang mengindikasikan persahabatan, maka warna yang direkomendasikan adalah warna kuning. Sejarah merupakan lambang umur dan ketuaan maka warna yang direkomendasikan adalah warna biru, kuning, hijau laut. Matematika banyak bermain dengan logika maka warna yang baik untuk digunakan

adalah warna biru. Sedangkan untuk bidang sosial sosial warna yang direkomendasikan adalah warna oranye, hijau, dan coklat.

b. Dimensi Optis

Warna yang tampil pada layar monitor pada dasarnya merupakan proses pengolahan warna yang bersumber dari warna RGB (*Red*, *Green* dan *Blue*) yang dipancarkan melalui fosfor layar. Alihragam dari sistem RGB ke YIQ dapat dilakukan secara linear (Jain, 1989) menggunakan persamaan:

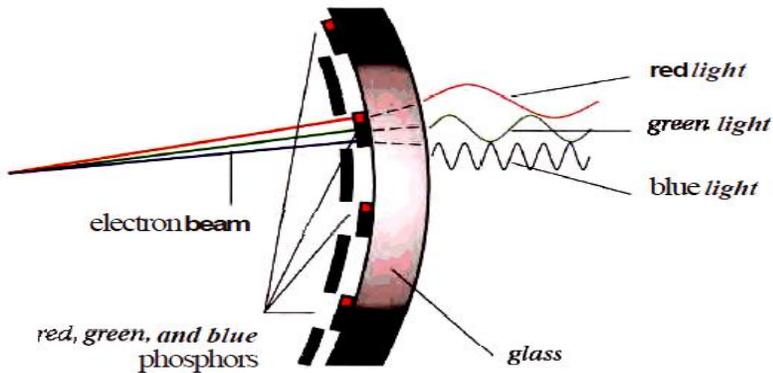
$$\begin{aligned} Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114 B \\ I &= 0.596R - 0.257G - 0.321B \\ Q &= 0.212R - 0.523G - 0.311B \end{aligned}$$

Y mengandung komponen luminans yang dominan, sedangkan I dan Q merupakan komponen yang mengandung informasi warna dan sedikit luminans sehingga alihragam YIQ memberikan keuntungan pada *human visual system* yaitu adanya penumpukan informasi pada komponen Y-nya. Secara teoritis mata manusia lebih sensitif terhadap perubahan hue dan saturasi. Koefisien alihragam diperoleh atas dasar tanggapan relatif tingkat kecerahan mata manusia terhadap warna hijau dan biru, sedangkan I dan Q merupakan penyekalaan dan perotasian dari R-Y dan B-Y dengan sudut 33 derajat, hal ini dilakukan atas dasar sensitivitas mata manusia seperti yang disajikan pada Gambar 14.

c. Dimensi Estetika (Keindahan)

Kata komposisi berasal dari bahasa inggris *composition*, dari kata kerja *to compose* yang berarti mengarang, menyusun dan mengubah (Darmaprawira, 2002). Lazimnya aktivitas menyusun mengarang maupun mengubah tersebut digunakan dalam kegiatan seni, apakah seni sastra, seni musik ataupun seni rupa. Kegiatan yang berhubungan dengan estetika baik dalam bentuk susunan, karangan atau gambaran berdasarkan aturan aturan atau kaidah yang berlaku bagi masing-masing cabang seni

tersebut. Komposisi warna itu sendiri adalah susunan warna-warna yang diatur untuk tujuan seni. Mulai dari seni rupa, seperti lukisan patung, seni grafis, keramik maupun seni terpakai atau desain.



Gambar 14
Efek Optis Warna (Fraser, 2005:113)

6.5 Prinsip Desain Multimedia

Prinsip desain multimedia dimaksudkan untuk meningkatkan mutu desain presentasi multimedia yakni untuk kontribusi pada teori kognitif *multimedia learning* dan untuk meningkatkan mutu desain presentasi multimedia yakni untuk kontribusi pada ranah praktis pembelajaran multimedia. Sehingga untuk sisi praktis memberikan tujuh prinsip dasar untuk desain presentasi multimedia sebagai berikut (Mayer, 2001:270): 1) prinsip multimedia, yakni siswa dapat belajar lebih baik melalui kata dan gambar jika dibandingkan dengan kata-kata saja; 2) prinsip keterdekatan ruang, yakni siswa dapat belajar lebih baik saat kata-kata dan gambar disajikan berdekatan jika dibandingkan dengan saling berjauhan dilayar komputer; 3) prinsip keterdekatan waktu, yakni siswa dapat belajar lebih baik saat kata-kata dan gambar disajikan secara simultan (beriringan) jika dibandingkan dengan suksesif (bergantian); 4) prinsip koherensi, yakni siswa dapat belajar lebih baik saat kata-kata, gambar, dan suara ekstra/tambahan dibuang daripada

dimasukkan; 5) prinsip modalitas, yakni siswa dapat belajar lebih baik dari animasi dan narasi daripada animasi dan teks *on-screen*; 6) prinsip redundansi, yakni siswa dapat belajar lebih baik dari animasi dan narasi jika dibandingkan dengan animasi, narasi, dan teks *on-screen*; 7) prinsip perbedaan individual, yakni pengaruh desain lebih kuat terhadap siswa berpengetahuan rendah dibandingkan berpengetahuan tinggi, dan terhadap murid-murid berkemampuan spasial tinggi daripada berspasial rendah.

Selanjutnya Mayer (2001) memberikan penjelasan bahwa prinsip koherensi seperti pada butir empat di atas terdiri atas prinsip: koherensi pertama, pembelajaran siswa jadi terganggu jika kata-kata dan gambar yang menarik, namun tidak relevan ditambahkan ke pesan multimedia. Koherensi kedua, pembelajaran siswa jadi terganggu jika suara dan musik menarik, namun tidak relevan, ditambahkan ke presentasi multimedia. Koherensi ketiga, pembelajaran siswa akan meningkat jika kata-kata yang tidak dibutuhkan disisihkan dari presentasi multimedia.

6.6 Multimedia Interaktif untuk mengembangkan Pengaturan Diri dalam Belajar

Pengaturan diri dalam belajar menurut Zimmerman (1989:125) digambarkan sebagai derajat tingkatan siswa yang secara metakognitif, secara motivasional, dan secara perilaku berperan aktif dalam belajar siswa sendiri. Siswa memiliki kemampuan mengatur diri (*self-regulated*) menerapkan berbagai strategi kognitif dan metakognitif untuk mencapai tujuan belajar, dan mereka mendekati tugas belajar dengan strategi (Corno & Mandinach, 1983). Siswa juga menerapkan strategi manajemen sumber daya seperti memilih atau mengatur aspek lingkungan fisik untuk mendukung belajar mereka dan untuk mengatur waktu mereka secara efektif. Sebagai tambahan, mereka lebih mungkin mencari teman sebaya atau bantuan guru jika mereka menemukan kesulitan belajar. Lebih dari itu, siswa yang memiliki kemampuan mengatur diri dilaporkan mempunyai self-efficacy yang tinggi, dan hal yang positif adalah memiliki motivasi intrinsik untuk belajar (Pintrich & Garcia, 1991:98). Sebagai

pembandingan, siswa yang kemampuan mengatur diri rendah tidak menggunakan strategi kognitif dan metakognitif, atau pun mereka menggunakan strategi itu pada saat rekan yang lain menggunakan pengaturan diri pada tingkat tinggi.

Salah satu bentuk aplikasi komputer yang dapat digunakan dalam pembelajaran adalah multimedia. Multimedia merupakan salah satu bentuk teknologi komputer, yang melibatkan berbagai media dalam satu perangkat lunak (*software*) serta memiliki kemampuan interaktif tinggi sebagai sarana dalam menyampaikan berbagai informasi, serta sarana untuk memperoleh umpan balik bagi peserta didik. Lebih jauh lagi kapasitas memori yang dimiliki komputer memungkinkan siswa menayangkan kembali materi pelajaran. Berbagai jenis aplikasi komputer dalam pembelajaran biasa disebut Computer-Assited Instuction/Learning (CAI/CAL), Computer-Based Instruction (CBI), yaitu pembelajaran berbantuan komputer. Menurut Haigh (1993:94-95) Aplikasi-aplikasi ini hampir seluruhnya dikembangkan berdasarkan teori perilaku dan pembelajaran terprogram, akan tetapi sekarang lebih banyak berlandaskan pada teori kognitif.

Kaitan antara pengaturan diri dalam belajar dan penggunaan ICT dalam pembelajaran, bahwa pada dasarnya tingkat kemanfaatan ICT sangat ditentukan oleh faktor kemandirian dalam kegiatan belajar, sehingga guru tidak lagi bertindak sebagai pemberi pengetahuan melainkan sebagai fasilitator. Dalam hal ini siswa dapat menentukan sendiri apa yang akan dipelajarinya dan kapan mereka akan mempelajarinya secara mendalam. Merekapun diberi kebebasan untuk membuat kesimpulan/intisari dari apa yang telah dipelajarinya.

Beberapa keistimewaan multimedia yang tidak dimiliki oleh media lain, diantaranya: a) menyediakan proses interaktif dan memberikan kemudahan umpan balik; b) memberikan kebebasan kepada siswa dalam menentukan topik mana yang hendak dipelajari terlebih dahulu; dan c) memberikan kemudahan kontrol yang sistematis dalam proses belajar. Keistimewaan ini ternyata sesuai dengan karakteristik pengaturan diri dalam belajar antara lain: (1) menganalisis kebutuhan belajar, merumuskan tujuan; dan merancang

program belajar; (2) memilih dan menerapkan strategi belajar; (3) memantau dan mengevaluasi diri apakah strategi telah dilaksanakan dengan benar, memeriksa hasil (proses dan produk), serta merefleksi untuk memperoleh umpan balik. Dengan pertimbangan keistimewaan multimedia interaktif yang bersesuaian karakteristik pengaturan diri dalam belajar maka peneliti memilih pengembangan model untuk meningkatkan pengaturan diri dalam belajar siswa menggunakan multimedia.

Pengaturan diri menurut Zimmerman (1989), dalam belajar siswa dituntut berpikir menggunakan strategi kognitif dan metakognitif. Program-program interaktif yang mengandung strategi tersebut dapat dimasukkan didalamnya. Umpan balik yang merupakan keistimewaan aplikasi multimedia berperan sangat penting untuk mengetahui tingkat keberhasilan siswa dalam memecahkan persoalan. Hal ini selaras apa yang terkandung dalam pengaturan diri dalam belajar yaitu self monitoring.

BAB 7

KAJIAN SIMULASI INTERAKTIF

7.1 Kajian Pengembangan

Beberapa studi telah dilakukan pada penggunaan proses/konseptual simulasi untuk membantu dalam pembelajaran laboratorium. Salah satu tujuan yang paling umum implementasi komputer sebagai sarana yang dapat mengurangi biaya serta waktu diperlukan untuk menyelesaikan tugas laboratorium. Hasil penelitian yang relevan dari Ismayani (2009) mengenai penggunaan software simulasi laboratorium virtual HPLC yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Penelitian Dobson dan Hill (1995) melakukan survei respon siswa terhadap pelaksanaan simulasi dalam pembelajaran penguat operasional (Op-Amp) yang dilakukan di jurusan teknik mesin di Universitas Southampton Inggris. Paket simulasi Interaktif berbasis komputer " *Electronic Workbench*" digunakan dalam rangka menggantikan percobaan konvensional. Hasil survei menunjukkan bahwa melalui simulasi: 1) para siswa merasakan tidak ada perbedaan yang signifikan mengenai metode pembelajaran; 2) kemudahan dalam menggunakan paket simulasi menunjukkan persentase yang lebih tinggi dibandingkan latihan di lab konvensional; 3) tidak ada korelasi antara pre-test menggunakan komputer dibandingkan dengan pengalaman laboratorium konvensional; 4) pada kelompok yang menggunakan paket simulasi untuk melakukan praktek percobaan laboratorium membutuhkan waktu penyelesaian lebih sedikit; 5) pada kelompok simulasi mengerjakan tugas lab sedikit lebih mudah daripada mereka yang menggunakan peralatan konvensional yang didukung juga oleh penelitian Moslehpour (1993) bahwa simulasi komputer dapat juga diterapkan pada topik yang kompleks.

Penelitian serupa oleh Engle et al., (1996) yang dilakukan di Pennsylvania State University, Berjudul "*Fluid Flow Construction Set*", perangkat lunak berbasis komputer diperkenalkan kepada mahasiswa teknik untuk sistem aliran fluida dalam pipa tanpa memerlukan

peralatan laboratorium yang mahal. Hasil temuannya menyatakan bahwa penggunaan software simulasi memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen lebih baik daripada yang dilakukan di laboratorium konvensional dan juga siswa dapat termotivasi dalam belajar.

Lebih lanjut penelitian Alkazemi (2003) menganalisis dampak pembelajaran simulasi komputer dan laboratorium konvensional oleh siswa sekolah menengah. Hasil penelitiannya menemukan adanya dukungan teori bahwa sebelum penggunaan simulasi sebelum melakukan kegiatan pada laboratorium konvensional terbukti dapat meningkatkan pembelajaran. Kelompok yang menyelesaikan tugas dengan simulasi sebelum masuk ke lab konvensional menunjukkan hasil pencapaian post test yang lebih baik jika dibandingkan dengan kelompok yang tidak menggunakan simulasi.

Penelitian serupa oleh Hall (2000) melakukan pengujian efektivitas penggunaan perangkat lunak simulasi komputer untuk pembelajaran laboratorium sebagai pengganti menggunakan komponen dan peralatan riil di laboratorium. Hasil menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam prestasi siswa antara mereka yang mensimulasikan latihan laboratorium dan mereka yang melakukan latihan laboratorium yang sama di laboratorium konvensional.

Hasil penelitian yang sama oleh Wagner (1999) tentang *Computer-Based Teaching to Virtual Laboratories in Automatic Control* diperoleh hasil: (1) Pembelajaran berbasis komputer sama baiknya dengan pembelajaran tradisional di sekolah yang harus direncanakan, diatur dan dilaksanakan dan saling bergantung kepada aspek: konten, didaktik, metode, tujuan pembelajaran, penggunaan media, dan keterampilan yang ada serta hubungan sosial. (2) Belajar berarti “bertindak”, pengaturan diri dalam belajar dan pengendalian diri dalam bekerja terhadap permasalahan “real” atau nyata merupakan cara terbaik untuk belajar aktif, efektif dan efisien. (3) Melalui pembelajaran berbasis komputer dapat menjadikan pekerjaan lebih mudah dan lebih memungkinkan. Dengan intuisi antarmuka pengguna maka pembelajar dapat lebih berkonsentrasi pada proses

pembelajaran sejak awal, (4) sistem pembelajaran berbasis komputer tidak tergantung pada waktu dan tempat, pembelajaran multimedia terbaru disertai dengan kombinasi simulasi, animasi, teks, grafis, video dan elemen suara dengan interaksi.

Hal ini diperjelas oleh Penelitian Tasma Sucita yang meneliti tentang Pengembangan model pembelajaran praktikum berbasis software komputer. dari hasil penelitian diperoleh bahwa (1) Setiap mata kuliah praktikum jurusan pendidikan teknik elektro dapat menggunakan paket program simulasi komputer, agar mahasiswa terbiasa menggunakan komputer. (2). Laboratorium Pendidikan Teknik Elektro membutuhkan paket-paket program aplikasi simulasi untuk keperluan praktikum beberapa mata kuliah, (3) Wawasan, pengetahuan dan keterampilan dari setiap pengelola laboratorium (laboran dan *toolman*) Teknik Elektro memerlukan pengetahuan khusus untuk terciptanya pengembangan model pembelajaran praktikum menggunakan program software computer.

Penelitian ini juga didukung oleh Purwoko, meneliti tentang virtual reality sebagai media pembelajaran dan pelatihan pemrograman CNC, diperoleh hasil penelitian: 1) siswa sangat tertarik dan intens dalam menggunakan program virtual reality yang menyediakan efek lingkungan visual mesin CNC pada monitor, mencoba secara aktif simulasi tombol virtual pada monitor, memasukkan data pada panel virtual CNC dan membuat simulasi program CNC; 2) siswa yang sedang praktikum menggunakan program CNC dapat dilakukan didalam maupun diluar ruang kelas; 3) Virtual reality CNC dapat digunakan sebagai media pembelajaran dan program pelatihan CNC secara klasik (diruang kelas), pembelajaran individual, maupun melalui e-learning.

Salah satu dampak penggunaan media adalah terjadinya peningkatan hasil belajar siswa seperti diutarakan oleh Utaminingsih (2009) bahwa pada pemanfaatan media virtual dan media non virtual Dalam pembelajaran sains. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan peningkatan hasil belajar siswa antara kelas eksperimen yang menggunakan media virtual (media simulasi komputer) dan kelas kontrol yang menggunakan media non virtual

(media riil). Jadi, media virtual (media simulasi komputer) dan media non virtual (media riil) sama baiknya dalam meningkatkan hasil belajar siswa baik dari aspek kognitif maupun aspek afektif.

7.2 Landasan Pengembangan

Berdasarkan latar belakang, kajian teori dan penelitian relevan yang telah dibahas sebelumnya, maka dapat dibuat suatu kerangka berfikir untuk menemukan suatu alternatif pemecahan dari masalah penelitian ini. Sejalan dengan visi dan misi pendidikan teknologi dan kejuruan, program pendidikan dan latihan menjadi salah satu program pokok dalam mencapai standar profesi khususnya peningkatan keterampilan. Peningkatan keterampilan sangat erat kaitannya dengan kegiatan praktikum melalui berbagai penelitian yang dilakukan, disimpulkan bahwa model pembelajaran praktikum sangat cocok untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap suatu konsep ilmu. Siswa yang melakukan praktikum memiliki hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang tidak melakukan praktikum dalam memahami suatu konteks.

Beberapa metode pembelajaran praktek yang dapat digunakan di sekolah menengah kejuruan antara lain dengan menggunakan metode demonstrasi, metode eksperimen, metode penampilan, metode pembelajaran terprogram, dan metode praktikum. Kegiatan praktikum merupakan suatu metode pembelajaran untuk mencapai tiga tujuan secara bersamaan, yaitu : meningkatkan keterampilan kognitif, afektif, dan keterampilan psikomotorik. Selain itu pembelajaran praktikum cocok untuk melatih proses pembiasaan diri dalam memecahkan persoalan-persoalan teknis secara ilmiah, karena semua keterampilan yang penting dalam praktikum dapat dilatih secara bersamaan. Keterampilan ketrampilan yang dilatih dalam praktikum tersebut adalah menganalisis gejala, mengumpulkan informasi, menyusun hipotesa, meyusun rencana kerja untuk memeriksa kebenaran hipotesa dan mengevaluasi data-data yang diperoleh, menarik kesimpulan, dan melaporkan hasil praktikum. Selanjutnya keterampilan-keterampilan tersebut merupakan bekal yang akan bermanfaat bagi siswa untuk mencapai kompetensi ahli

teknik. Mengingat kegiatan praktikum merupakan kegiatan yang sangat strategis, maka harus dioptimalkan baik dalam perencanaan, pelaksanaan maupun hasilnya.

Pada hakekatnya kegiatan apapun yang dilakukan di laboratorium, mengelola laboratorium, khususnya guru harus selalu memperhatikan tujuan-tujuan instruksional yang antara lain diharapkan siswa dapat (Amien, 1987: 20): 1) mengembangkan keterampilan dalam pengamatan, pencatatan data, pengukuran, dan manipulasi alat yang diperlukan serta pembuatan alat-alat yang sederhana, 2) bekerja dengan teliti dan cermat dalam mencatat dan menyusun laporan hasil percobaannya secara jelas dan objektif/jujur, 3) bekerja secara teliti dan cermat serta mengenal batas-batas kemampuannya dalam pengukuran-pengukuran, 4) Mengembangkan kekuatan-kekuatan penalarannya secara kritis, 5) memperdalam pengetahuan inkuiri dalam pemahaman terhadap cara pemecahan masalah, 6) mengembangkan sikap ilmiah, 7) memahami, memperdalam dan menghayati apa yang dipelajarinya, 8) dapat mendesain dan melaksanakan percobaan lebih lanjut dengan menggunakan alat dan bahan yang sederhana.

Kegiatan praktikum dapat berjalan dengan baik tanpa mengalami kendala dan tujuan kurikulum dapat tercapai ketika peralatan yang ada di sekolah lengkap dan memadai. Adanya keterbatasan dalam penyediaan fasilitas praktikum dalam hal ini kelengkapan alat dan bahan praktek menjadikan kegiatan praktek tidak dapat berjalan secara optimal.

Penggunaan simulasi komputer dapat digunakan untuk mengatasi kesenjangan yang disebabkan oleh kurangnya dana yang tersedia untuk penyediaan peralatan dan bahan praktikum di sekolah (Goodman, 1995). Selanjutnya teknologi komputer memungkinkan konfigurasi bentuk penyajian dalam sebuah multimedia memunculkan penamaan yang berbeda misalnya hypermedia, videoe interactive, CD-ROM, digital video interactive dan *virtual reality*. Hypermedia merupakan komputer software yang menggunakan teks, grafik, video dan audio yang saling terkait dan dihubungkan sedemikian rupa sehingga informasi yang ada dapat dengan mudah

Laboratorium Simulasi

digunakan sesuai dengan keinginan pengguna. Video interactive merupakan salah satu bentuk multimedia yang memadukan rekaman video yang disajikan secara interaktif dengan menggunakan teknologi komputer. CD-ROM adalah bentuk disc yang berkapasitas lebih dari 650 megabytes mampu menyimpan berbagai bentuk informasi digital seperti: teks, grafik, photo dan animasi (Heinich, 1996). Adapun *virtual reality* merupakan bentuk terbaru penggunaan teknologi komputer dalam tiga dimensi (3-D) yang memungkinkan penggunaannya mampu berpartisipasi aktif.

Simulation laboratory bukan untuk menggantikan peralatan nyata namun sebagai pendukung dan pelengkap pada peralatan nyata. Ketika peralatan tersebut sangat mahal dan sulit untuk diperoleh, simulasi komputer dapat menjadi alternatif dengan dasar: 1) *computer activities should replace all other developmental labs because of their educational advantages*; 2) *Virtual labs are new phenomenon*; 3) *digital labs save money*; 4) *Students require Edutainment to remain engaged*; 5) *Only digital labs are interactives and self directed* (Rebeca, 2003). Laboratorium virtual mempunyai kelebihan dan kelemahan, kelebihanannya adalah: 1) memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan praktikum secara berulang-ulang ketika belum memahami materi praktikum, 2) tidak terbatas oleh waktu dan tempat, 3) laboratorium virtual mendukung kecakapan dalam melakukan eksperimen terhadap bahaya peralatan, terlalu lama dalam melakukan praktikum di laboratorium, 4) laboratorium virtual dapat memberikan paparan penelitian melalui wawancara dan forum diskusi. Sedangkan kelemahannya adalah: 1) para pengguna akan dikeluarkan dari realitas laboratorium, 2) tidak adanya pengawasan langsung dan tidak adanya kontak dengan guru yang berpengalaman dalam praktikum.

Tidak ada perbedaan peningkatan hasil belajar siswa yang menggunakan media simulasi komputer dan siswa yang menggunakan media riil. Media simulasi komputer dan media riil sama baiknya dalam hal peningkatan hasil belajar siswa karena terdiri atas enam bentuk interaksi yang dapat diaplikasikan dan dirancang antara lain (Heinich, 1996): praktek dan latihan (*drill and practice*), tutorial

permainan (*game*), simulasi (*simulation*), penemuan dan pemecahan masalah (*discovery*).

Program yang berbentuk *drill and practice* umumnya digunakan apabila mahasiswa diasumsikan telah mempelajari konsep, prinsip dan prosedur sebagai materi pembelajaran. Tujuan dari bentuk program ini adalah melatih kecakapan dan keterampilan. Bentuk lain dari penyajian program komputer adalah program tutorial. Program ini menyajikan informasi dan pengetahuan dalam topik-topik tertentu diikuti dengan latihan pemecahan soal dan kasus.

Selain bentuk *drill & Practice* masih banyak lagi bentuk lain seperti bentuk animasi, tutorial, simulasi, dan game. Bentuk Permainan (*game*) selalu menarik dan menyenangkan untuk diikuti, demikian pula halnya dengan program komputer yang mengemas informasi dalam bentuk permainan. Program yang berisi permainan dapat memberi motivasi bagi mahasiswa untuk mempelajari informasi yang ada di dalamnya. Adapun program simulasi adalah upaya melibatkan mahasiswa dalam persoalan yang mirip dengan situasi yang sebenarnya namun tanpa resiko yang nyata. Dalam program berbentuk penemuan (*discovery*) program komputer mampu menayangkan masalah yang harus dipecahkan oleh mahasiswa dengan cara trial and error. Bentuk lain dari tayangan komputer interaktif adalah problem solving atau pemecahan masalah (Benny, 2005).

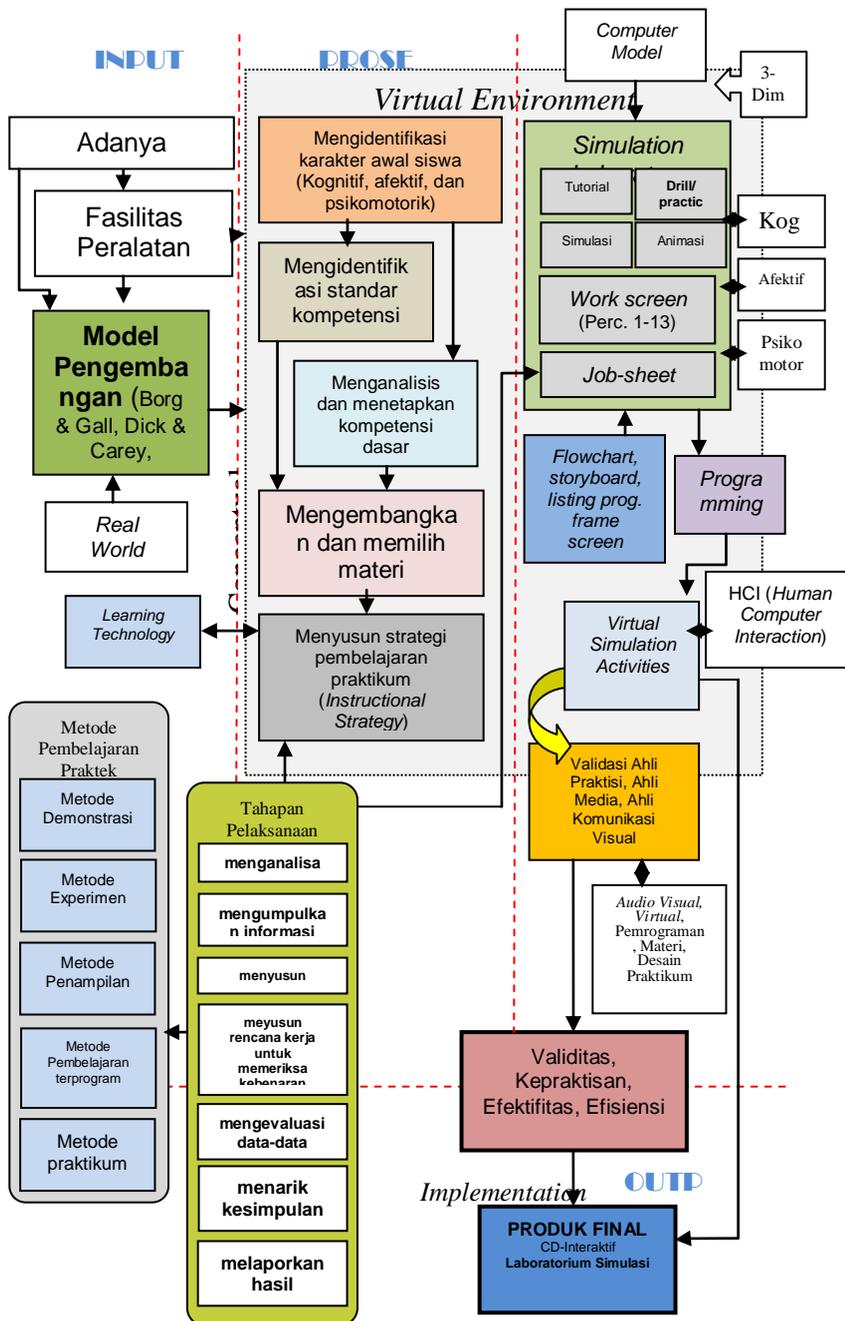
Efektivitas pembelajaran praktek seharusnya tercapai suatu sasaran kuantitas, kualitas dan waktu yang telah dicapai. Ukuran ketercapaian sasaran dalam pembelajaran praktek antara lain dapat diketahui melalui prestasi belajar hasil pembelajaran praktik, kualitas lulusan, dan kemampuan lulusan untuk dapat bekerja sesuai dengan bidang keahliannya. Terdapat pengaruh antara penguasaan materi pembelajaran praktik terhadap efektivitas pembelajaran praktikum di SMK. Terdapat pengaruh yang signifikan antara penggunaan metode pembelajaran praktek terhadap efektivitas pembelajaran praktikum di SMK di DIY. Terdapat pengaruh yang positif antara pemahaman karakteristik siswa terhadap efektivitas pembelajaran praktikum (Yosephine, 2009:71-85).

Penguasaan materi sebelum praktikum memberikan sumbangan cukup besar terhadap efektivitas pembelajaran praktikum. Berdasarkan hal ini perlu adanya suatu upaya yang mengusahakan siswa menguasai materi sebelum praktikum. Selain itu, perlu juga pengembangan metode pembelajaran yang inovatif, memahami karakteristik siswa, dan kemampuan mengevaluasi pembelajaran agar efektivitas pembelajaran praktikum dapat ditingkatkan. Salah satunya adalah melalui media berbasis simulasi.

Laboratorium simulasi biasanya dikombinasikan modus visual dan audio, tutorial, teori dasar, layar kerja (*workscreen*), modul praktikum virtual, *pre-laboratory* dan juga memerlukan partisipasi aktif dari siswa untuk meningkatkan pemahaman bahan belajar. Berkaitan dengan hal tersebut peneliti akan mendesain sebuah media praktek berbasis simulasi (*virtual laboratory*) yang dapat menutupi segala kekurangan pada waktu melakukan praktikum dengan peralatan nyata (*real*). Sehingga untuk mencari pemecahan masalah dalam penelitian ini penulis mengambil beberapa kajian dari aspek pengembangan instruksional yang diadopsi dari Dick and Carrey, model penelitian pengembangan Borg and Gall, model pengembangan multimedia Lee & Owens, dan model simulasi Robinson.

Berdasarkan Gambar 15 maka hal yang pertama dilakukan adalah analisis permasalahan yang ada SMK terutama dalam hal pelaksanaan praktikum. Semua permasalahan akan dijadikan input pada penelitian ini dan selanjutnya akan dicari solusi. Tahap kedua adalah analisis instruksional yang telah ada dan dikembangkan untuk digunakan sebagai acuan dalam model praktikum yang akan dikembangkan dengan melihat aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik sebagai acuan dalam menetapkan strategi instruksional yang akan diterapkan, maka dapat didesain sebuah laboratorium simulasi.

Praktikum Simulasi Berbasis Website



Gambar 15
Kerangka pikir

Untuk menguji sejauh mana laboratorium simulasi (LSim) pada praktikum elektronika digital telah memenuhi standar yang telah ditentukan, maka tahap selanjutnya merupakan tahap validasi dengan melaksanakan ujicoba terhadap pakar instruksional, pakar praktisi, pakar komunikasi visual, dan pakar materi/isi. Setelah itu melakukan ujicoba dari hasil revisi, penilaian dan saran-saran oleh pakar. Tahap-tahap ini dilakukan agar laboratorium simulasi yang diperoleh benar-benar berguna dan tepat sasaran sehingga dapat digunakan sebagai model praktikum di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) khususnya yang membutuhkan peralatan yang sulit diperoleh.

Bidang pendidikan dan pengajaran, khususnya pada pendidikan teknik, laboratorium digunakan untuk memberikan keterampilan dan pengalaman langsung secara spesifik bagi peserta didik, melalui kegiatan praktikum yang intensif sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Sehingga mampu menghadapi dunia kerja. Hal ini berarti bahwa untuk menghasilkan lulusan yang terampil dan menguasai disiplin ilmunya secara utuh, mutlak diperlukan sarana laboratorium yang berkualitas.

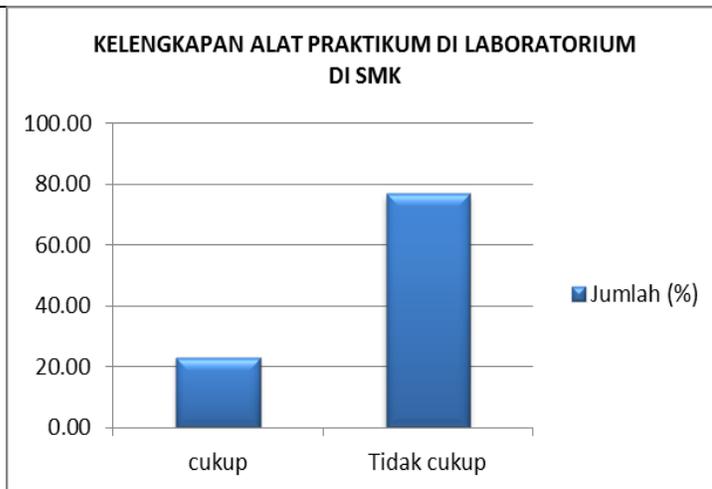
BAB 8

KONSEP LABORATORIUM SIMULASI INTERAKTIF BERBASIS WEB

8.1 Analisis Kebutuhan

Proses pengembangan Laboratorium Simulasi dalam penelitian ini diawali dengan beberapa tahap yaitu tahap analisis kebutuhan dan studi pendahuluan. Langkah pertama yang dilakukan adalah menetapkan lingkup kajian dengan melakukan pengkajian mengenai kelengkapan peralatan praktikum yang ada di Sekolah Menengah Kejuruan khususnya untuk mata pelajaran praktek Elektronika Digital.

Penelitian pendahuluan yang dilaksanakan oleh peneliti untuk memperoleh gambaran mengenai kebutuhan siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang berkaitan dengan pelaksanaan praktikum di sekolah. Langkah awal yang dilakukan oleh peneliti yaitu menganalisis kebutuhan siswa terhadap sarana dan prasarana praktikum di sekolah. Untuk menganalisis ketersediaan sarana dan prasarana dan kebutuhan siswa maka digunakan instrumen analisis kebutuhan yang memuat beberapa indikator diantaranya kelengkapan sarana dan prasarana di sekolah, kecukupan waktu praktikum di laboratorium riil. Selain penyebaran angket juga dilakukan observasi, pengamatan langsung dan wawancara terhadap guru mata pelajaran yang berkaitan dengan praktikum elektronika digital. Kegiatan ini dilaksanakan dengan melibatkan 2 Sekolah Menengah Kejuruan yang ada di kota Makassar, satu SMK Negeri dan satu lagi SMK swasta. Pembagian kuisisioner kepada dua sekolah dilakukan dengan waktu yang berbeda dengan 30 responden siswa SMKN dan 30 responden berasal dari SMK swasta. Untuk SMKN melibatkan 2 orang guru, dan pada SMK swasta melibatkan 2 orang guru. Hasil analisis terhadap ke 60 responden diperlihatkan pada Gambar 25.



Gambar 25. Grafik kelengkapan peralatan praktek di SMK
(Sumber: Pengolahan Data)

Grafik pada Gambar 25 memperlihatkan bahwa kelengkapan peralatan praktikum yang ada di SMK masih belum mencukupi, hanya sekitar 30%. Beberapa siswa menyatakan bahwa pada saat melaksanakan kegiatan praktek, setiap alat di gunakan oleh 4 orang siswa secara bersamaan menjadikan proses praktikum tidak berjalan secara efektif dan seringkali terjadi diskriminasi hanya siswa yang cerdas saja yang dapat menyelesaikan rangkaian, selanjutnya beberapa siswa juga menyatakan bahwa komponen yang ada sudah banyak yang rusak. Pernyataan lain diungkapkan oleh siswa bahwa tidak semua mata pelajaran produktif dapat di praktikumkan karena keterbatasan peralatan yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya: a) anggaran sekolah yang tidak mencukupi; b) alat dan bahan praktek yang sulit diperoleh.

Selanjutnya berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara kepada guru-guru yang dilaksanakan di beberapa sekolah diperoleh informasi sebagai berikut.

1. Model praktikum yang digunakan di SMK adalah model konvensional

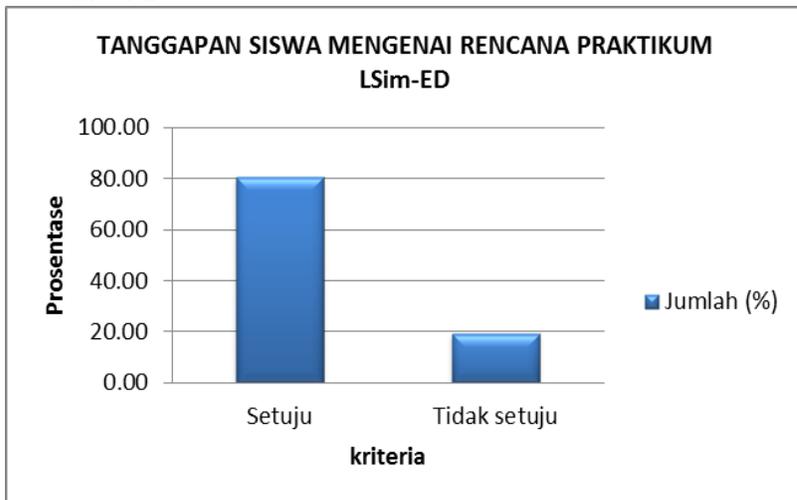
2. Guru belum melakukan inovasi pembelajaran praktek dengan memasukkan komponen penting seperti penjelasan singkat menggunakan multimedia sebelum praktek dimulai
3. Guru merasakan waktu untuk memberikan materi praktek kepada siswa SMK masih kurang dibandingkan dengan topik materi yang ada

Sebagai temuan dalam observasi khususnya dalam proses pelaksanaan kegiatan praktek di SMK dijabarkan sebagai berikut.

1. Siswa merasa kaku dan canggung dalam menggunakan alat-alat praktek karena takut merusak peralatan praktikum
2. Guru mata pelajaran praktek kurang dapat memantau secara maksimal aktivitas praktikum yang dilaksanakan secara berkelompok, karena guru hanya bersifat pasif.
3. Guru sulit untuk memberikan penilaian terhadap aktivitas praktikum siswa dengan peralatan yang terbatas
4. Pelaksanaan praktikum tidak berjalan efektif diakibatkan peralatan yang terbatas. Sebuah peralatan praktek di jalankan oleh enam orang siswa SMK
5. Siswa sulit mengetahui konsep materi praktikum yang diberikan
6. Pemberian motivasi dalam pembelajaran praktek jarang diberikan oleh guru
7. Motivasi siswa dalam mengikuti kegiatan praktek masih rendah yang dilihat dari rata-rata kehadiran saat pelaksanaan pembelajaran praktek dan hasil pengamatan saat kegiatan praktek berjalan. Tampak terlihat siswa tidak serius dalam proses pelaksanaan kegiatan
8. Keterbatasan ruangan laboratorium di SMK dengan jumlah kelas yang banyak menjadikan waktu untuk melaksanakan pembelajaran praktek harus disusun sedemikian rupa melalui penjadwalan, sehingga terdapat waktu-waktu tertentu yang tidak efektif lagi untuk belajar. Misalnya kegiatan praktikum yang dilaksanakan pada siang hari, hal ini secara psikologis dapat mempengaruhi *mood* siswa dalam belajar.

9. Pada beberapa SMK posisi penataan ruang laboratorium terlihat kurang rapi dan mengabaikan aspek estetika ruang yang meliputi warna dinding dan pencahayaan.
10. Pada beberapa SMK referensi berupa buku penunjang kegiatan praktek dan *data sheet book* diruang laboratorium tidak tersedia.

Langkah kedua dari perencanaan adalah mengidentifikasi karakteristik siswa SMK sebagai pengguna CD-I LSim-ED melalui analisis kebutuhan. Langkah ini dilakukan dengan memberikan kuisioner kepada Siswa SMK dan melakukan wawancara terhadap guru mengenai rencana praktikum dengan menggunakan LSim-ED. Hasil analisis tanggapan siswa terhadap realisasi LSim-ED untuk digunakan sebagai alat bantu dalam kegiatan praktek dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26

Grafik Tanggapan Siswa SMK Mengenai Rencana Praktek LSim-ED

Pada Gambar 26 dapat dilihat bahwa siswa sangat respon terhadap rencana praktikum secara LSim-ED. Dari sebanyak 60 responden, hanya 20% yang menyatakan ketidaksetujuannya sedangkan 80% sangat setuju jika kegiatan praktikum dapat dilaksanakan secara LSim-ED. Selanjutnya beberapa guru memberikan masukan bahwa mata pelajaran elektronika digital

sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai LSim-ED karena beberapa alasan sebagai berikut.

1. Elektronika digital adalah mata pelajaran dasar yang dipelajari oleh beberapa jurusan diantaranya elektronika komunikasi, elektronika industri, teknik komputer dan jaringan, serta audio video.
2. Elektronika digital memerlukan pemahaman yang memerlukan logika
3. Elektronika digital tidak terlalu banyak melibatkan aspek psikomotorik
4. Elektronika digital memiliki pokok bahasan yang sangat kompleks yang terkait satu sama lain

Langkah ketiga adalah membuat dokumen perencanaan tentang visualisasi yang akan ditampilkan, pemrograman interaktif, dan bahan lain yang diperlukan dalam pembuatan produk. Untuk itu perlu menentukan visualisasi dan ilustrasi yang dapat dimanfaatkan untuk membangun sebuah LSim-ED yang dapat digunakan oleh siswa SMK, antara lain dengan pemberian animasi secara 3-dimensi, efek visual nyata, tampilan virtual yang memberikan kesan bahwa komponen mirip seperti aslinya, simulasi rangkaian yang dapat dibangun sendiri oleh siswa SMK, serta video prinsip kerja dan proses pembuatan rangkaian. Sehingga dapat mewakili hal abstrak yang dapat dijelaskan melalui simulasi virtual.

Langkah ke empat adalah langkah terakhir dalam proses perencanaan dilakukan dengan dengan menentukan, dan menentukan sumber-sumber visualisasi yakni berupa animasi dan video. Serta mengumpulkan model-model LSim-ED untuk dikembangkan.

8.2 Konsep

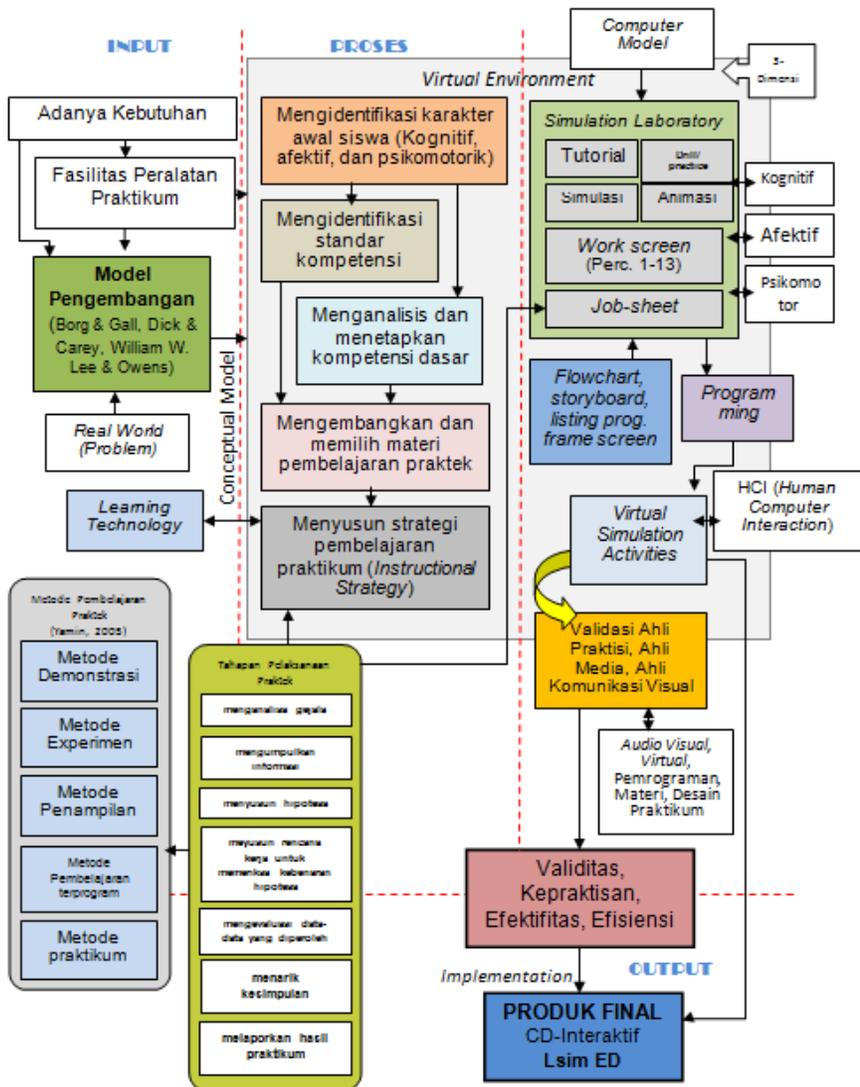
1. Model Konseptual

Model konseptual merupakan deskripsi model yang akan dikembangkan yang terdiri atas teori-teori dan prinsip-prinsip yang menjadi latar belakang desain laboratorium simulasi praktikum elektronika digital di SMK. Model yang dijadikan dasar pengembangan ini antara lain model dari Borg and Gall, Dick and Carey, Lee and Owens.

Model Borg and Gall menekankan pada model penelitian dan pengembangan secara umum, model Dick and Carey pada pengembangan pembelajaran praktikum, model Lee and Owens lebih menekankan pada pengembangan media yang secara spesifik dalam hal ini Laboratorium Simulasi. Selanjutnya untuk proses simulasi diadopsi dari model Robinson (2004).

Model konseptual ditampilkan pada Gambar 23. Pada model konseptual ini terdapat penambahan dan modifikasi model sebelumnya yakni integrasi model simulasi ke dalam model pengembangan baik dari segi pemrograman dan *virtual learning environment* termasuk diantaranya desain tampilan 3-Dimensi. Dengan demikian adopsi dari keempat model konseptual berdasarkan kajian penelitian dan pengembangann (Borg and Gall), pengembangan pembelajaran (Dick and Carey), pengembangan multimedia pembelajaran (Lee and Owens), serta model simulasi (Robinson) diperoleh kerangka model konseptual yang diperlihatkan pada Gambar 23.

Praktikum Simulasi Berbasis Website



Gambar 23

Model Konseptual Pengembangan Laboratorium Simulasi

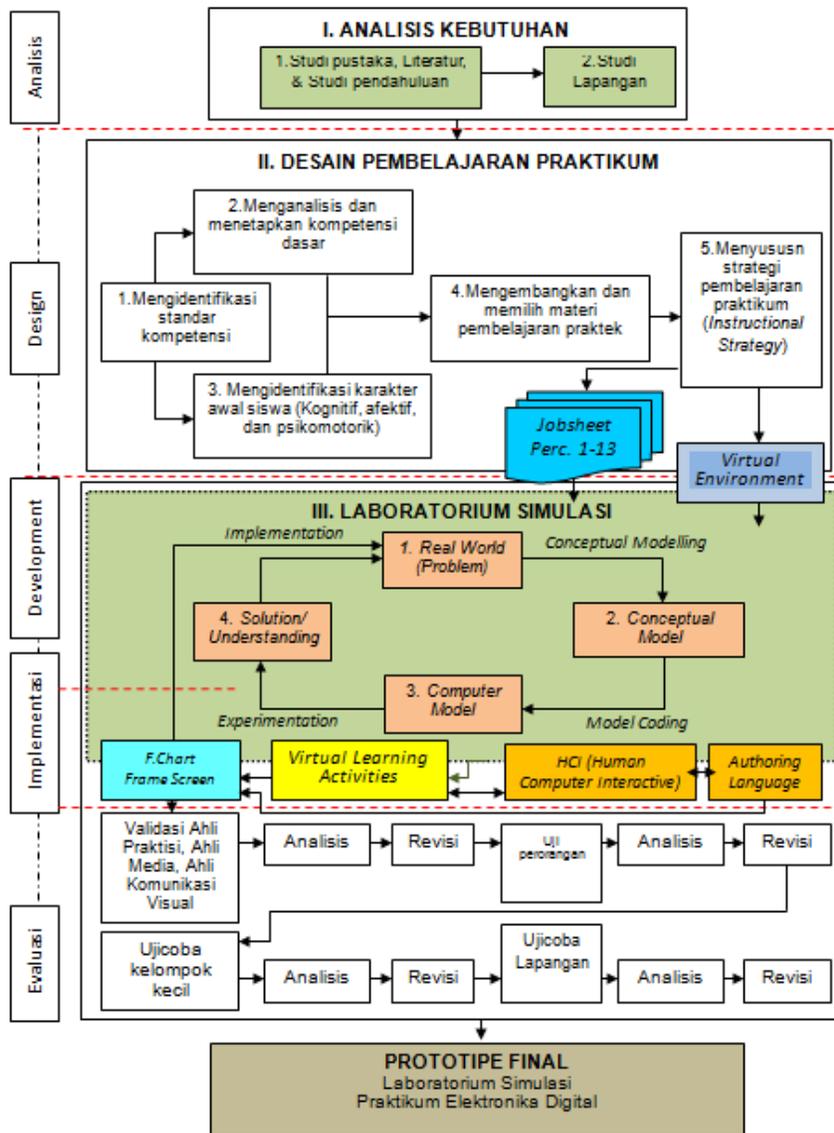
2. Model Prosedural

Keluaran model prosedural ini menghasilkan program Laboratorium Simulasi Praktikum Elektronika Digital (LSim-ED).

Adopsi model Dick and Carey menghasilkan perangkat pembelajaran praktikum yakni modul praktek elektronika digital. Langkah-langkah pengembangan media Laboratorium Simulasi menggunakan adopsi Lee and Owens. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan pada tahap validasi, ujicoba *one to one*, ujicoba kelompok kecil, ujicoba lapangan mengadopsi model Borg and Gall dan Lee and Owens. Berdasarkan pengembangan model yang dilakukan maka diperoleh model pengembangan prosedural seperti yang ditampilkan pada Gambar 24.

Proses simulasi dengan mengadopsi model Robinson yang dimulai dari *real world problem* yakni tahap investigasi masalah yang terjadi atau menjadi kendala pada dunia nyata yang sulit untuk direalisasikan pada dunia nyata seperti faktor keselamatan sangat berbahaya jika dilakukan pada dunia nyata, faktor biaya yang besar jika dilakukan pada dunia nyata, sulitnya mengadakan peralatan karena keterbatasan dimensi pada dunia nyata. Selanjutnya tahap *conceptual model*, pada tahap ini akan ditentukan simulasi apa yang cocok untuk LSim-ED, simulasi akan disesuaikan dengan karakteristik laboratorium sesungguhnya baik desain ruangan peralatan, komponen hingga pada karakteristik alat ukur. Setelah menentukan kecocokan simulasi, maka selanjutnya dihasilkan *computer model* melalui proses pemrograman perangkat lunak, perangkat lunak yang digunakan yang dapat menciptakan interaktivitas dan efek virtual 3-dimensi. Proses pemrograman melibatkan konsep pembelajaran virtual (*virtual learning environment*).

Praktikum Simulasi Berbasis Website



Gambar 24

Model Pengembangan Awal Laboratorium Simulasi Praktikum Elektronika Digital

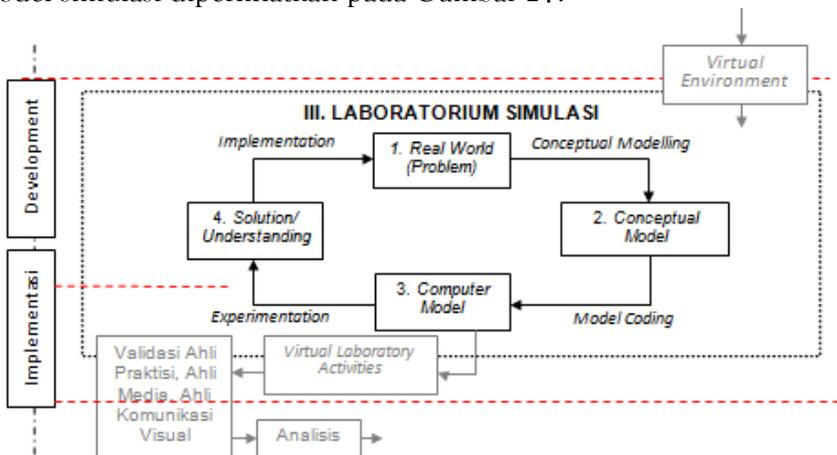
3. Model Fiskal

Pada model ini akan dihasilkan *flowchart* dan *storyboard*. Model fiskal mengikuti langkah-langkah pada blok penulisan program dari model konseptual sebelumnya. Langkah ini merupakan pengembangan program atau perangkat lunak laboratorium simulasi yang dilakukan dengan menggunakan bantuan bahasa pemrograman *authoring language* (bahasa pembuatan) yakni bahasa yang digunakan pada Macromedia flash. Bahasa pemrograman ini merupakan system pemrograman berorientasi objek (*object oriented programming instructional*). Isi dari *authoring language* diantaranya adalah umpan balik, penilaian jawaban berupa essay, pencatatan skor, animasi, video klip, pesan pop up, dan proses *drag and drop*.

B. Pengembangan Laboratorium Simulasi (LSim-ED)

1. Model Simulasi

Pada proses pengembangan model simulasi terdapat tahapan yang perlu diperhatikan diantaranya: 1) *conseptual model*, yakni deskripsi terhadap model yang dikembangkan; 2) *computer model*, yakni model simulasi yang akan diterapkan pada komputer; 3) *Solutions and/or understanding*, diperoleh dari hasil eksperimen; 4) *an improvement in the real world*: diperoleh dari hasil implementasi suatu solusi atau pemahaman yang diperoleh. Tahapan pengembangan model simulasi diperlihatkan pada Gambar 27.



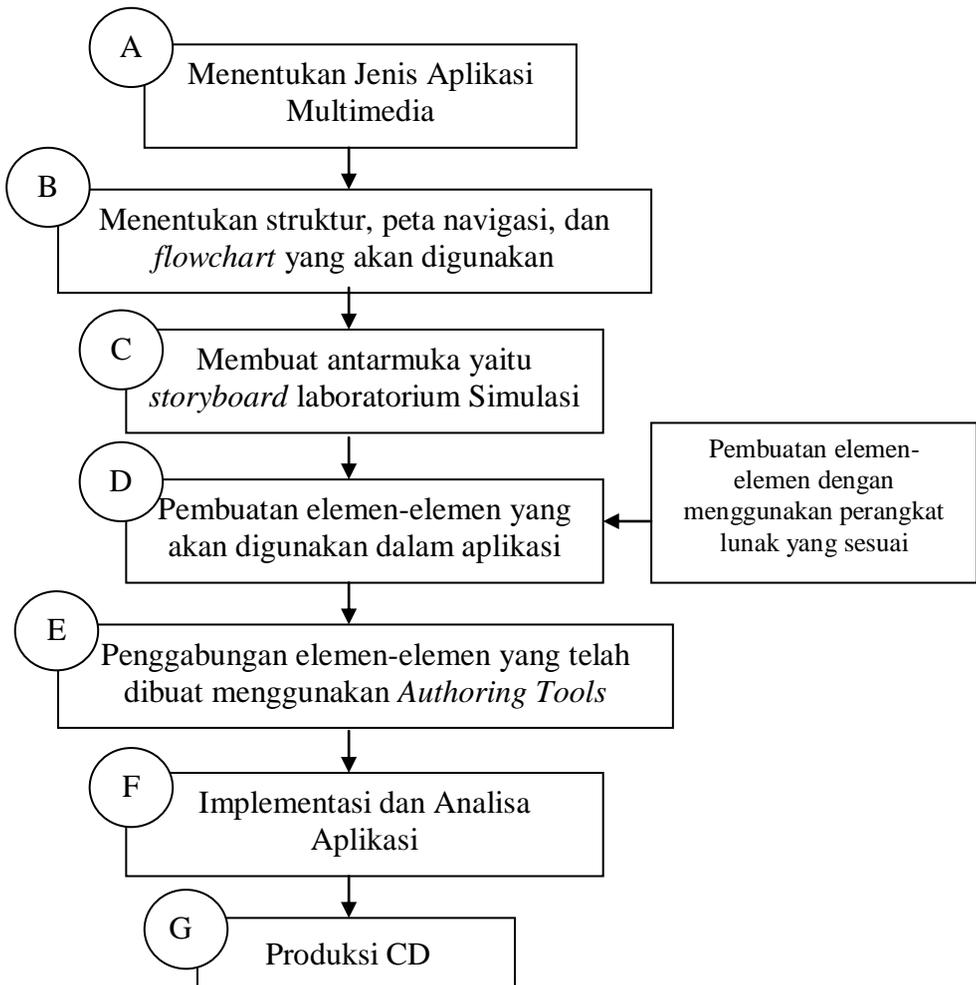
Gambar 27

Tahap Pengembangan Model Simulasi

Conceptual Model merupakan perwujudan dari multimedia dan materi praktikum yang membentuk model Laboratorium Simulasi. Pengembangan Laboratorium Simulasi ini mempertimbangkan beberapa hal, yaitu: 1) audiens. Pengguna aplikasi ini adalah siswa SMK yang sedang mengambil mata pelajaran elektronika digital; 2) peralatan output. Karena materi pembelajaran akan digunakan oleh siswa secara mandiri, maka diperlukan format yang sesuai untuk penggunaan interaktif, yaitu *screen* komputer; 3) gambar. Tampilan disertai gambar 3D, seperti latar belakang dan ilustrasi yang perlu dibuat menggunakan software grafik 2D dan 3D; 4) audio. Aplikasi ini tidak menggunakan rekaman audio khusus, tetapi audio yang direkam sebagai kesatuan dengan video; 5) video. Video yang digunakan dalam aplikasi ini adalah video yang menampilkan prinsip kerja atau proses kerja suatu sistem yang akan lebih mudah dipahami dan dijelaskan dibandingkan dengan menggunakan teks; 6) animasi. Animasi yang ditampilkan berbentuk 3D sesuai dengan ruang lingkup materi praktikum yang dipraktikkan; 7) simulasi. Kegiatan praktikum memerlukan sebuah proses yakni memilih komponen, merangkai komponen, dan melakukan pengujian terhadap komponen melalui alat ukur. Semua proses yang terjadi disimulasikan sesuai dengan keadaan riil; 8) *tools* interaktif. Aplikasi ini memerlukan alat interaktif yakni berupa tombol untuk berpindah ke tampilan tertentu; 9) virtual. Komponen dan ruangan yang di desain dalam bentuk 3D dibuat sama dengan keadaan riil baik dari segi pewarnaan, bentuk dan perspektifnya. Sehingga akan membawa siswa kedalam suasana praktikum laboratorium yang mirip nyata.

Computer model dapat dibentuk melalui pemrograman dengan menggunakan *authoring language* yang merupakan konversi hasil *coding*. Bahasa pemrograman yang digunakan merupakan bawaan dari Macromedia Flash Prof.8 hingga menghasilkan produk dalam bentuk CD-Interaktif seperti yang diperlihatkan pada Gambar 28 bagian D dan E. Melalui tahapan ini *user* dapat berinteraksi dengan komputer melalui tampilan virtual pada sebuah layar monitor komputer.

Solutions and/or understanding, pada tahap ini tidak lain adalah proses ujicoba terhadap model komputer yang telah dikembangkan dalam simulasi yang selanjutnya akan diimplementasikan kedalam dunia nyata. Sehingga pada saat menjalankan simulasi ini sama seperti pada saat menjalankan peralatan yang sesungguhnya. Kedudukan pada tahap ini sebelum proses produksi kedalam CD-ROM diperlihatkan pada Gambar 28 Bagian F.



Gambar 28

Alur Perancangan Lab Simulasi Hingga Menghasilkan CD-I LSim-ED

Pembuatan aplikasi berdasarkan *storyboard*, struktur navigasi, atau *flowchart* yang berasal dari tahap desain. Pada tahap desain dibuat *storyboard* yang menggambarkan tampilan dari tiap *frame*. Karena interaktif yang akan dibuat tidak sederhana, maka diperlukan struktur navigasi yang dapat digunakan untuk menentukan *link* dari frame satu ke *frame* lainnya serta efek visualisasi secara virtual yang menggambarkan keadaan yang mirip dengan kenyataan riil. Setelah pembuatan aplikasi LSim-ED, semua materi praktikum disimpan dalam CD-ROM untuk digandakan.

2. Kegiatan Desain Tampilan Laboratorium Simulasi (LSim-ED)

Sebelum proses pengembangan produk awal langkah yang harus dilalui adalah dengan melakukan koleksi material. Koleksi material dapat dikerjakan paralel dengan tahap produksi. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan seperti animasi video yang sesuai dengan topik praktikum, audio untuk *background*, video dan lain-lain yang diperlukan untuk tahap berikutnya. Jika materi yang dicari tidak ditemukan, maka harus dibuat sendiri dengan menggunakan perangkat lunak yang sesuai.

Peneliti dalam memproduksi *software* media laboratorium simulasi menggunakan langkah-langkah kombinasi dari langkah-langkah pengembangan model simulasi yang telah dikemukakan Robinson (2004:52). Secara garisbesar langkah-langkah pengembangan yang dilakukan oleh peneliti dalam pengembangan ini adalah menyusun *flowchart*, *story board*, dan pemaketan dalam bentuk CD seperti disajikan pada Gambar 27 Bagian B dan C. Produk dibuat dengan menggunakan perangkat lunak utama yakni macromedia flash MX, macromedia flash prof. 8, swift 3D, dan 3Ds Max maka dihasilkan produk awal media LSim-ED.

8.3 Perangkat Lunak Pendukung

Perangkat lunak pendukung laboratorium simulasi Seluruhnya komponen:

- a. Materi praktikum sebanyak 13 percobaan yang dimulai dari gerbang dasar (AND, OR, NAND, NOR, NOT, EX-OR, EX-NOR. Dan UNIVERSAL Gate) hingga elektronika digital lanjut (Flip-flop, Clock, Register, Counter, Decoder & Encoder).
- b. *Jobsheet* yang terintegrasi dengan Lsim-ED
- c. Ruang kerja Lsim-ED selanjutnya disebut sebagai *workscreen*
- d. Video tutorial dan animasi Lsim-ED
- e. Latihan dan tes Lsim-ED
- f. Simulasi rangkaian Lsim-ED

Komponen diatas didesain dalam tampilan 3-dimensi terintegrasi kedalam laboratorium simulasi merupakan strategi yang digunakan untuk mencapai tujuan yang hendak dicapai dalam proses praktikum. Persyaratan perangkat lunak untuk dapat menjalankan program Lsim ED ini, kebutuhan perangkat keras minimal mengacu pada kebutuhan minimal yang dipersyaratkan untuk dapat menjalankan program berupa: 1) Prosesor Intel Pentium IV 1,2 GHz; 2) *Memory* 1GB DDR; 3) *VGA-Card* 64MB; 4) *free space hardisk* 100MB; 5) Monitor 256 Color dengan resolusi 1024x768dpi; 6) Sistem Operasi Windows XP, atau Windows 7; 7) CD ROM Drive 32x; 8) *Speaker* Aktif.

Aplikasi pengolah animasi ialah aplikasi yang mampu membuat mengedit mengerjakan pekerjaan pembuatan animasi-animasi sebagai bentuk perwujudan multimedia. Dalam animasi terdapat jenis animasi 2 dimensi dan 3 dimensi. Contoh aplikasi untuk mengolah animasi adalah:

1. The yard, merupakan software produkso falcosoft yang mendukung banyak berbabagi macam format file gambar antara lain dll/exe, bmp, gif, png, jpg, ico, cur, ani.
2. Eximiousoft GIF creator, adalah software untuk animasi visual file .gif yang handal.

3. Blender3D, adalah software yang bisa anda gunakan untuk modeling, texturing, lighting, animasi dan video post processing 3 dimensi.
4. Easy GIF Animator,
5. Macromedia flash 8, dll.

Aplikasi pengolah tata letak atau layout adalah aplikasi yang mampu mengatur penempatan teks dan gambar yang diambil dari program lain seperti adobe photoshop. Aplikasi ini sering digunakan untuk keperluan pracetak atau pre-press, seperti pembuatan brosur, pamphlet, booklet, poster, dan lain yang sejenis. Contoh aplikasi software pengolah tata letak atau layout adalah;

- Adobe FrameMaker
- Adobe In Design
- Adobe Page Maker
- Corel Ventura
- Microsoft Publisher
- Quark Xpress

Sedangkan Software Multimedia adalah software yang digunakan untuk mengolah beberapa media informasi, seperti teks, image/gambar, audio, grafik, video, dan interaktif. Software Multimedia tersebut dapat didapat dari yang berlisensi sampai yang *Open Source*.

Berikut adalah macam-macam software pengolah Multimedia yang *open source* dan berlisensi.

OPEN SOURCE.

1. Windows Media Player, bersifat open source dan diproduksi oleh Microsoft Corp. Software ini ikut dalam paket Microsoft Windows. Digunakan untuk memainkan informasi dalam bentuk audio dan video. Dapat diperoleh di www.soft-games.com
2. Winamp, bersifat freeware/open source dan diproduksi oleh Nullsoft Inc. Digunakan untuk memainkan MP3 Player/audio maupun video player. Dapat diperoleh di www.soft-games.com

3. WinDVD, bersifat open source dan diproduksi oleh Intervideo. Digunakan untuk memutar video..
4. PowerDVD, bersifat open source dan diproduksi oleh Cyberlink. Digunakan untuk memutar video.
5. Musicmatch Jukebox, bersifat open source dan diproduksi oleh Musicmatch Inc. Digunakan untuk memainkan musik.
6. DivX Player, bersifat freeware atau open source, diproduksi oleh DivXNetwork Inc. Digunakan untuk memainkan audio maupun video.
7. Real Player, bersifat open source dan diproduksi oleh Real Networks. Digunakan untuk memutar audio dan video. dapat diperoleh di www.soft-games.com
8. XMMS, audio player bersifat open source dan dibawah lisensi GNU General Public License. Digunakan untuk memainkan audio.
9. Xine, DVD player yang bersifat open source dan dibawah lisensi GNU General Public License. Digunakan untuk memainkan informasi dalam bentuk video.
10. Adobe Premiere Pro, bersifat open source dan diproduksi oleh Adobe Systems. Digunakan untuk mengedit dan memanipulasi informasi dalam bentuk video dan audio.
11. Adobe Premiere Elements, bersifat open source dan diproduksi oleh Adobe Systems. Kegunaannya sama dengan Adobe Premiere Pro.
12. Windows Movie Maker, bersifat open source dan diproduksi Microsoft Corp. Kegunaannya untuk mengedit informasi dalam bentuk video.
13. Pinnacle Studio, bersifat open source dan diproduksi oleh Pinnacle Systems. Digunakan untuk mengedit
14. audio dan video.
15. TMPGEnc, bersifat open source dan diproduksi oleh Pegasus Inc. Digunakan untuk mengedit suara maupun video.
16. ACDSee, bersifat open source dan diproduksi oleh ACD Systems. Digunakan untuk melihat (view) image secara terorganisasi pada sebuah direktori.

17. XNView, bersifat freeware dan diproduksi oleh Pierre-e Gougelet. kegunaanya untuk melihat gambar.
18. Power Animator, merupakan generasi pendahulu dari Maya untuk membuat animasi. Bersifat komersial dan diproduksi oleh Alias Systems Corporation.
19. Microsoft Picture Manager, bersifat open source dan diproduksi oleh Microsoft Corp. Digunakan untuk melihat picture.
20. Microsoft Picture and Fax Viewr, bersifat open source dan masuk dalam paket Microsoft Windows. berguna untuk melihat photo.
21. VLC Media Player, bersifat open source dan diproduksi oleh Nullsoft Inc. yang digunakan untuk memutar video dan audio.
22. Corel Draw, merupakan vector image editor. Bersifat open source dan diproduksi oleh Corel Corporation. Digunakan untuk mengedit, menggambar image. Dapat diperoleh di www.soft-games.com
23. Microsoft Paint, merupakan bitmap image editor. Bersifat open source dan masuk dalam paket Microsoft Windows. Digunakan untuk mengedit image. Dapat diperoleh di www.soft-games.com
24. Macromedia Flash, merupakan perangkat lunak animasi yang banyak digunakan, baik untuk web, presentasi, dll. Bersifat open source dan diproduksi oleh Macromedia Inc. Dapat diperoleh di www.soft-games.com
25. 3D Studio Max, bersifat open source dan diproduksi oleh Autodesk Media & Entertainment. Digunakan untuk membuat, mengedit, dan memanipulasi informasi dalam bentuk gambar 3 dimensi.
26. Silo 3D Modelling, bersifat open source dan diproduksi oleh Nevercenter Ltd. Co. Dugunakan untuk membuat gambar 3D.

LISENSI.

1. Movieworks, bersifat lisensi/berbayar dan diproduksi oleh Win, mac yang digunakan untuk menggunakan video, suara, animasi, cat dan alat editing gambar dengan urutan berdasarkan waktu kuat, berorientasi objek dan program authoring. Lima MovieWorksterintegrasi Deluxe aplikasi produksi bekerja sama

- mulus, sehingga mudah untuk memasukkan video analog atau digital, tombol, foto, grafik, animasi, 3D, narasi, MIDI, MP3, CD musik, teks dan sertifikasi, dan film bahkan realitas virtual ke menakjubkan, profesional-kualitas multimedia produksi.
2. Mediablander, bersifat lisensi dan diproduksi oleh Win, Mac yang digunakan mudah untuk menggunakan paket multimedia authoring. MediaBlender akses dari komputer manapun dengan akses Internet, tuan rumah perangkat lunak pada server Anda sendiri untuk kinerja yang lebih baik, dan beban sebuah aplikasi yang berdiri sendiri pada komputer Anda untuk digunakan tanpa koneksi internet.
 3. Blender 3D, adalah sebuah software editing 3 Dimensi berlisensi GNU . Software ini dapat digunakan untuk editing obyek 3 Dimensi. Fungsinya hampir sama dengan software maya dan 3D Studi Max. Blender dapat berjalan di sistem operasi berbasis windows dan linux.
 4. Adobe Photoshop, merupakan vector dan bitmap image editor. Bersifat open source dan diproduksi oleh Adobe Systems. Digunakan untuk melukis, menggambar, mengedit dan memanipulasi image atau gambar secara interaktif pada sistem komputer. Dapat diperoleh di www.soft-games.com.
 5. CloneDVD, bersifat lisensi Fungsinya untuk meng-cloning DVD/CD persis aslinya dan bisa di-convert
 6. ke pelbagai target spt AVI, ASF, iPod MP4, PSP MP4, 3GP, ISO file, dll. Disamping itu bisa menembus sekaligus mem-bypass pelbagai proteksi DVD, seperti dual layer. dapat diperoleh di <http://www.mixzhare.com/thread-8164.html>.

Dalam pembuatan multimedia kita harus memperhatikan langkah-langkah yang harus ditentukan, langkah yang akan kita ambil dalam membuat multimedia yaitu kita harus menentukan multimedia apa yang akan kita buat, setelah itu kita tentukan design multimedia tersebut, setelah kita menentukan designnya kita akan mengelompokkan elemen atau memasukan elemen yang ada pada

multimedia tersebut, misalnya audio, video, teks, atau pun gambar. Setelah kita memasukkan elemen-elemen multimediana, kita harus mengecek kembali elemen-elemen yang kita masukkan sudah benar atau mengalami kerusakan, setelah kita sudah mengisikan elemennya, kita dapat mempublikasikan multimedia tersebut.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pembuatan multimedia ialah faktor yang dapat membuat multimedia tersebut menjadi menarik. Contohnya ialah manfaat multimedia tersebut, berisi konten yang menarik, informasi yang diberikan oleh multimedia tersebut, dan design yang unik.

Aplikasi pengolah grafis dibedakan dalam beberapa kelompok sesuai bentuk hasil dan keperluannya, yaitu Aplikasi Pengolah Gambar Vektor/Garis, Aplikasi Pengolah Bitmap/Pixel/Gambar, dan Aplikasi Pengolah Audio Visual.

Program yang termasuk dalam kelompok ini dapat digunakan untuk membuat gambar dalam bentuk vektor/garis sehingga sering disebut sebagai *Illustrator Program*. Seluruh objek yang dihasilkan berupa kombinasi beberapa garis, baik berupa garis lurus maupun lengkung. Aplikasi yang termasuk dalam kelompok ini adalah:

1. Adobe Illustrator
2. Beneba Canvas
3. CorelDraw
4. Macromedia Freehand
5. Metacreations Expression
6. Micrografx Designer

5.3 Aplikasi Pengolah Bitmap/Pixel/Gambar

Program yang termasuk dalam kelompok ini dapat dimanfaatkan untuk mengolah gambar/manipulasi foto (*photo retouching*). Semua objek yang diolah dalam program-program tersebut dianggap sebagai kombinasi beberapa titik/pixel yang memiliki kerapatan dan warna tertentu, misalnya, foto. Gambar dalam foto

terbentuk dari beberapa kumpulan pixel yang memiliki kerapatan dan warna tertentu.

Meskipun begitu, program yang termasuk dalam kelompok ini dapat juga mengolah teks dan garis, akan tetapi dianggap sebagai kumpulan pixel. Objek yang diimpor dari program pengolah vektor/garis, setelah diolah dengan program pengolah pixel/titik secara otomatis akan dikonversikan menjadi bentuk pixel/titik. Yang termasuk dalam aplikasi ini adalah:

1. Adobe Photoshop
2. Corel Photo Paint
3. Macromedia Xres
4. Metacreations Painter
5. Metacreations Live Picture
6. Micrografx Picture Publisher
7. Microsoft Photo Editor
8. QFX
9. Wright Image
10. Pixelmator
11. Manga studio
12. Gimp

8.4 3Ds-Max

6.1 Pengertian

3DS Max adalah program untuk modeling, rendering, dan animasi yang memungkinkan Anda untuk mempresentasikan desain Anda, seperti desain interior, arsitektur, dan iklan, secara realistik dan atraktif. Kelengkapan fitur, sistem parametrik pada objek, serta sistem keyframer pada animasi, telah menempatkan 3DS Max menjadi program animasi yang mudah dan populer dibandingkan program aplikasi sejenis.

3D Studio Max (kadang kala disebut 3ds Max atau hanya MAX) adalah sebuah perangkat lunak grafik vektor 3-dimensi dan animasi, ditulis oleh Autodesk Media & Entertainment (dulunya dikenal sebagai Discreet and Kinetix. Perangkat lunak ini dikembangkan dari pendahulunya 3D Studio fo DOS, tetapi untuk platform Win32. Kinetix kemudian bergabung dengan akuisisi terakhir Autodesk, Discreet Logic.



Produk asli 3D Studio diciptakan untuk platform DOS oleh Grup Yost dan diterbitkan oleh Autodesk. Setelah 3D Studio DOS Release

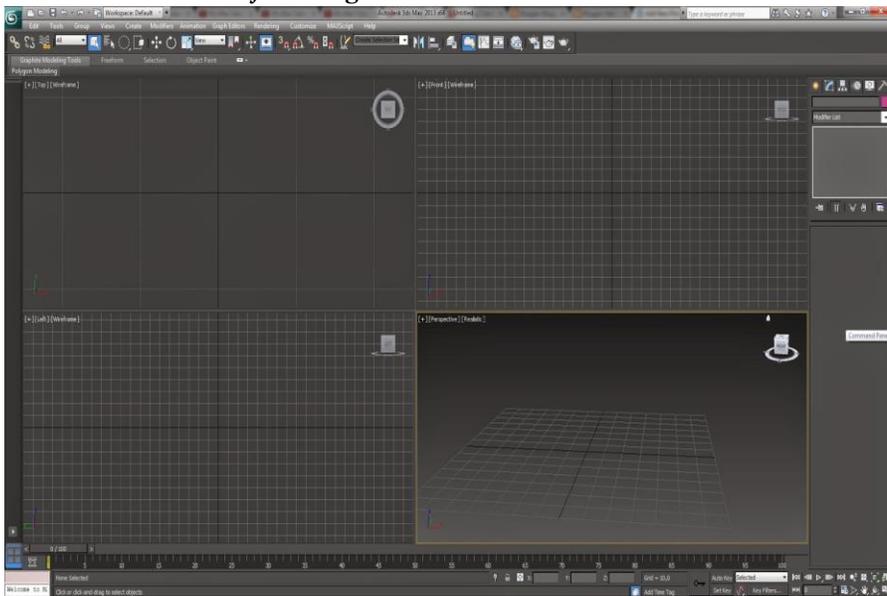
4, produk tersebut ditulis ulang untuk platform Windows NT, dan berganti nama menjadi "3D Studio MAX." Versi ini juga awalnya diciptakan oleh Grup Yost. Album ini dirilis oleh Kinetix, yang pada saat itu divisi Autodesk media dan hiburan. Autodesk membeli produk ini di tanda rilis kedua versi 3D Studio MAX dan pengembangan diinternalisasi seluruhnya selama dua rilis berikutnya. Kemudian, nama produk diubah menjadi "3ds max" (semua huruf kecil) untuk lebih sesuai dengan konvensi penamaan Discreet perusahaan, sebuah perangkat lunak berbasis di Montreal yang telah dibeli Autodesk. Pada rilis 8, produk tersebut lagi dicap dengan logo Autodesk, dan namanya kembali diubah menjadi "3ds Max" (atas dan huruf kecil). Pada rilis 2009, nama produk diubah menjadi "Autodesk 3ds Max".

6.2 Konsep 3Ds Max

3D Studio Max (kadang kala disebut *3ds Max* atau hanya *MAX*) adalah sebuah perangkat lunak grafik vektor 3-dimensi dan animasi, ditulis oleh Autodesk Media & Entertainment (dulunya dikenal sebagai Discreet and Kinetix. Perangkat lunak ini dikembangkan dari pendahulunya 3D Studio fo DOS, tetapi untuk platform Win32. Kinetix kemudian bergabung dengan akuisisi terakhir Autodesk, Discreet Logic. Versi terbaru *3Ds Max* pada Juli 2005 adalah 7. 3Ds Max Autodesk 8 diperkirakan akan tersedia pada akhir tahun. Hal ini telah diumumkan oleh Discreet di Siggraph 2005.

3ds Max adalah salah satu paket perangkat lunak yang paling luas digunakan sekarang ini, karena beberapa alasan seperti penggunaan platform Microsoft Windows, kemampuan mengedit yang serba bisa, dan arsitektur plugin yang banyak.

6.3 Pembuatan Objek dengan 3Ds Max



Metode pemodelan

Ada 5 metode pemodelan dasar:

- Pemodelan dengan primitif
- NURMS(subdivision surfaces)
- Surface tool
- NURBS
- Pemodelan polygon

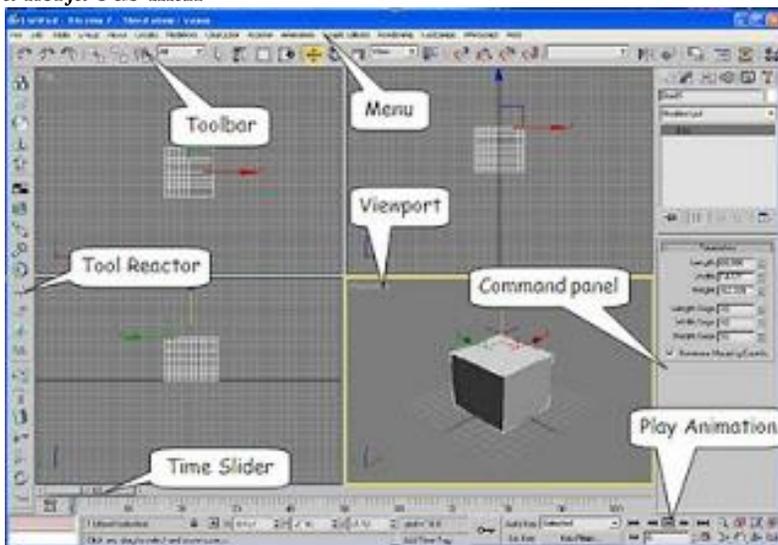
Pemodelan dengan primitif

Ini merupakan metode dasar, di mana seseorang membentuk model dengan menggunakan banyak kotak, bola, "cone", silinder, dan objek yang telah disediakan lainnya. Seseorang juga dapat menerapkan operasi boolean, termasuk pengurangan, pemotongan, dan penggabungan. Misalnya, seseorang dapat membuat dua bola yang dapat bekerja sebagai blob yang akan menyatu. Hal ini disebut "pemodelan balon".

Mental Ray

Mental Ray merupakan sebuah render engine (mesin untuk merender gambar atau video) yang terdapat pada program **3D Studio Max**, selain render standar max yaitu "Default Scanline". Mental Ray terintegrasi dengan 3D Studio Max sehingga tidak perlu menginstal secara terpisah. Mental ray mempunyai beberapa kelebihan yaitu dapat mengkalkulasi efek *Global Illumination* dan *Indirect Illumination*, selain itu dapat juga menggunakan *shader* pada permukaan gambar atau cahaya. Render engine lain selain Mental Ray adalah V-Ray, Brazil R/S, Maxwell Render, Final Render, dan sebagainya. Semua render engine ini memiliki kelebihannya masing-masing.

Area kerja 3ds max



1. **Menu**, berisi berbagai macam perintah dan fasilitas untuk memodifikasi model atau animasi yang kita buat. Prinsipnya hampir sama dengan menu-menu yang ada pada software pada umumnya.
2. **Tool Reactor**, berisi tool-tool yang dapat digunakan untuk memasukan objek menjadi koleksi reactor. Atau dengan cara lain juga kita dapat lakukan dengan menekan **Create > Helpers > reactor**
3. **Command Panel**, berisi perintah- perintah atau parameter-parameter yang berkaitan dengan objek yang kita buat. Misalnya untuk menentukan banyaknya segmen yang ada dalam suatu objek, density, massa, efek gravitasi, dan banyak lagi yang lainnya. Dalam buku panduan ini, untuk memodifikasi atau menampilkan Command Panel yang berada di bawah biasa disebut rollout. Jadi nanti kita tidak lagi bingung dengan istilah rollout.
4. **Viewport**, merupakan area atau layar tempat kita mengerjakan animasi. Terdapat enam sudut pandang dalam animasi tiga dimensi, yaitu atas, bawah, kiri, kanan, depan dan belakang. Berdasarkan sudut pandang tersebut, dalam 3ds max terdapat 8 sudut pandang viewport, yaitu top, bottom, left, right, front, back, perspective dan user. Viewport yang aktif ditunjukkan dengan warna kuning di pinggir viewport tersebut. Berikut adalah gambar tampilan viewport dalam 3ds max.
5. **Main toolbar**, dalam 3ds max terdapat tool yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan dalam memanipulasi objek yang kita buat. Terdapat beberapa main toolbar standar seperti tampak pada gambar di bawah ini :



- a. **Undo** berfungsi sebagai history pallete atau untuk kembali ke perintah sebelumnya.
- b. **Redo** merupakan kebalikan dari undo
- c. **Select and link** berfungsi untuk menghubungkan satu objek dengan objek yang lain sehingga ada satu ikatan antara objek tersebut.

- d. **Unlink** selection merupakan kebalikan dari link yaitu untuk memutuskan ikatan atau hubungan tersebut.
- e. **Bind** to space warp merupakan fasilitas yang digunakan untuk menghubungkan suatu objek dengan efek tertentu, misalnya kita akan menghubungkan objek pale dengan efek air (Water).
- f. **Selection filter** merupakan fasilitas yang dapat digunakan untuk menyaring objek apa yang akan dipilih.
- g. **Select object** digunakan untuk memilih atau menyeleksi objek.
- h. **Select** by name digunakan untuk memilih objek berdasarkan nama object tersebut.
- i. **Select** and **move** digunakan untuk memilih dan memindahkan posisi objek.
- j. **Select** and **rotate** digunakan untuk memilih dan memutar objek yang kita pilih tersebut.
- k. **Select** and **scale** digunakan untuk memilih dan mengubah ukuran objek
- l. **Use center flyout** digunakan untuk menentukan coordinate system yang akan mempengaruhi proses transformasi.
- m. **Mirror** digunakan untuk menggandakan atau mencerminkan objek
- n. **Layer manager** digunakan untuk mengatur layer
- o. **Curve editor** digunakan untuk mengatur kurva dari objek yang kita buat
- p. **Material editor** merupakan fasilitas untuk memberi material atau tekture pada objek yang kita buat
- q. **Render scene dialog** digunakan untuk merender animasi atau model pada scene terpilih.

1. **Time Slider dan tool-tool untuk navigasi**

Selain terdapat main tool yang dapat membantu kerja kita dalam viewport terdapat juga beberapa bagian lain yang terdapat dalam scene 3ds max yang perlu kita ketahui, yaitu :

a. **Time Slider**

Prinsipnya sama dengan Timeline yang berada pada software pembuat animasi yang lain, yaitu untuk mengatur posisi objek dalam

selang waktu tertentu yang ditunjukkan oleh keyframe. Bisa juga kita fahami fungsinya untuk melakukan perubahan animasi pada suatu objek.

1.1 Viewport

Anda dapat merubah tampilan Viewport dengan memilih beberapa type tampilan sesuai dengan gambar diatas, caranya Klik Kanan pada label Viewport misalnya pada label Perspektif lalu pilih Configure pada kotak dialog Viewport Configuration lalu Klik tab Layout, pilih model viewport yang diinginkan atau melalui menu bar Pilih Customize à Viewport Configuration à Layout klik model Viewport yang disukai. Anda juga dapat merubah dengan mengetikkan Hotkey melalui keyboard: tekan huruf

T untuk Top, melihat dari arah atas objek.

B untuk Bottom, melihat dari arah bawah objek.

L untuk Left, melihat dari arah kiri objek.

R untuk Right, melihat dari arah kanan objek.

F untuk Front, melihat dari arah depan objek.

K untuk BacK, melihat dari arah belakang objek.

P untuk Perspective, melihat berdasarkan sudut pandang mata.

C untuk Camera, melihat objek dari kamera tertentu

Yang dimaksud dengan Origin dalam 3dsMax adalah adalah pusat alam semesta (center of the universe) dengan kata lain pusat sumbu, semua pekerjaan dalam ruang kerja 3dsMax berpedoman pada origin tersebut dengan menggunakan angka koordinat X, Y dan Z. Angka koordinat dari origin adalah 0,0,0 yang mewakili dari X, Y, Z pada pusing ruang kerja 3dsMax. Dalam 3dsMax dimensi dasar yaitu (lebar, kedalaman dan tinggi) dan (kanan kiri atas bawah maju dan mundur) diwakili oleh arah X,Y dan Z dan disebut dengan Sumbu X, Y, dan Z

Koordinat X, Y, dan Z

Dalam 3dsMax pengukuran dilakukan dengan menggunakan arah sumbu X, Y, dan X. Sumbu X mewakili arah Horisontal atau kanan dan kiri (lebar) , sumbu Y mewakili arah maju dan Mundur (panjang), sedangkan sumbu Z mewakili arah Vertikal atau atas dan

bawah. Aturan universal dari penulisan angka koordinat adalah contoh: 55,60,65 angka pertama 55 adalah nilai numerik koordinat X, angka kedua 60 merupakan nilai numerik koordinat Y, dan angka ketiga 65 merupakan nilai numerik koordinat Z.

Satuan Pengukuran

Satuan Pengukuran dapat diatur sendiri pada menu bar Customizeà Units Setupàklik System Unit Setup anda bisa memilih Centimeter, inches,Feed bahkan kilometer atau Customizeà Units Setup pada Display Unit Scale pilih Metric Pilih Centimeter

1.Menu Bar

menu bar adalah menu biasa seperti program Windows pada umumnya dan dapat digunakan baik dengan mengkliknya menggunakan mouse atau menekan Alt + huruf pada menu bar yang digaris bawah

Tools : adalah perintah-perintah pada main toolbar, untuk mengaktifkannya tekan Alt T

Group : berisi perintah-perintah untuk mengelola grouped objek tekan(Alt G)

Create : berisi perintah-perintah untuk membuat objek(Alt C), ini juga terdapat pada Command Panel pada gambar

Modifiers : berisi perintah-perintah untuk memodifikasi(merubah) objek(Alt O).

Character : berisi perintah-perintah untuk membuat anatomi(Struktur) karakter. Alt h

Animation : berisi perintah-perintah untuk menganimasi objek(Alt A).dan tekan /

Graph Editor : Memungkinkan anda untuk mengedit Animasi pada Track View dan objek

Rendering : berisi perintah-perintah untuk Rendering(Alt R Atau F9 Atau F10),Special Effects, Video Post dan Environment.

Customize : Memungkinkan untuk mengcustom jendela tampilan (User interface) Alt U

MAXScript : Untuk menggunakan Script(bahasa Pemrograman) dalam 3dsMax (Alt M).

Help : Menu bantuan dan berisi tutorial 3dsMax (Alt H)

Catatan: Perintah-perintah diatas adalah Perintah dari Menu Bar

2. **Toolbar** : Tombol-tombol untuk memberi perintah secara cepat
3. **Time slider** : Jumlah frame yang diperlukan untuk menjalankan animasi
4. **Status bar dan Prompt line** : Berisi tombol-tombol Animasi
5. **Koordinat (x,y,z) display** : Letak tempat objek/titik dibuat
6. **Auto key (Animation Key Ing Control)** : tombol untuk meng-aktifkan proses pembuatan Animasi.
7. **Time configuration** : Cara mengatur waktu(konfigurasi) animasi.
8. **Viewport navigation control** : Pengaturan kualitas tampilan suatu viewport.
9. **Keyboard Entry** : Tempat memasukkan/mengisi angka atau data dari keyboard.
10. **Object category** : Pengelompokan beberapa perintah panel dalam pembuatan objek.
11. **Keyboard shortcut override toggle** : Berfungsi untuk meng-aktifkan shortcut utama dan shortcut untuk fasilitas tertentu, sebagai contoh Editable mesh, Track View, NURBS dsb
12. **Snap** : Penguncian objek pada sumbu tertentu.

1.2 Viewport Control

Viewport Control adalah tombol-tombol untuk mengatur pandangan/cara melihat pada viewport tertentu. Pengaturan tersebut adalah :

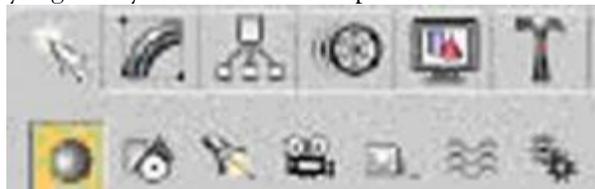
1. **Zoom** : Untuk memperbesar/memperkecil tampilan objek pada viewport yang aktif.
2. **Zoom All** : Untuk memperbesar/memperkecil tampilan objek pada semua viewport.
3. **Zoom Extents** : Memperbesar tampilan objek secara maksimal pada viewport yang aktif. (Alt W)
4. **Zoom Extents All** : Menampilkan seluruh objek secara optimum pada semua viewport.

5. Field of View : Memperbesar/mempersempit sudut pandang (mengatur luas area tampilan) dengan cara Klik dan drag.
6. Pan : Menggeser tampilan didalam viewport.
7. Arc Rotate : Memutar tampilan objek dalam viewport.
8. Min/Max Toggle : Memaksimalkan/meminimalkan jumlah viewport pada layer (mengubah viewport menjadi 1 buah viewport atau 4 buah viewport)

1.3 Command Panel

Command Panel ialah tombol-tombol perintah yang tersusun atas 6 panel dan merupakan bagian yang penting pada 3DSMax, karena hampir semua perintah ditempatkan disini, misal pembuatan objek beserta parameternya, memodifikasi objek, character modeling dan animasi.

Ke 6 panel yang menyusun Command panel ialah:



1. **Create**: Panel ini berisi perintah-perintah untuk membuat objek yang dikelompokkan menjadi 7 kategori: 1.Geometry; 2.Shapes; 3.Lights; 4.Cameras; 5.Helpers; 6.Space Warps; 7.Systems, tujuh kategori tersebut mempunyai sub-kategori yang berbeda-beda pula:

1.1.**Geometry** : pada 3DSMax memiliki 11 pokok Bahasan yang meliputi: 1.Standart Primitives 2. Extended Primitives 3. Compound Object 4.Particle System 5.Patch Grids 6.NURBs Surfaces 7.AEC Extended 8.Dynamics Objects 9.Stairs 10.Door 11.Windows.

1.2.**Shapes** : Splines dan NURBS curves; Spline terdiri dari 11 objek: 1.Line 2.Arc 3.Circle 4.NGon 5.Text 6.Section 7.Rectangle 8.Ellipse 9.Donut 10.Star 11.Helix

2.**Modify**: Panel ini terdiri dari perintah yang berhubungan dengan modifier dan editing tool untuk meng-aktifkan Modifier list pada panel modify Klik dropdown lalu pilih/sorot jenis modifier yang Diperlukan.

Panel Modify dapat digunakan untuk keperluan:

- Mengubah parameter penyusun objek terpilih
- Mengaplikasikan modifier untuk mengubah geometri dari suatu objek atau kumpulan objek
- Mengubah parameter Modifier.
- Menghapus modifier.
- Mengkonversi parametric objek menjadi editable objek.
- Hierarchy: Panel ini perintah untuk mengelola link dalam suatu hierarchy, joint, dan inverse kinematics.
- Motion: Panel ini terdiri dari perintah-perintah yang mengatur Animasi

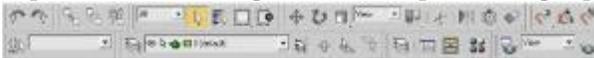
Panel motion rollout tambahan bila anda memberikan animation Controller untuk objek yang terpilih.

- Display: Panel ini terdiri dari perintah-perintah untuk menampilkan atau menyembunyikan Objek.

Utilities: Panel ini menyediakan akses untuk keperluan program.

1.4 Toolbar

Toolbar ialah kumpulan dari perintah-perintah yang digunakan secara cepat dan sering sekali dipergunakan.



bila Toolbar tersebut tidak muncul/tersembunyi untuk menampilkannya tekan Alt 6

Atau pada menu Bar Pilih Customise ->Show I->Show Main Toolbars

1 Undo membatalkan beberapa perintah yang terakhir (Ctrl Z)

2 Redo membatalkan perintah Undo (Ctrl A)

3 Select and Link: membuat link dari satu objek ke objek lainnya

4 Unlink Selection : melepaskan link dari objek yang terpilih.

5 Bind to Space Warp :meng-attach objek terpilih ke spece warp

6 Selection Filter :tool ini mempengaruhi seluruh perintah selection (select,select and link, select & move dan lainlain).klik tombol bertanda segitiga kecil

7 Select Object: memilih objek. Perintah ini dapat dipanggil dengan menekan Q

8 Select by Name: Memilih objek berdasarkan nama objek. Perintah ini dapat dipanggil dengan menekan H

9 Selection Region: Memilih objek menggunakan area pilihan dengan metode

Klik dan drag dalam hal ini ada 4 pilihan tool perhatikan tanda icon segitiga kecil

dipojok kanan bawah(fly out) klik disitu,: Rectangular, Circular,Fence dan Lasso.

10 Crossing Selection: memilih objek yang berada didalam Area pilihan dan

terpotong oleh area pilihan

11 Select and Move: Memilih dan memindahkan objek pada sumbu tertentu.

12 Select and Rotate: Memutar objek pada sumbu tertentu.

13 Select and Scale(Uniform): Menskala dan memilih objek, ada 3 macam pilihan:Rectangular, circular Fence dan Lasso.

14 Reference Coodinate System: Menentukan system koordinat yang akan digunakan. Menu drop down ini terdiri atas: View, Screen, Word, Parent, Lokal, Grid, Pick dan Object.

15 Use Pivot Point Center: Menskala atau memutar objek satu atau lebih beberapa

objek terpilih. Berdasarkan titik poros/sumbu masing-masing

16 Select and Manipulate: Memilih dan melakukan perubahan terhadap parameter, modifier atau controller dari objek yang dipilih.

17 Mirror: adalah fasilitas untuk mencerminkan objek, fasilitas ini dapat dijalankan dengan mengklik icon Mirror pada Toolbar atau klik tools lalu pilih Mirror pada menu bar

18 Array: ialah fasilitas untuk menggandakan suatu objek dalam jumlah banyak. Fasilitas Array dapat dijalankan dengan membuka kotak dialog Array, baik melalui icon Array pada toolbar maupun memilih Array pada menu bar Tools Tekan(Alt T A).

19 Align: memposisikan suatu objek relative terhadap objek lainnya.

20 Snap: berfungsi untuk meng-aktifkan Snap,klik kanan pada lokasi icon ini untuk meng-akses kotak dialog Grid dan Snap settings.

21 Keyboard Shortcut Override Toggle: Mengaktifkan shortcut utama atau mengaktifkan shortcut utama dan shortcut fasilitas tertentu sekaligus. al: Editable mesh, Track View, Helpers, compound Object, NURBS dan lainlainnya

22 AutoGrid: autogrid dapat digunakan untuk membuat, menggabung atau mengimport suatu benda diatas permukaan benda yang lain yang lebih dahulu anda seleksi.

23 Layer Manager: adalah tempat untuk membuat atau menghapus layer dan mensetting visibilitas warna dan lain lain.

24 Open Curve Editor: Membuka jendela Track View Curve editor, jendela ini dapat digunakan untuk mengatur dan mengedit Animasi.

25 Open Schematic View: Membuka Jendela Schematic View yang dapat digunakan untuk menghubungkan/Me-linkkan objek guna menyusun Hierarki.

26 Material Editor: tekan M untuk membuka jendela Material editor, berfungsi

untuk menempelkan Material yang akan diaplikasikan pada suatu objek tertentu.

27 Render Scene: Tekan F10 untuk membuka jendela Render Scene. Berfungsi untuk mengatur Render yang akan digunakan .

28 Render Type: Berfungsi untuk menentukan pandangan mana dari Viewport yang akan di Render, merender secara terpisah atau satu persatu.

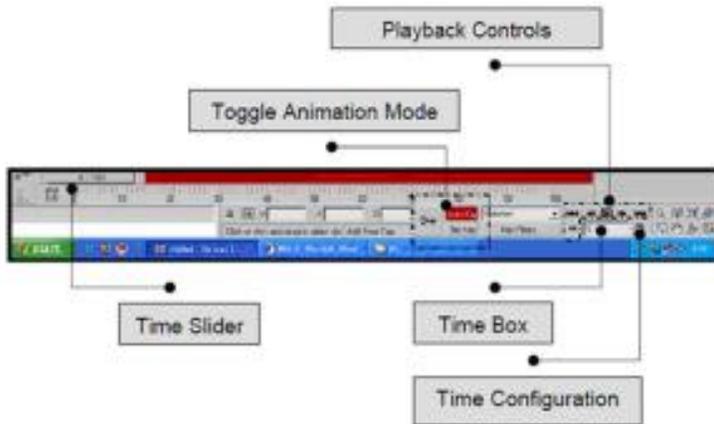
29 Quick Render: Tekan F9 untuk membuka jendela Quick Render. Berfungsi untuk menjalankan perintah Render dengan menggunakan setting parameter yang terakhir digunakan tanpa membuka dialog Render Scene.

30 Name selection Set : membuat atau menamai grup dari beberapa objek. Kotak disebelahnya digunakan untuk memilih grup tersebut.

Untuk mempelajari animasi dimensi 3 pada 3D Studio Max kita harus mengetahui terlebih dahulu hal yang paling penting pada pembuatan animasi dimensi 3 yaitu kontrol animasi.

1) Kontrol Animasi

Kontrol animasi memegang peranan penting dalam proses membuat dan menjalankan animasi. Dalam kontrol tersebut terdapat Time Slider yang menampilkan key frame animasi yang Anda buat, Tampilan dan posisi kontrol animasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar Kontrol Animasi

Time Slider

Merupakan baris keterangan yang menampilkan setiap frame pada animasi yang anda buat. Pada saat anda menjalankan animasi dengan menggunakan Playback Controls, maka Time Slider akan bergerak dari posisi 0 sampai dengan frame terakhir tergantung dengan jumlah frame yang anda tentukan. Tanpa menjalankan animasi dengan Playback Control, Anda juga dapat melihat setiap gerakan pada masing-masing frame dengan cara menggeser tombol Time Slider secara manual

Toggle Animation Mode

Merupakan tombol untuk menentukan mode dalam proses pembuatan animasi. Dalam hal ini terdapat dua mode proses pembuatan animasi, yaitu dengan menggunakan mode Auto Key dan Set key. Tombol ini akan melakukan perekaman pada semua perubahan terhadap desain kerja anda yang akan menghasilkan sebuah animasi.

Playback Controls

Merupakan kumpulan tombol untuk menjalankan animasi yang telah anda buat. Anda dapat menggunakan tombol play animation untuk menjalankan animasi secara keseluruhan, Go To Start untuk menuju ke posisi Frame awal, Previous Frame untuk menuju Frame sebelumnya, Next Frame menuju frame berikutnya, dan Go to End menuju posisi frame paling akhir

Time Box

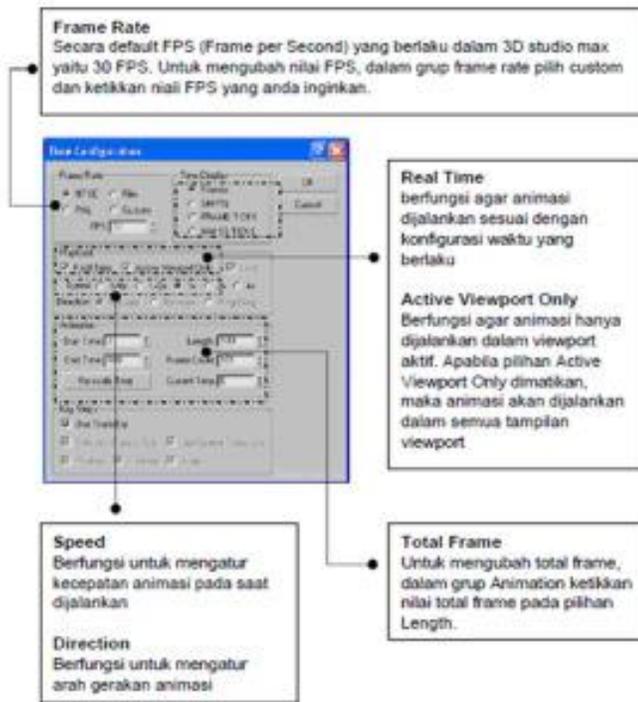
Menampilkan nilai frame yang aktif pada saat anda menjalankan animasi selain menampilkan nilai frame secara otomatis, Anda juga dapat mengetikkan sebuah nilai frame Box untuk menuju ke posisi frame tersebut

Time Configuration

Merupakan tombol yang berfungsi untuk mengatur konfigurasi jumlah frame dan waktu yang anda butuhkan untuk pembuatan suatu animasi

2) Mengatur Konfigurasi Animasi

Dengan mengatur terlebih dahulu konfigurasi animasi yang akan anda buat, maka anda dapat menentukan total penggunaan frame, jumlah frame per detik (FPS), kecepatan, dan beberapa konfigurasi animasi lainnya. Semakin banyak jumlah frame dalam sebuah rangkaian animasi, maka semakin baik kualitas animasi tersebut. Untuk mengatur konfigurasi animasi, gunakan perintah berikut
Klik tombol Time Configuration sehingga akan ditampilkan kotak dialog Configuration seperti terlihat pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar Time Configuration

Keunggulan dan Features 3Ds Max:

1. Kelebihan dan Feature Ke 1

Feature untuk membuat model organic dan unorganic. Model organic dapat berupa karakter model makhluk hidup nyata seperti manusia, hewan. Dan model makhluk hidup yang tidak nyata (khayalan) seperti monster, peri, dan lain-lain. Model unorganic dapat berupa model objek-objek benda mati seperti mesin, bangunan, mobil, sepeda motor, furniture, dan lain-lain.

Pada 3ds max feature yang digunakan untuk membuat model organic umumnya dengan menggunakan teknik Polygonal modeling dan NURBS modeling. Teknik Polygonal modeling adalah teknik membuat model dengan memakai objek-objek geometry dasar yang kemudian dikembangkan menjadi objek model yang lebih kompleks.

Umumnya memakai bentuk objek geometry box (kotak) yang kemudian dihaluskan lagi permukaannya (smooth). Sedangkan teknik NURBS modeling adalah teknik membuat model dengan memakai garis-garis yang dibuat seperti rangka objek yang diinginkan kemudian diberi surface (bentuk permukaan).

Model unorganic umumnya dibuat dengan menggunakan teknik Compound modeling dan Spline modeling (dapat juga dengan menggunakan teknik Polygonal Modeling). Teknik Compound modeling adalah teknik membuat model dengan mengkombinasikan (menggabungkan, memotong atau mengambil perpotongan) antar bentuk objek-objek geometry. Sedangkan teknik Spline modeling adalah teknik membuat model dengan membuat bentuk objek 2d-nya terlebih dahulu yang kemudian “ditransfer” menjadi bentuk 3d dengan memberikan ketebalan pada objek 2d tersebut.

2. Kelebihan dan Feature Ke 2

Feature untuk memberikan rangka pada objek karakter 3d yang telah kita buat, sehingga karakter 3d tersebut dapat bergerak seperti layaknya manusia. Ada 2 teknik yang dapat dilakukan, yaitu dengan teknik Bone dan teknik Biped. Teknik Bone adalah dengan membuat tulang secara satu-persatu yang kemudian dilink-kan antar masing-masing tulang yang saling berhubungan, misalnya tulang tangan dihubungkan ke tulang bahu. Sedangkan teknik Biped memungkinkan kita untuk membuat tulang yang telah terintegrasi menjadi satu kesatuan rangka yang utuh. Sehingga kita tidak perlu lagi me-link-kan tulang secara satu-persatu.



3. Kelebihan dan Feature Ke 3

Feature membuat texture real dan texture cartoon (kartun). Objek 3d yang dibuat dapat diberikan texture yang realistic sehingga terlihat seperti nyata, atau berupa texture cartoon. Texture real adalah memberikan texture yang sebenarnya sesuai dengan sifat dan karakteristik permukaan suatu objek atau benda, sehingga akan diperoleh hasil yang tampak asli dan nyata. Feature yang digunakan dengan menggunakan material standard. Sedangkan texture cartoon adalah memberikan texture seperti kartun, yang warnanya cerah dan terang. Feature yang digunakan adalah material Ink'npaint.



4. Kelebihan dan Feature ke 4

Feature membuat efek-efek api, asap (fire effect), kabut (fog), pendar cahaya (volume light), dan lain-lain. Efek-efek ini dapat diterapkan dengan memakai feature effect dan environment effect.



5. Kelebihan dan Feature ke 5

Feature membuat efek-efek yang terjadi bila mata/kamera melihat objek bergerak, misalnya efek motion blur dan depth of field (dof). Efek motion blur adalah efek bagaimana mata kita atau mata/lensa kamera menangkap gambar objek yang bergerak yang memperlihatkan bias (blur) pergerakannya. Depth of field (dof) adalah efek bagaimana bila mata kita atau mata/lensa kamera focus melihat satu objek, maka objek-objek disekitarnya pasti akan menjadi tidak focus (blur). Pemberian efek-efek ini tentu akan memberikan kesan yang semakin tampak realistic.



6. Kelebihan dan Feature ke 6

Feature untuk membuat efek-efek sinar, cahaya. Efek-efek tersebut dapat berupa cahaya matahari, sunset, dan lain-lain, yang

tentunya akan semakin memperkaya dan mempercantik design 3d yang kita buat. Untuk membuatnya kita dapat memakai feature effect yang terdapat pada software 3ds max.



7. Kelebihan dan Feature ke 7

Feature untuk membuat objek-objek bulu, rumput, rambut, dan lain-lain. Objek-objek ini memerlukan feature aplikasi khusus yaitu feature Hair & Fur. Dengan adanya opsi ini kita akan mudah untuk membuat beragam jenis dan style rambut, bulu ataupun rumput.



8. Kelebihan dan Feature ke 8

Feature untuk membuat objek kain atau baju. Features yang digunakan adalah Cloth Simulation. Dengan feature ini kita dapat membuat kain atau baju dengan lebih natural dan realistic, menyerupai dengan sifat baju/kain seperti dalam kondisi real/nyata.



9. Kelebihan dan Feature ke 9

Feature untuk membuat objek-objek liquid/cairan. Aplikasinya banyak ditujukan untuk membuat environment, seperti environment (panorama) di sungai, laut, kolam, dan lain-lain. Sama halnya seperti pembuatan objek bulu, objek liquid memerlukan tingkat kekompleksan yang sangat khusus, karena objek ini sangat berat “dibaca” oleh komputer, apalagi bila tingkat akurasi liquid-nya tinggi. Feature yang dipergunakan adalah Meta Particle dan BlobMesh.



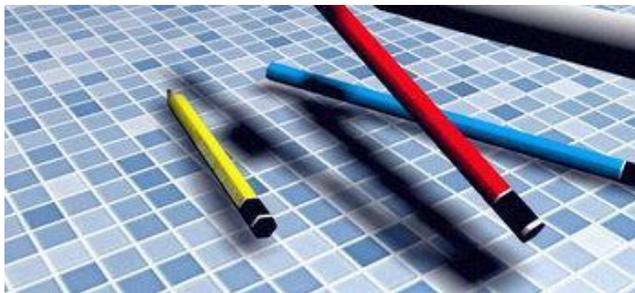
10. Kelebihan dan Feature ke 10

Feature untuk membuat cahaya yang realistic. Cahaya yang tampak realistic adalah cahaya yang memantul dan menyebar kesegala arah, sesuai dengan arah pantulan objeknya. Feature yang dipakai adalah Global Illumination dengan beragam teknik, seperti Light Tracer, Radiosity atau MentalRay.

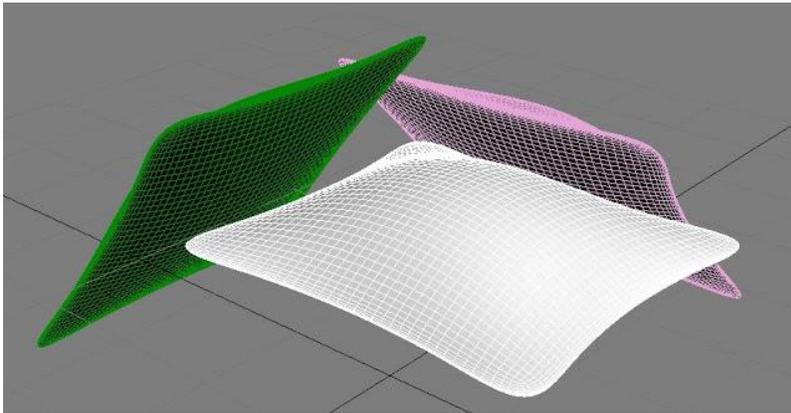


11. Kelebihan dan Feature ke 11

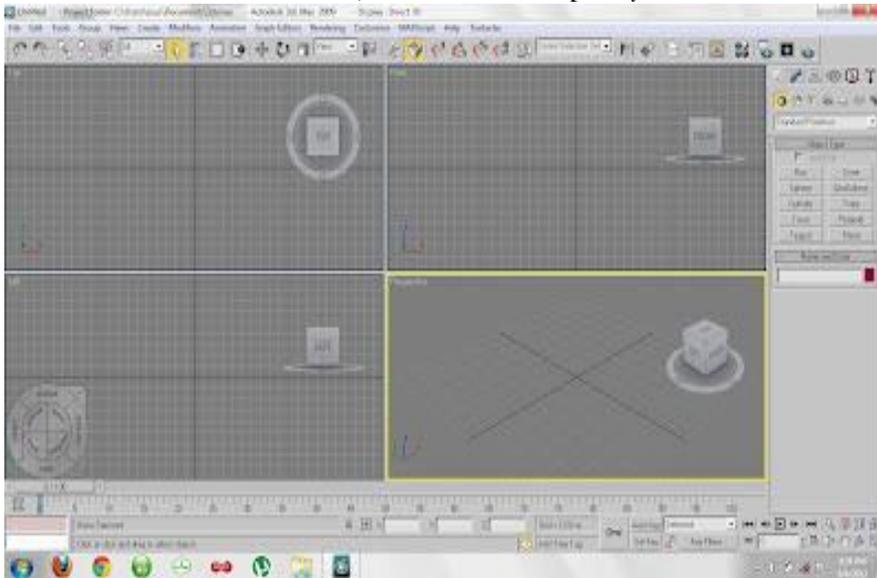
Feature untuk membuat Animasi dynamics. Banyak diaplikasikan untuk membuat animasi objek-objek yang saling bertubrukan/tabrakan, berbenturan, pecah, dan lain-lain. Tidak hanya dapat diterapkan untuk benda-benda (objek) solid/keras (rigid), tetapi dapat juga diterapkan untuk benda-benda lunak (soft), kain (cloth), tali (rope), dan lainnya.



2.3 Membuat Objek Menggunakan 3DS Max



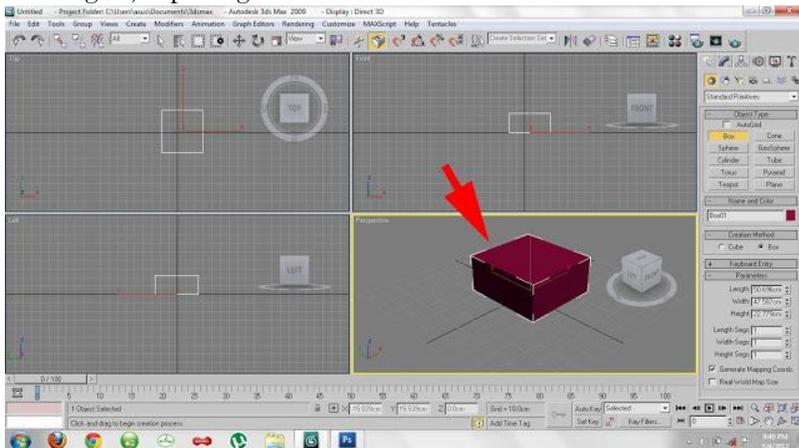
1) Buka software 3dsmax km, boleh versi berapa saja



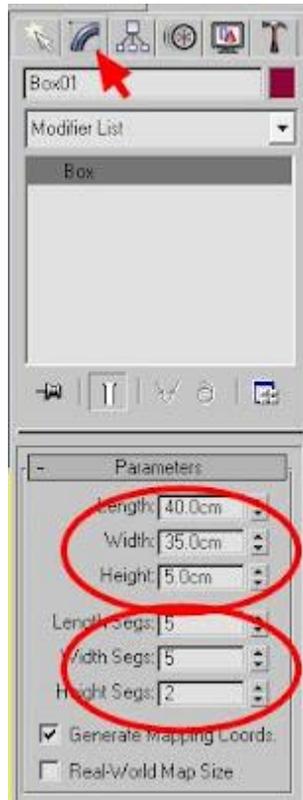
2) Pada Bagian kanan terlihat menu - menu untuk membuat berbagai macam objek. Kita cukup gunakan BOX saja



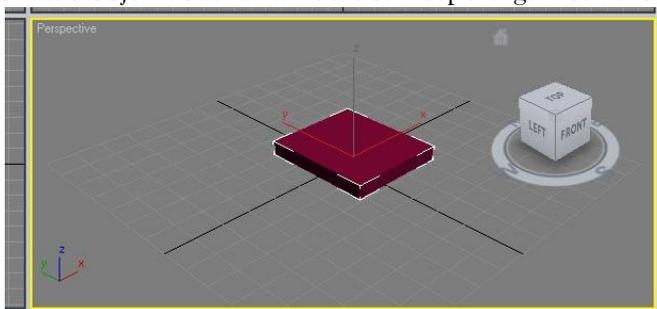
3) Selanjutnya pada layar kerja buatlah sebuah box. ukurannya boleh sembarangan, seperti gambar dibawah ini



4) Klik menu modifier seperti tanda panah gambar dibawah, lalu anda ubah ukuran sama seperti lingkaran pada gambar dibawah

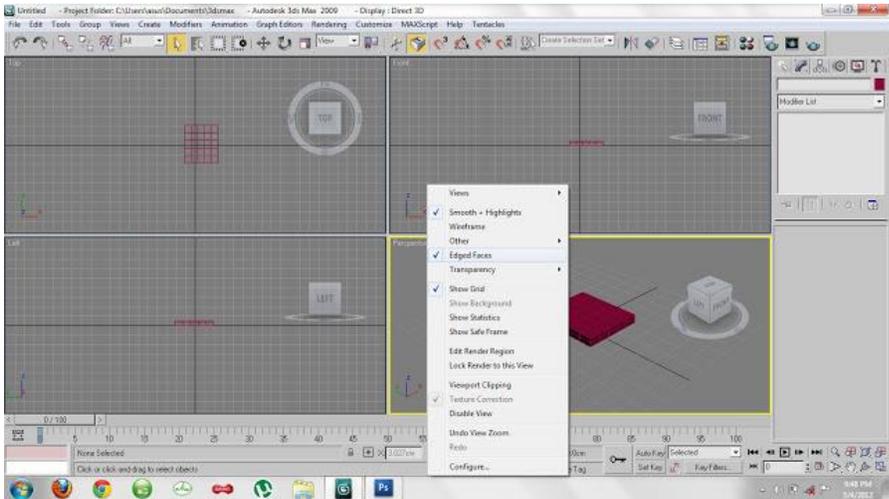


maka otomatis objek kotak akan berubah seperti gambar dibawah

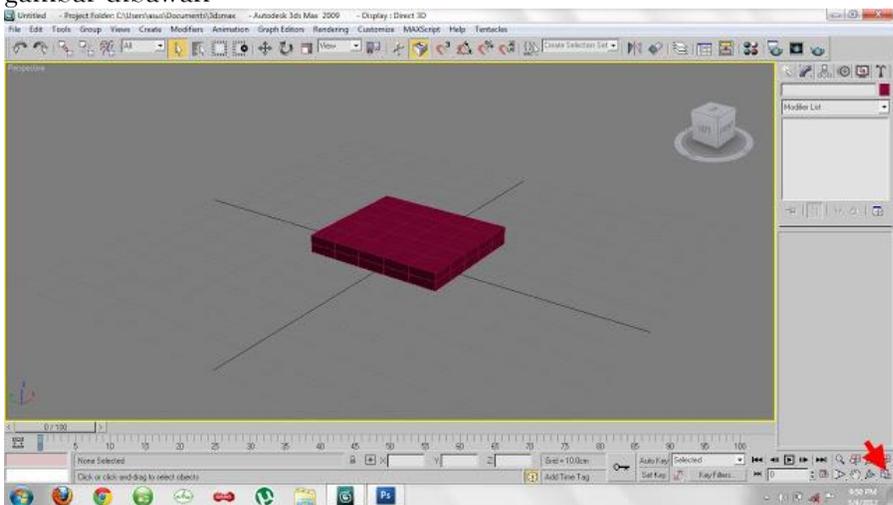


5) Di layar kerja [perspective] klik kanan, lalu centang tulisan **edged faces**, tujuannya agar garis - garis segmen bisa terlihat untuk memudahkan mengedit

Laboratorium Simulasi



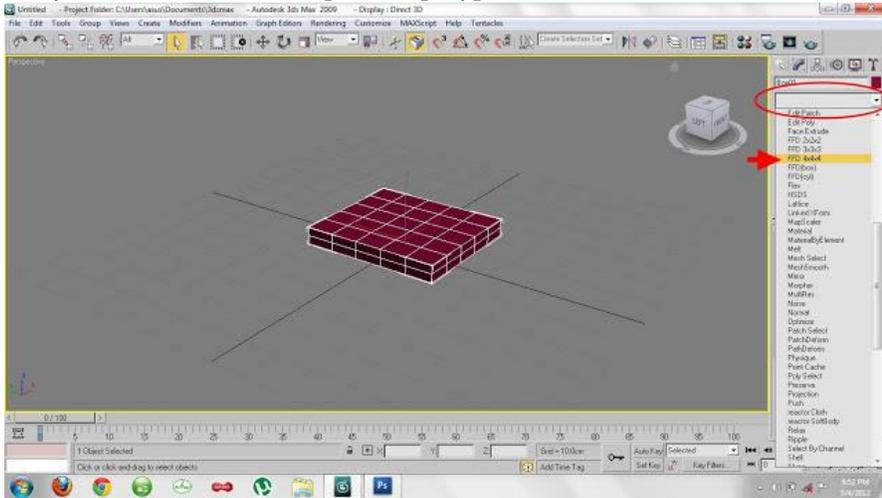
Setelah diaktifkan maka objek akan terlihat garis - garis seperti gambar dibawah



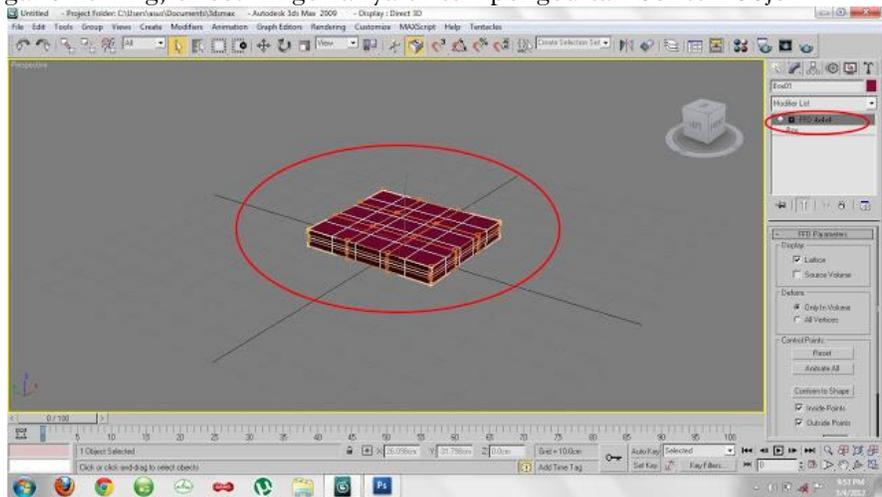
Dan klik icon pada tanda panah di gambar diatas agar layar menjadi full, tujuannya agar terlihat simple saja

6) klik menu **modifier list** seperti gambar dibawah, lalu pilih **FFD 4x4x4** seperti yang ditunjukkan tanda panah pada gambar dibawah (

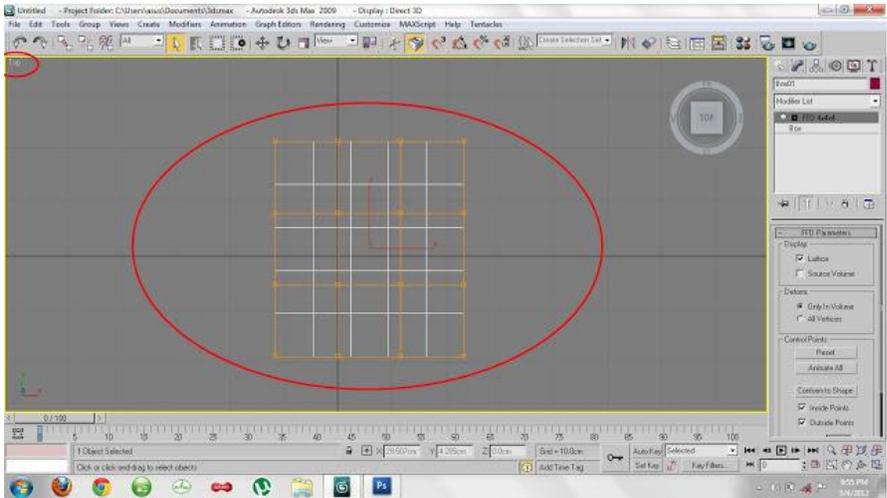
modifier list itu semacam memberi effect pada objek, disitu ada banyak macam effect dengan fungsi yg berbeda - beda)



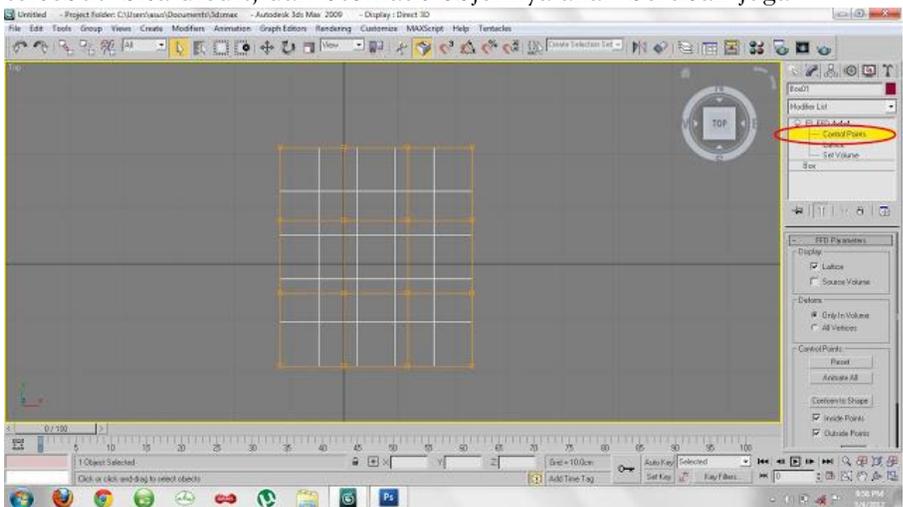
setelah di beri effect **FFD 4x4x4** maka objek akan bertambah garis - garis kuning, effect ini gunanya untuk pengeditan bentuk objek



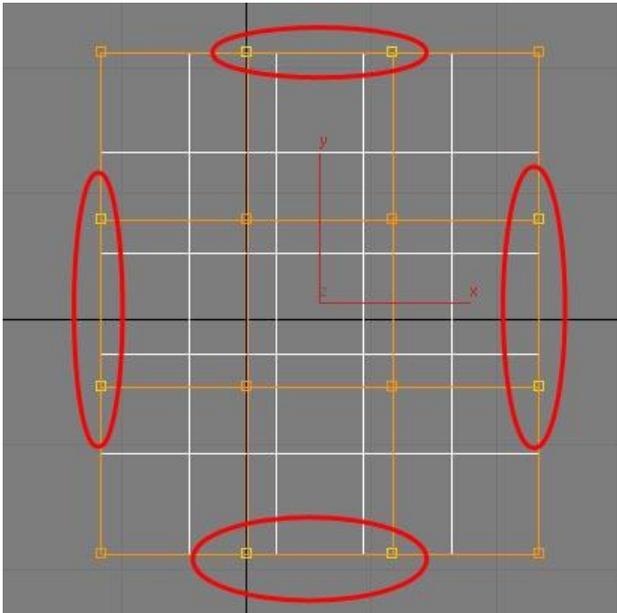
7) Tanpa memilih objek, lalu tekan T pada keyboard, dan layar kerja akan berubah menjadi Top (tampak atas)



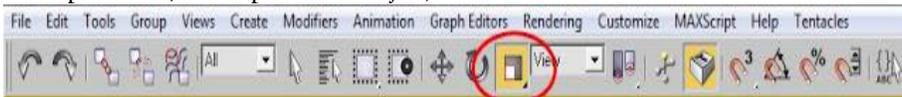
8) Lalu dibagian effect td km tekan tanda + pada **FFD 4x4x4** lalu klik **control point**, control point itulah guna agar titik - titik kuning tersebut bisa diedit, dan otomatis objeknya akan berubah juga



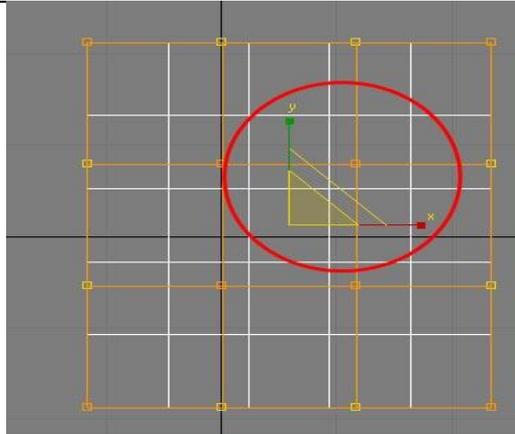
9) Lihat dengan jelas gambar dibawah ini, block titik - titik yang dilingkari pada gambar dibawah, terlihat ada 8 titik yang di block



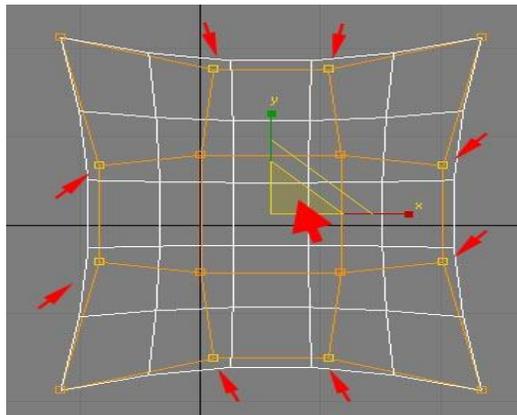
10) lalu pada menu diatas km klik **Scale** pada gambar yang dilingkari, atau gampangnya km tekan R pada keyboard (Scale gunanya untuk memperbesar/memperkecil objek)



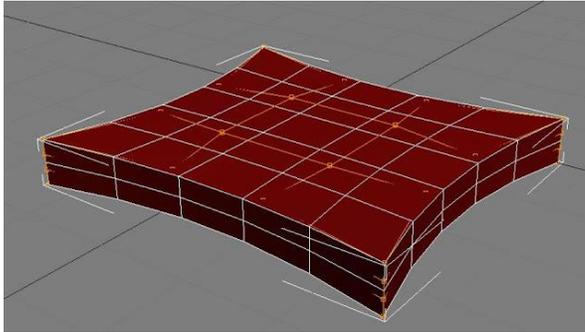
Setelah menekan icon scale maka akan muncul seperti gambar dibawah



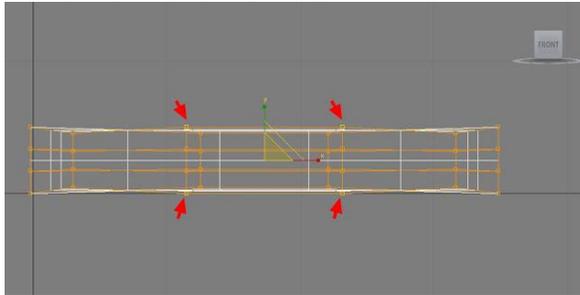
11) lalu pada segitiga tersebut, lalu km klik+tahan dan bawa kursor ke arah bawah agar titik-titik yang di block akan mengecil, jika langkah km benar, maka akan seperti gambar dibawah



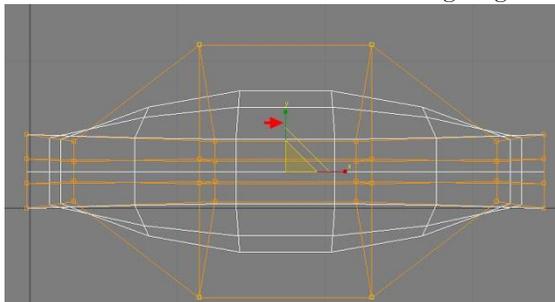
Nah gambar 3dnya akan seperti dibawah Tekan P pada keyboard untuk merubah layar menjadi 3d perspective



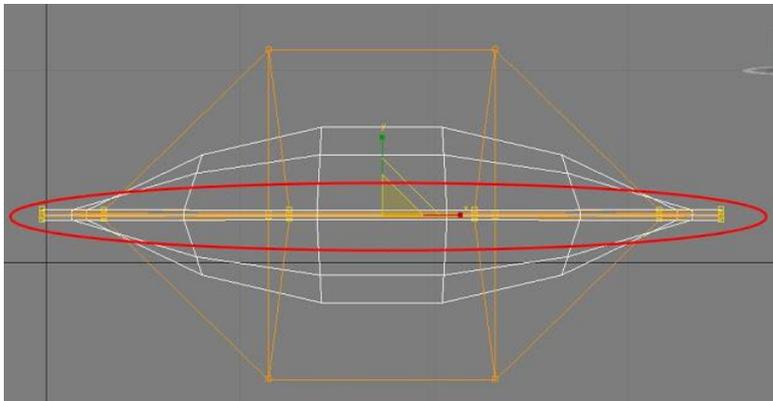
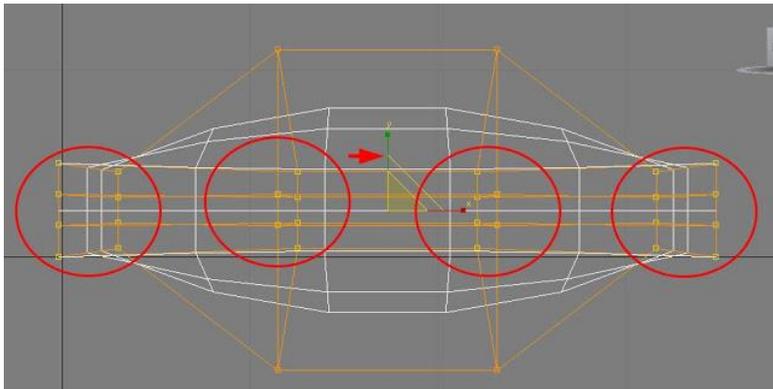
12) langkah selanjutnya, Tekan F pada keyboard (front/tampak depan) Jadi sekarang kita akan mengedit dari bagian depan, lalu anda block titik - titik yang ditunjuk pada gambar dibawah



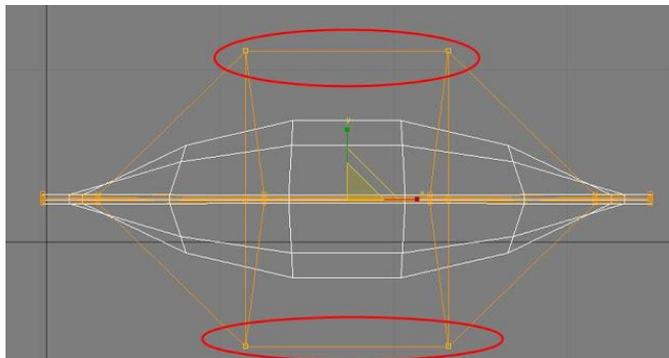
13) Kembali km tekan R untuk scale, lalu km tekan garis berwarna hijau, dan tarik keatas untuk membuat kembang bagian tengah



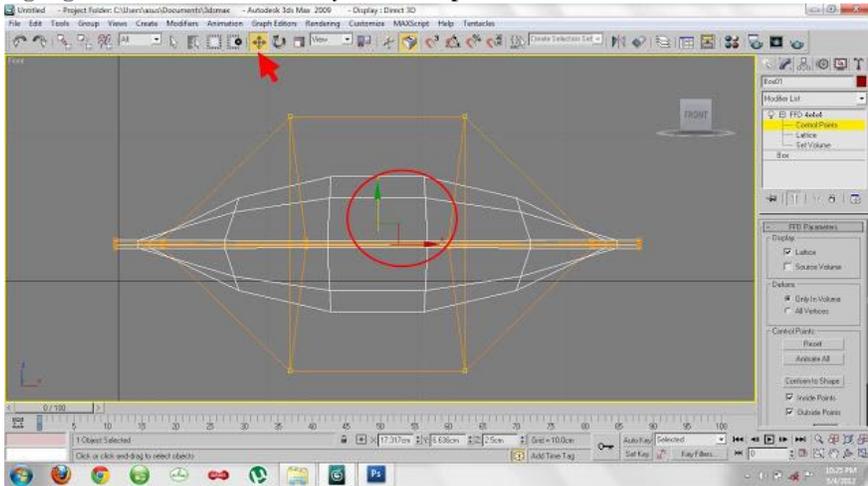
14) lanjutkan dengan memblock titik-titik yang di tunjuk pada gambar dibawah, Tekan R lg, lalu klik tahan garis hijau trus km bawa ke arah bawah hingga menjadi rapat seperti gambar dibawah



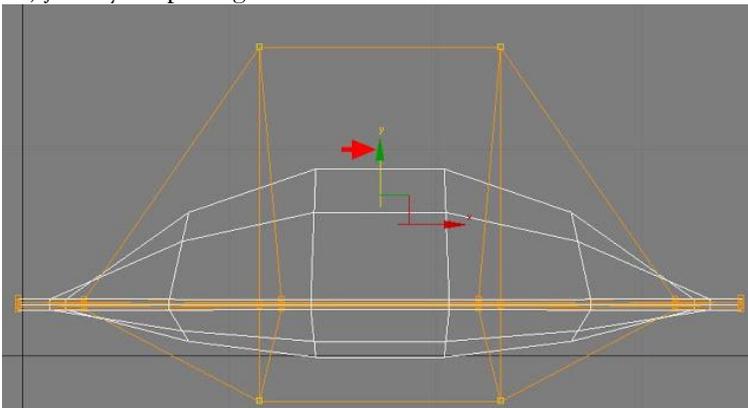
15) Lanjut lagi block titik - titik yang ditunjukkan pada gambar dibawah



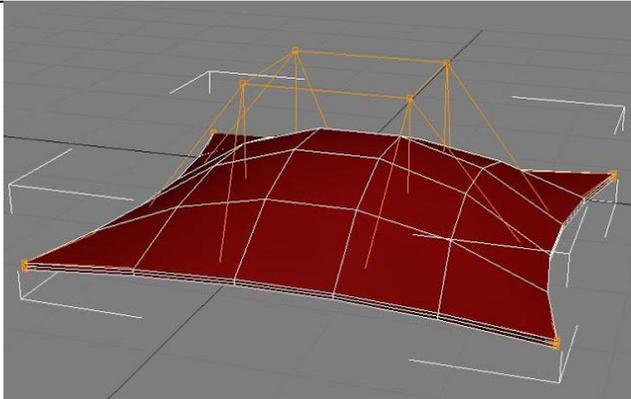
16) Lalu klik icon yang ditunjukkan oleh tanda panah, atau langsung saja km tekan W (move) gunanya untuk memindahkan maka gambar segitiga akan berubah menjadi arah panah



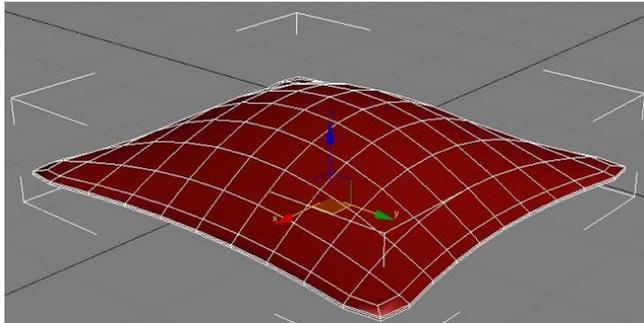
17) selanjutnya km klik tahan panah hijau lalu km geser ke atas, jika langkahmu tepat maka lengkung di tengah tengah tersebut akan pindah, jadinya seperti gambar dibawah ini



Jika sampai langkah ini km berhasil, tekan P untuk melihat hasil 3dnya

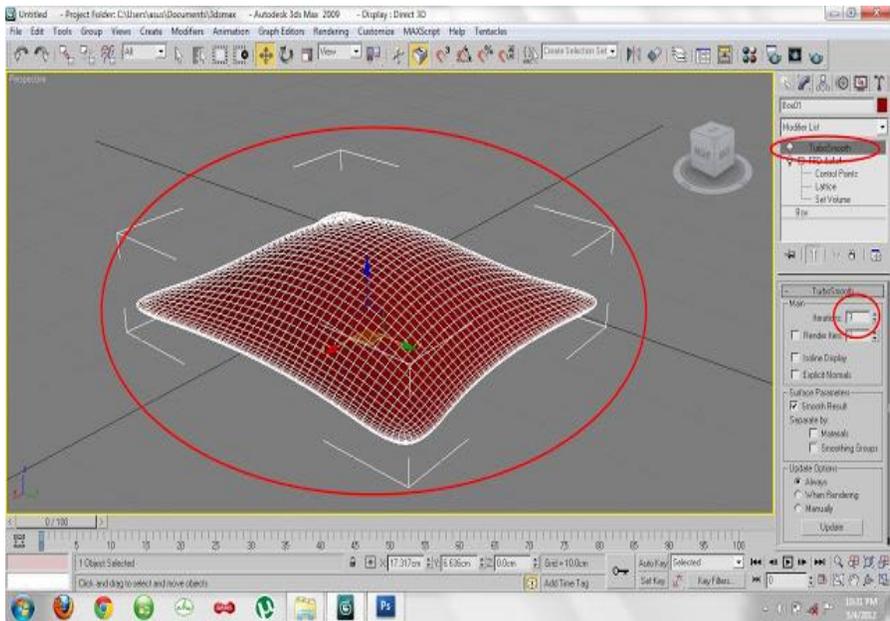


18) Lalu klik menu **modifier list** yang berada disamping kanan, lalu pilih effect **turbo smooth**, gunanya untuk memperhalus objek dengan menambah lebih banyak segmen/garis maka akan berubah seperti ini

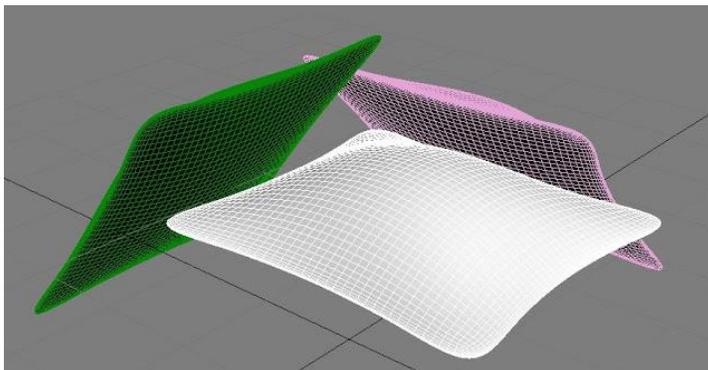


19) klik effect **turbo smooth** pada sebelah kanan lalu km atur **iterationsnya**. Cukup gunakan 3 saja sudah akan terlihat sangat halus (**perhatian** : lebih baik jangan menggunakan iterations lebih dari 3, karena akan membuat laptop km lambat, 3 saja sudah sangat cukup)

Praktikum Simulasi Berbasis Website



Diatas merupakan hasil akhirnya, dan anda masih bisa edit dengan melakukan perubahan warna, cloning, dan rotate



Jadi dengan menggunakan teknik diatas anda bisa membuat berbagai macam bentuk lain.

BAB 9
DESAIN SIMULASI INTERAKTIF BERBASIS WEB

Produk awal Lab-Simulasi yang dikembangkan disajikan dengan materi praktikum sebanyak 13 percobaan. Pada Tabel 9.1 disajikan rancangan tampilan yang dibuat berdasarkan integrasi model simulasi dalam pengembangan Laboratorium Simulasi Praktikum Elektronika Digital (LSim-ED).

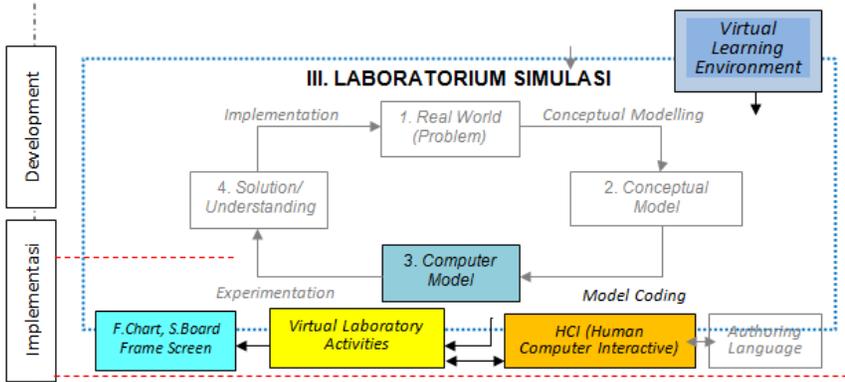
Tabel 9.1
Rancangan Tampilan Laboratorium Simulasi

Rancangan	Penjelasan
Teori	Memuat beberapa teori dasar mengenai materi praktikum yang akan di praktekan. Teori dasar yang ditampilkan merupakan teori-teori pendukung praktek. Pada sajian teori dilengkapi dengan animasi 3D untuk lebih memperdalam pemahaman
Laboratorium Simulasi (LSim ED)	Memuat simulasi interaktif kegiatan praktikum merangkai, menghubungkan komponen, mencoba hasil rangkaian, serta melakukan pengukuran output rangkaian dengan menggunakan alat ukur virtual. Pada rancangan ini juga memuat mengenai layar kerja (<i>workscreen</i>) dimana pada tampilan ini siswa dapat melakukan kegiatan trial and error rangkaian sebelum masuk pada kegiatan inti praktikum.
<i>Drag dan Drop</i>	Memuat proses memindahkan dan menempatkan komponen, menarik kabel dan menghubungkannya, serta menggerakkan <i>probe</i> alat ukur

Latihan dan Penugasan	Memuat mengenai evaluasi yang diberikan selama proses praktikum berlangsung.
Evaluasi	Memuat mengenai evaluasi sejauhmana tingkat penguasaan siswa terhadap materi praktikum /percobaan yang sudah dilakukan. Evaluasi berbentuk pilihan ganda dengan 5 opsi pilihan, essay, dan mengisi tabel kebenaran.

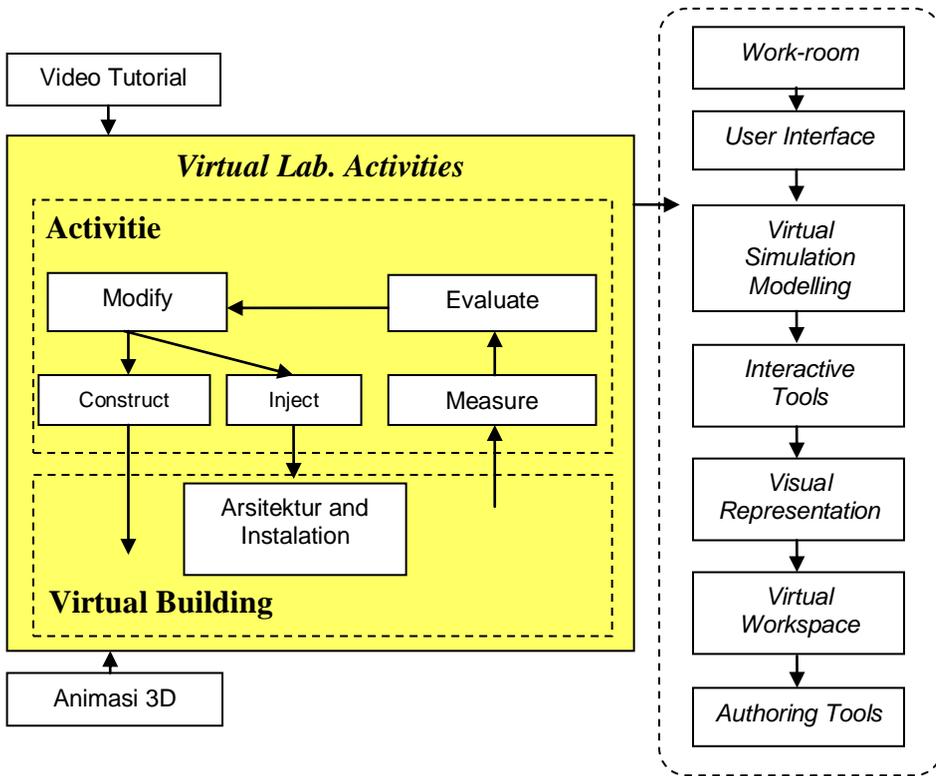
Rancangan desain tampilan menu seperti yang disajikan pada Tabel 8 kemudian dijadikan dasar pengembangan Laboratorium Simulasi Praktikum Elektronika Digital (LSim ED) sampai dihasilkan sebuah software praktikum yang bisa digunakan dalam mendukung kegiatan praktek di laboratorium seperti yang diperlihatkan pada Gambar 9.1.

Kegiatan mendesain tampilan laboratorium simulasi dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *virtual learning environment* yakni lingkungan berbasis komputer yang memungkinkan adanya interaksi serta penemuan dalam proses praktikum. Secara rinci kedudukan desain tampilan disajikan pada Gambar 9.1.



Gambar 9.1
Tahap Kegiatan Desain Tampilan Laboratorium Simulasi

Hasil dari pengembangan model simulasi seperti yang telah dipaparkan pada bagian sebelumnya menghasilkan sebuah aktivitas dalam laboratorium selanjutnya dinamakan *virtual laboratory activities* sebagai bagian proses dari pendekatan *virtual learning environment* dan *human computer interactive*. Kegiatan LSim-ED dalam penelitian ini dengan memanfaatkan alat-alat laboratorium seperti alat ukur dan komponen yang divisualisasikan secara 3-Dimensi didesain secara interaktif, yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium Elektronika Digital melalui memodifikasi rangkaian *logic (modify)*, membangun rangkaian (*construct*), memasukkan nilai komponen (*inject*), memasang rangkaian (*instalation*), melakukan pengukuran komponen (*measure*) dan selanjutnya adalah evaluasi (*evaluation*) terhadap rangkaian yang telah dibuat. Tampilan Laboratorium Simulasi didesain seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya. Secara lengkap diagram aktivitas *virtual lab* dalam laboratorium simulasi disajikan pada Gambar 9.2.

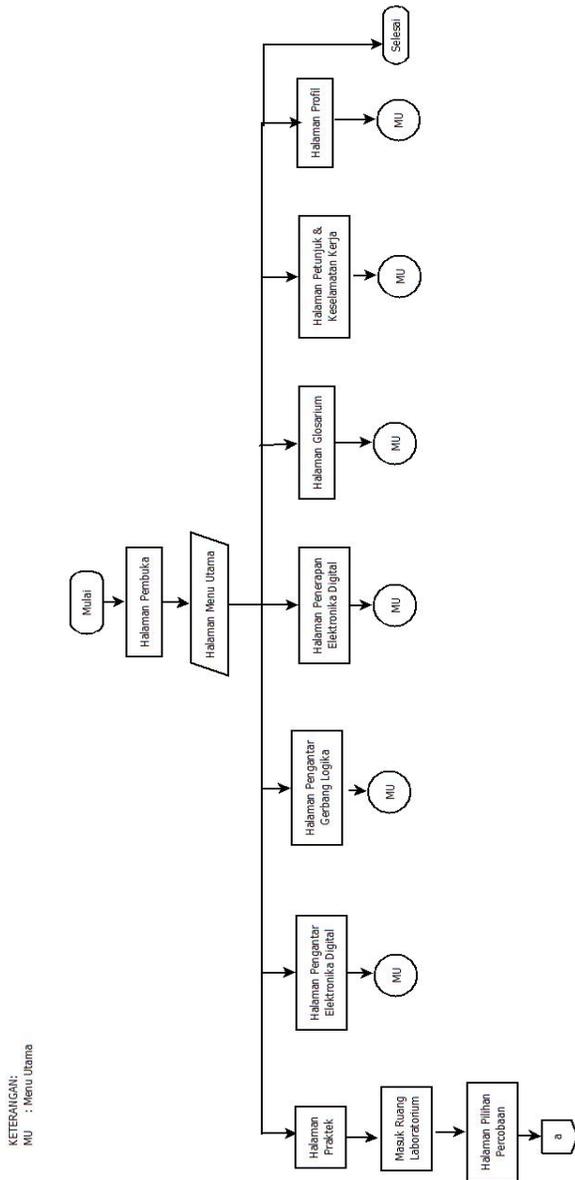


Gambar 9.2
Diagram Aktivitas *Virtual Lab* dalam Laboratorium Simulasi

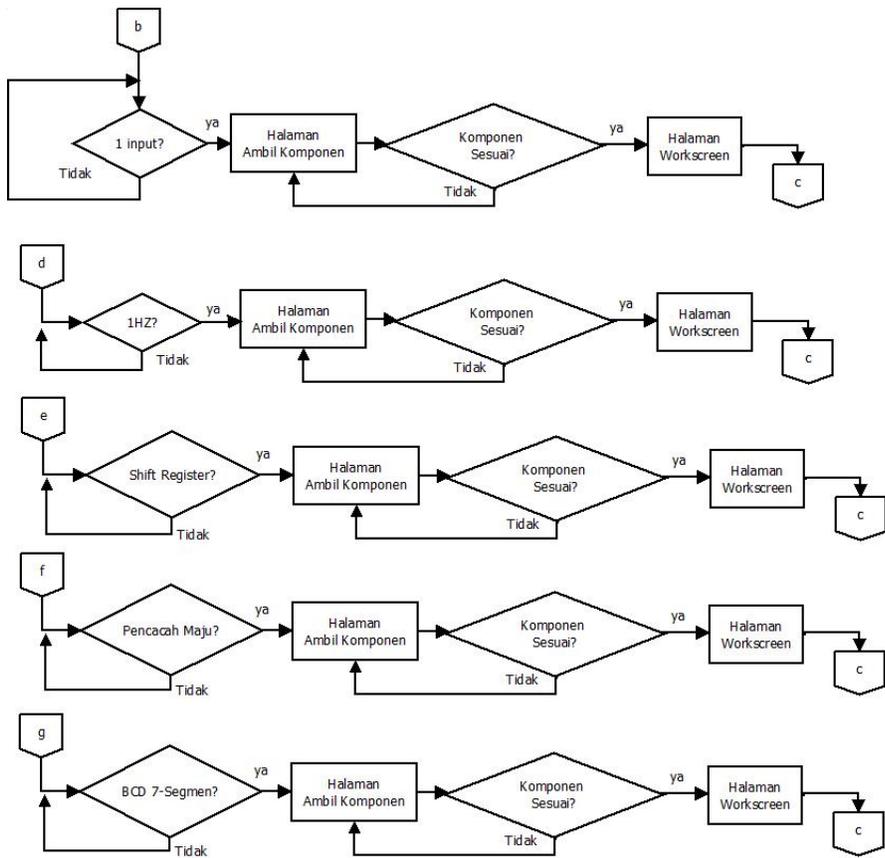
9.1 Pembuatan Flowchart

Produk dari tahap ini adalah *flowchart* program dan *Storyboard frame screen* laboratorium simulasi. Pembuatan alur *flowchart* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 31 dilakukan agar urutan penyajian materi dapat dilihat secara global dan mudah diproses kedalam pembuatan *story board*. *Story board* dibuat untuk memperlihatkan rancangan tampilan menu halaman pada LSim-ED. Pada saat membuat *story board* inilah juga dirancang program pembelajaran berdasarkan alur materi praktikum pada *flowchart* yang telah dibuat sebelumnya. Adanya *flowchart* akan mempermudah dalam membuat

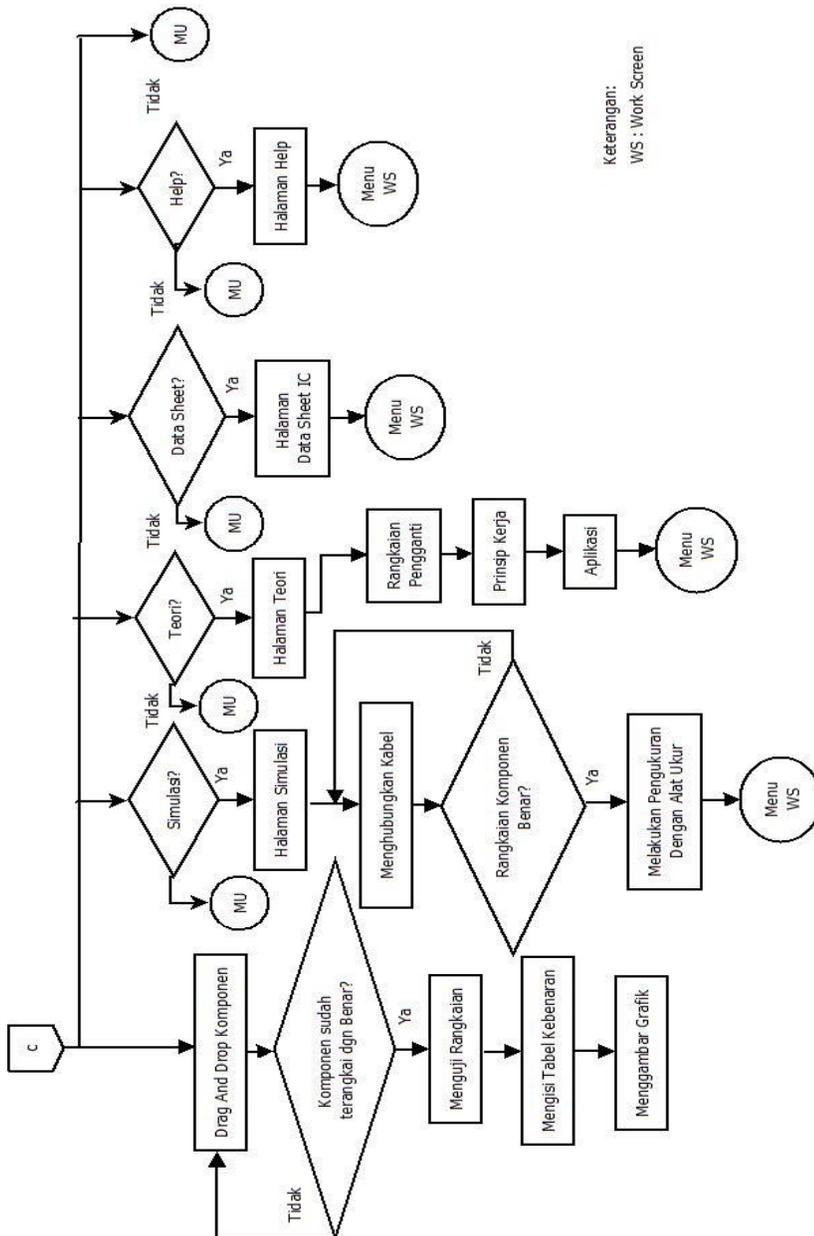
alur tampilan dan navigasi tombol. Flowchart halaman utama diperlihatkan dalam Gambar 9.3.



Gambar 8.3 Flowchart Halaman Utama Laboratorium Simulasi



Gambar 9.4 Flowchart Program Laboratorium Virtual (Lanjutan)



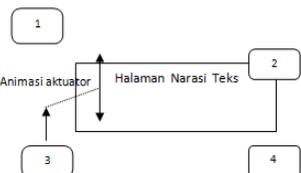
Gambar 9.5 Flowchart Program Laboratorium Virtual (Halaman Work Screen)

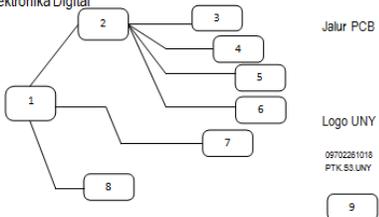
9.2 Pembuatan Storyboard

Tahap selanjutnya adalah pembuatan *storyboard*, tahap ini merupakan tahap kedua setelah *flowchart* dibuat. Adanya *storyboard* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 32 akan memudahkan dalam mendesain tampilan halaman *menu* yang akan memberikan penjelasan lebih lengkap apa yang terdapat pada setiap alur didalam *flowchart*. Tampilan *menu* LSim-ED yang dibuat berdasarkan alur cerita yang ada dalam *storyboard* yang ditambahkan keterangan-keterangan yang merupakan kerangka dalam mendesain setiap halaman Lsim-ED dimulai dari bagaimana proses animasinya, pemberian warna (warna pada latar, warna tulisan, dan pewarnaan komponen), pemberian narasi, teks, serta jenis huruf yang digunakan semuanya dirangkum dalam *storyboard*. Secara rinci tujuan pembuatan *storyboard* Lsim-ED adalah: 1) untuk memberikan penjelasan setiap alur *flowchart*; 2) pedoman programmer dalam membuat animasi; 3) pedoman bagi narator dalam merekam suara untuk kebutuhan naskah; 4) bahan dalam pembuatan manual book; dan 5) sebagai dokumen tertulis.

Menu : Pembuka	No. Halaman : 1
Sub-menu :	No. Frame : 1
<p>Animasi Foto berputar vertikal topik praktikum Elektronika Digital</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p>Teks: Laboratorium Virtual</p>	Tombol 1 : Tombol Masuk
	<p><u>Keterangan:</u></p> <p>Gambar : Latar bergambar alam dengan setengah padang rumput dan setengah langit.</p> <p>Animasi : 1) Animasi foto-foto topik praktikum berputar bergantian dari atas ke kanan bawah kemudian ken kiri memutar kembali ke atas</p> <p>Audio : warna : Pintu berwarna abu-abu (warna besi), hidrolik berwarna merah</p> <p>Narasi : -</p> <p>Teks : Laboratorium Virtual dengan efek emboss 3-dimensi</p> <p>Video : -</p> <p>Interaksi : -</p>
<p><u>Keterangan Tampilan:</u></p> <p>Tampilan halaman ini merupakan halaman awal atau halaman pembuka</p>	

Praktikum Simulasi Berbasis Website

<p>Menu : Halaman Menu Utama Sub-menu :</p> <p>Menu Utama Laboratorium Virtual Elektronika Digital</p>  <p>Keterangan Tampilan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pada saat menampilkan halaman ini, secara otomatis aktuator akan membuka dan memperlihatkan sebuah teks mengenai petunjuk praktikum. Petunjuk praktikum akan memberikan informasi kepada siswa untuk melakukan kegiatan selanjutnya. Latar belakang di animasikan dengan gambar topik praktikum yang bergerak secara vertikal dan horizontal. • Pada tampilan menu ini dibuat ruangan dalam perspektif 3-Dimensi 	<p>No. Halaman : 3 No. Frame : 3</p> <p>Tombol 1 : Tombol Pembuka Menu Utama Tombol 2 : Tombol untuk menutup petunjuk frame Tombol 3 : Tombol untuk membuka petunjuk frame Tombol 4 : Tombol Volume. Pada tombol ini merupakan tombol yang dapat digeser ke kiri dan kekanan. Ke kiri meminimalkan volume dan arah ke kanan memaksimalkan volume</p> <p>Keterangan: Gambar : Aktuator, Pneumatik, papan layar petunjuk dengan latar belakang layar TV, Rangkaian blue ice Animasi : <ul style="list-style-type: none"> • Halaman narasi teks membuka dan menutup beriringan dengan pergerakan hidrolik dari aktuator. • Tampilan layar narasi teks dianimasikan dengan layar TV berbintik-bintik • Tulisan Elektronika Digital pada sebelah kiri atas dianimasikan dengan lampu LED berjalan (<i>running led</i>) dari kiri ke kanan Musik : Warna : <ul style="list-style-type: none"> • LED : berwarna Merah • Layar: berwarna perak (besi) • Tombol 1: Biru Muda • Tombol 2: Merah • Aktuator : berwarna perak (besi) • Teks Menu Utama : Perak • Tombol 4 (volume) : Hitam dan Abu-abu • Tembok dan Lantai : Abu-abu dan coklat muda </p>
--	---

<p>Menu : Halaman Menu Utama Sub-menu :</p> <p>Menu Utama Laboratorium Virtual Elektronika Digital</p>  <p>Keterangan Tampilan :</p> <p>Setelah melakukan klik pada tombol "buka", maka tombol 2-9 akan terbuka. Tombol 3,4,5, dan 6 merupakan penjelasan umum yang terdiri dari pengantar elektronika digital, penerapan gerbang logika, dan penerapan elektronika digital sedangkan pada tombol 2 merupakan bagian inti yakni masuk pada kegiatan praktik. Catatan dalam tampilan ini adalah membaca terlebih dahulu petunjuk dan keselamatan kerja.</p>	<p>No. Halaman : 4 No. Frame : 4</p> <p>Tombol 1 : Menu pembuka Tombol 2 : Tombol praktek untuk masuk ke ruang praktikum Tombol 3 : Tombol pengantar elektronika digital Tombol 4 : Tombol penerapan gerbang logika Tombol 5 : Tombol penerapan elektronika digital Tombol 6 : Tombol Glosarium Tombol 7 : Tombol Profil Tombol 8 : Tombol Petunjuk dan Keselamatan kerja Tombol 9 : Tombol Keluar</p> <p>Keterangan: Gambar : 1) Frame ini terdiri atas gambar Jalur PCB (Print Circuit Board) berwarna coklat menyerupai warna tembaga 2) Garis penghubung digambarkan dalam bentuk jalur PCB/penghubung antar komponen 3) Sebelah kanan bawah logo UNY Animasi : 1) Arus Listrik (Elektron) berbentuk bulat mengalir dari kiri ke kanan melalui garis penghubung antar tombol 2) Tulisan Elektronika Digital pada sebelah kiri atas terdiri dari lampu LED yang menyala dimulai dari huruf E-L-E-K...dan seterusnya hingga huruf L. 3) Animasi topik praktikum bergerak secara rotasi vertikal tampak berada di belakang jalur PCB 4) Animasi running Led dengan warna merah dibawah tombol 8 Musik : Warna : Logo UNY berwarna emas</p>
---	--

Menu : Halaman Pemilihan Topik Praktikum
 Sub-menu : Awal

No. Halaman : 17
 No. Frame : 17

	<p>Tombol 1 : Tombol Keluar Tombol 2 : Tombol Help Tombol 3 : Tombol Home Tombol 4 : Tombol Batal</p> <p>Keterangan: Gambar : Kalender, Rangkaian Digital, Meja, logo UNY Animasi : 1) Animasi petunjuk praktikum bergeser ke atas dan kebawah; 2) Drag and Drop trainer ke atas meja Audio : warna : Tombok:Abu-abu; Trainer: Metallic; Meja:cokelat Narasi : Teks : Petunjuk praktikum: Font Tahoma Video : -</p>
<p>Keterangan Tampilan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tampilan ini merupakan tampilan menu percobaan, dimana user dapat memilih topik yang akan dipraktikkan • Trainer yang dipilih kemudian di Drag lalu di drop ke arah gambar meja • Disebeah kanan bawah disediakan tombol batal, untuk membatalkan percobaan yang telah terlanjur dipilih 	

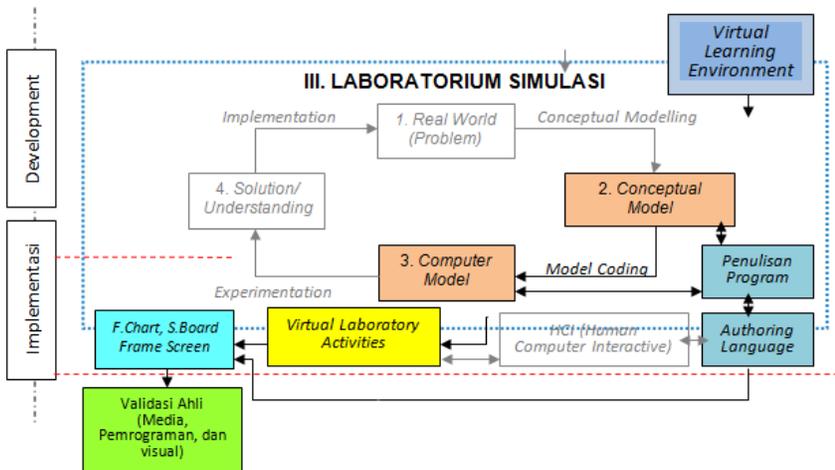
Menu : Halaman Pengambilan Alat dan Bahan
 Sub-menu : Awal

No. Halaman : 19
 No. Frame : 19

	<p>Tombol 1 : Tombol Home Tombol 2 : Tombol Kembali Tombol 3 : Tombol Help Tombol 4 : Tombol Petunjuk Tombol 5 : Tombol OK</p> <p>Keterangan: Gambar : Latar dengan motif kayu Animasi : 1)Janda panah: berputar secara vertikal 360 derajat; 2)lampu berkedip disamping kiri teks langkah kerja; 3) animasi aktuator membuka layar untuk keterangan petunjuk Audio : warna : Langkah kerja:latar biru; wadah komponen: kuning; kertas alat dan bahan: kuning tua Narasi : Selamat datang pada form alat dan bahan Teks : Langkah Kerja: Anial; Alat dan Bahan: Sogoe Print Video : Tombol Help merupakan tampilan video untuk memberikan simulasi pengambilan alat dan bahan</p>
<p>Keterangan Tampilan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tampilan ini merupakan tampilan menu alat dan bahan • Pengguna dapat melakukan <i>Drag</i> dan <i>Drop</i>. Disediakan wadah berwarna kuning untuk meletakkan komponen 	

Desain Perangkat Lunak Pembuatan Laboratorium Simulasi Elektronik Digital (LSim-ED)

Pada kegiatan pembuatan Laboratorium Simulasi akan dihasilkan prototipe awal berupa program dan halaman-halaman menu yang telah terintegrasi dengan program-program dan dapat di *running*. Fasilitas dan konten yang dikembangkan dalam LSim-ED didasarkan pada *storyboard* dan *flowchart* diperlihatkan pada Gambar 33. Pemrograman dalam pembuatan LSim-ED ini menggunakan *authoring language* karena terdiri dari *timeline based authoring system* (*authoring system* berbasis *timeline*) yakni pemrograman dengan penempatan objek disepanjang *timeline*.

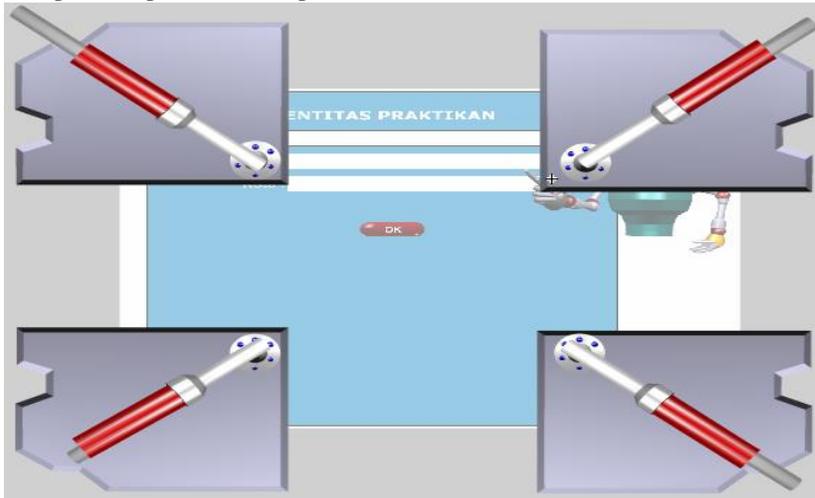


Gambar 33
Tahap Produksi Laboratorium Simulasi

Untuk itu dalam merealisasikan produksi laboratorium simulasi melalui pembuatan program dan animasi 3D selalu berpedoman pada *storyboard* dan *flowchart* seperti dihasilkan halaman menu sebagai berikut. (*Frame Screen* lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran A-4)

- a. Halaman Awal, merupakan halaman pertama kali membuka program LSim-ED ini. Halaman ini akan mengantarkan *user*

untuk mengisi identitas sebelum melakukan proses praktikum seperti diperlihatkan pada Gambar 34.



Gambar 34. Halaman Awal

- b. Halaman Identitas, merupakan halaman untuk melakukan pengisian identitas siswa SMK sebelum praktikum. Halaman ini berisi tiga isian yang perlu dilakukan seperti dengan menuliskan nama pengguna, asal sekolah pengguna, dan asal kota sekolah pengguna. Setelah mengisi form yang diberikan selanjutnya dapat melangkah ke tampilan selanjutnya yakni masuk ke form menu utama. Pada form ini terdiri atas dua layer : 1) form isian, dan 2) form informasi pengguna LSim-ED yang ditunjukkan pada Gambar 35.

IDENTITAS PRAKTIKAN

Nama :

Sekolah :

Kota :

OK

Silahkan mengisi

Gambar 35. Halaman Identitas (i)

IDENTITAS PRAKTIKAN

Nama :

Sekolah :

Kota :

OK

Identitas Anda adalah :

Hi, HENDRA terima kasih telah menggunakan LABORATORIUM INI atas nama :HENDRA Sekolah :SMKN 2,MAKASSAR, Selamat Datang....

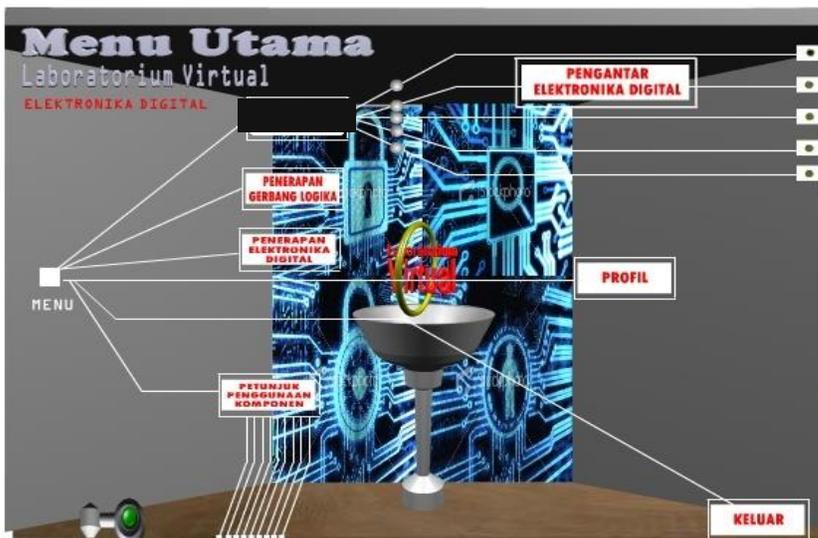
Lanjut

PRINT

Gambar 35. Halaman identitas (ii)

- c. Halaman Menu Utama, merupakan halaman yang akan menampilkan keseluruhan form yang akan dijelajahi. Pada halaman ini terdiri atas beberapa tombol berdasarkan fungsi tombol masing-masing. Pertama, tombol “petunjuk” untuk masuk kedalam LSim-ED. Kedua, tombol “pengantar elektronika

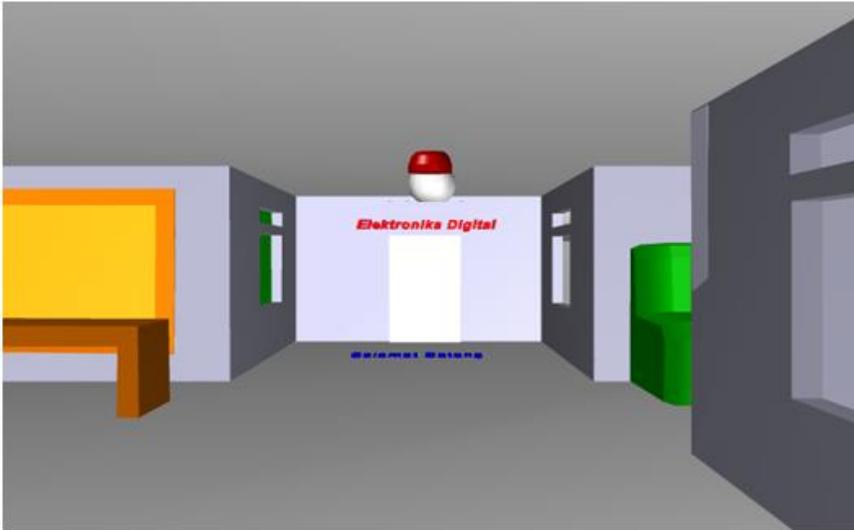
digital” untuk menuju pada form pengantar singkat mengenai tujuan dipelajarinya elektronika digital, latar belakang dikembangkannya mata pelajaran ini, dan apa manfaatnya bagi kehidupan manusia. Ketiga, tombol “penerapan gerbang logika” untuk menuju pada form yang memberikan informasi mengenai penerapan gerbang-gerbang logika pada rangkaian elektronika. Form pada Gambar 36 ini banyak memberikan penjelasan secara teknis mengenai susunan gerbang-gerbang hingga aplikasinya untuk *chip-chip* komputer yang ada saat ini. Keempat, tombol “profil” untuk menuju pada form yang memberikan informasi mengenai profil pengembang LSim-ED yang dikembangkan. Kelima, tombol “petunjuk penggunaan komponen” untuk menuju ke informasi mengenai petunjuk penggunaan komponendan petunjuk seputar komponen yang akan digunakan dalam LSim-ED ini serta memberikan informasi mengenai petunjuk keselamatan yang bertujuan jika menghadapi laboratorium riil.



Gambar 36. Halaman Menu Utama

- d. Halaman Praktek, merupakan halaman yang akan menuju ruang praktikum atau ruang laboratorium. *Form* halaman praktek pada

Gambar 37 dibuat seakan-akan *user* atau siswa masuk kedalam ruangan untuk melakukan praktikum. Pada halaman ini terdiri atas beberapa frame yang digabung sehingga membentuk tampilan video dalam bentuk file *swf*. Tampilan perspektif memberikan suasana seakan-akan berada di dalam ruangan. Hal ini bertujuan untuk memberikan efek virtual/maya.



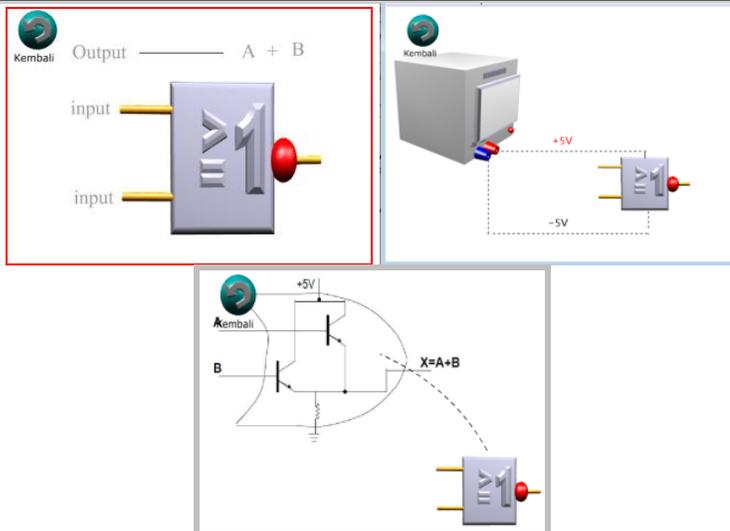
Gambar 37. Halaman Praktek

- e. Halaman Pengantar elektronika digital, merupakan halaman yang memberikan informasi mengenai apa itu elektronika digital dan bagaimana peranannya terhadap kehidupan manusia. Pada halaman ini terdiri dari beberapa animasi termasuk diantaranya prinsip kerja dari gerbang logika dasar, prinsip pemberian tegangan pada komponen IC (*Integrated Circuit* agar mudah untuk dipahami oleh siswa SMK diperlihatkan pada Gambar 38.

 Kembali

Pengantar

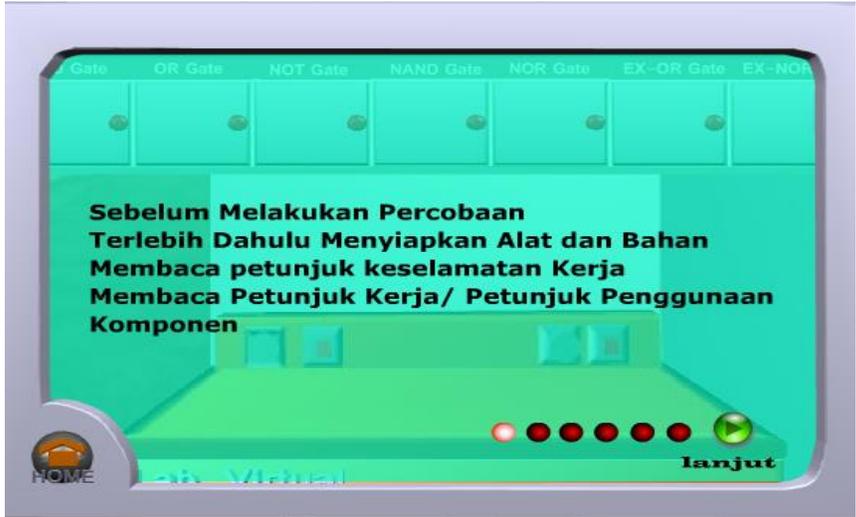
Gerbang logika atau gerbang logik adalah suatu entitas dalam elektronika dan matematika Boolean yang mengubah satu atau beberapa masukan logik menjadi sebuah sinyal keluaran logik.



Gambar 38. Halaman Pengantar Elektronika Digital

- f. Halaman Penerapan Gerbang Logika, memuat informasi mengenai prinsip kerja gerbang dasar hingga aplikasi gerbang dasar dalam *chip* komputer. Tampilan pada Gambar 39 ini berisikan file video (.avi) yang ditampilkan melalui gambar 3 dimensi. Melalui penayangan video yang dianimasikan kedalam 3 dimensi disertai dengan narasi sesuai dengan prinsip koherensi akan memberikan pemahaman yang lebih kepada siswa. Prinsip kerja *memory* dan *chip* sangat sulit diilustrasikan dalam dunia

- h. Halaman Petunjuk Komponen, memuat mengenai langkah langkah yang harus dilakukan sebelum memulai kegiatan praktek. Halaman petunjuk diperlihatkan pada Gambar 41



Gambar 41. Halaman Petunjuk Komponen

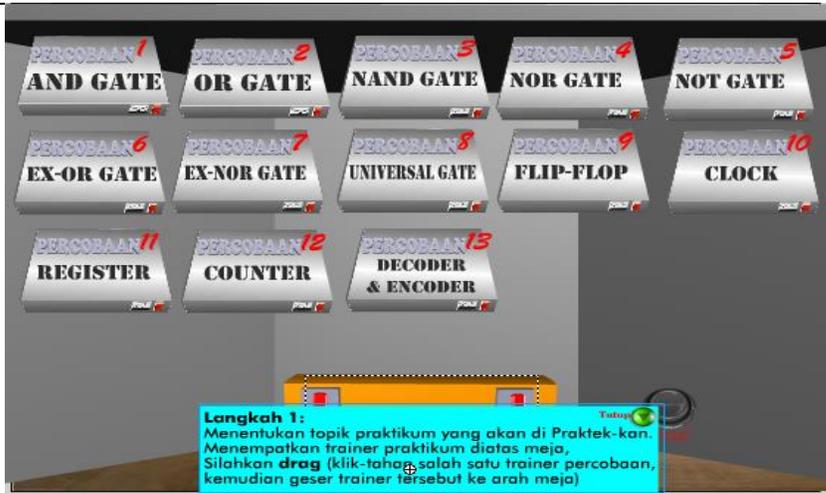
- i. Halaman Profil, memuat informasi mengenai pengembang laboratorium simulasi elektronika digital (LSim-ED). Halaman ini berisi informasi mengenai nama lengkap pengembang, jabatan fungsional, tempat tanggal lahir, alamat rumah, nomor telepon, alamat e-mail, dan mata kuliah apa yang sedang diampu saat ini. Halaman profil diperlihatkan pada Gambar 42.

Daftar Riwayat Hidup

1.1 Nama Lengkap	Hendra Jaya, S.Pd., M.T
1.2 Jabatan Fungsional	IIIe/Lektor
1.3 NIP	19820907 200501 1 001
1.4 Tempat dan Tanggal Lahir	Ujung Pandang, 7 September 1982
1.5 Alamat Rumah	Jl. Kejayaan Utara 7 Blok L/260 BTP
1.6 Nomor Telepon/Fax	0411-4774147
1.7 Nomor HP	081328540086
1.8 Alamat Kantor	Jl. A. P. Pettarani Kampus UNM Gunungsari baru
1.9 Nomor Telepon	
1.10 Alamat e-mqil	hendramisi@yahoo.com
1.11 Mata Kuliah yang Di ampu	<ol style="list-style-type: none">1. Elektronika Digital2. Praktek Elektronika digital3. Teknik Antena dan Propagasi4. Bengkel Elektronika5. Perancangan Elektronis

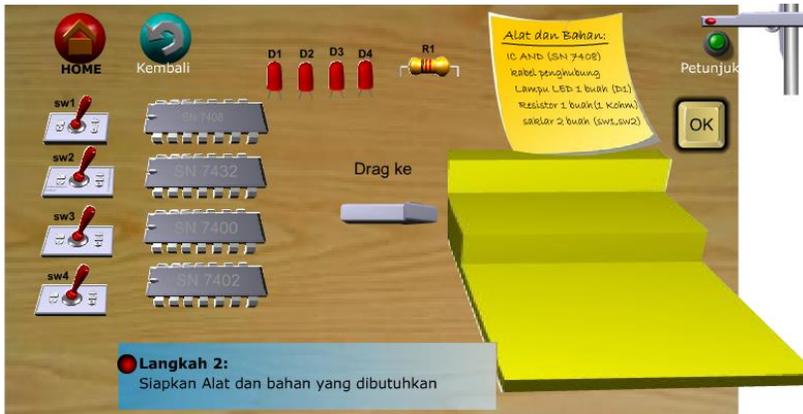
Gambar 42. Halaman Profil

- j. Halaman Pilihan Percobaan, memuat mengenai pilihan sajian praktikum yang dipilih untuk dilaksanakan. Sajian pilihan diilustrasikan dalam bentuk trainer yang terdiri dari 13 trainer seperti yang diperlihatkan pada Gambar 43. Siswa dapat memilih sesuka hati praktikum mana yang akan dilakukan dengan memilih salah satu trainer, namun harus melewati terlebih dahulu mata praktikum dasar yang terdiri dari AND Gate, OR Gate, NAND Gate, NOR Gate, NOT Gate, EX-OR Gate, EX-NOR Gate. Untuk praktikum lanjutan terdiri atas UNIVERSAL Gate, FLIP-FLOP, CLOCK, REGISTER, COUNTER, serta DECODER ENCODER. Untuk memilih topik praktikum dapat dilakukan dengan melakukan *dragging* komponen yang dipilih kemudian diarahkan ke meja praktikum. Jadi prosesnya seperti seolah-olah siswa mengambil trainer kemudian menyimpannya di atas meja.



Gambar 43. Pilihan Percobaan

- k. Halaman pengambilan komponen, memuat mengenai pilihan komponen yang akan dipilih untuk melakukan proses praktikum. Pilihan komponen yang dipilih harus sesuai dengan daftar alat dan bahan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 44. Jika tidak sesuai dengan komponen yang diambil dengan yang tertera pada daftar alat dan bahan maka program tidak dapat menampilkan praktikum yang dikehendaki. Proses pengambilan komponen dilakukan dengan proses *dragging* ke arah wadah yang berwarna kuning. Wadah didesain sedemikian rupa dengan asumsi bahwa tingkatan atas adalah komponen LED, Resistor, tingkat tengah adalah komponen IC, dan tingkat 3 adalah saklar.



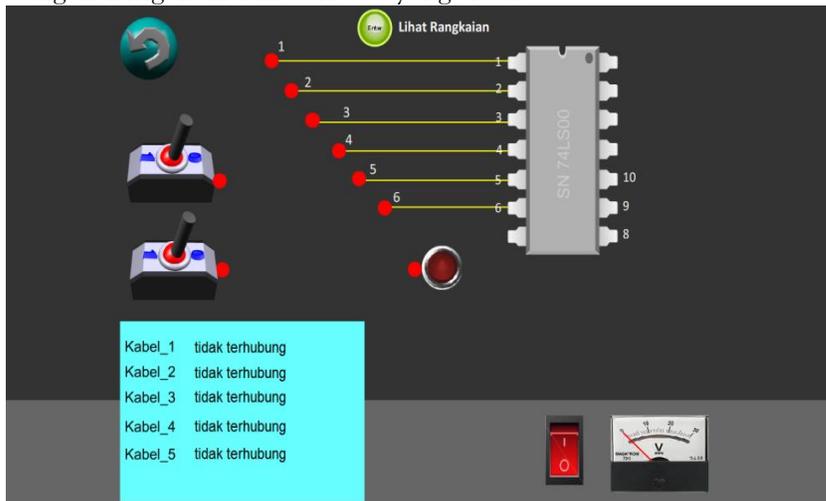
Gambar 44. Halaman Pengambilan Komponen

1. Halaman *workscreen* (layar kerja), memuat mengenai proses pelaksanaan kegiatan praktikum diperlihatkan pada Gambar 45. Pada halaman ini merupakan halaman inti dari seluruh kegiatan praktek. Komponen yang tersedia merupakan komponen yang diambil pada halaman pengambilan komponen. Siswa dapat merangkai komponen berdasarkan gambar rangkaian yang ditampilkan pada sisi kanan atas. Proses pengambilan komponen dilakukan dengan melakukan *drag and drop*. Pada halaman ini juga menyediakan referensi berupa tombol “teori” yang memuat mengenai teori pendukung dari praktek, selanjutnya tombol “simulasi” yang memuat mengenai simulasi rangkaian dengan melakukan percobaan secara *trial and error*, untuk itu disarankan kepada siswa SMK sebelum melakukan praktek terlebih dahulu melakukan simulasi rangkaian. Untuk *form* simulasi rangkaian seperti yang diperlihatkan pada Gambar 46 akan diberikan siswa kebebasan untuk berkreasi karena disertai sarana interaktivitas. Selanjutnya tombol data *sheet* pada halaman ini akan menunjukkan data *sheet* IC yang digunakan dalam proses praktikum. Data *sheet* akan lebih memudahkan siswa untuk melihat layout berdasarkan urutan pin-pin.

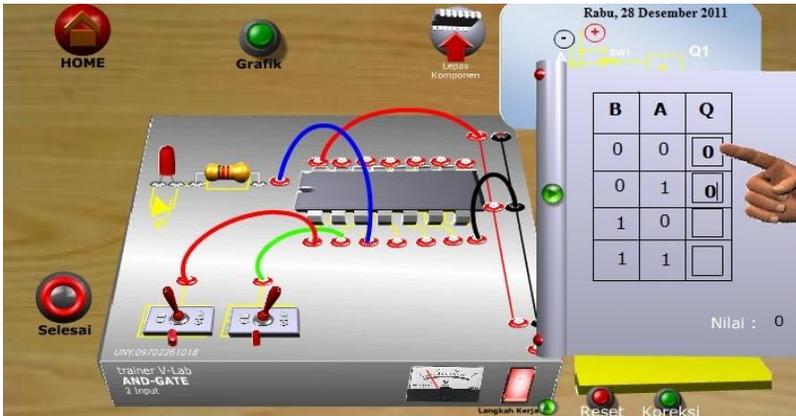


Gambar 45. Halaman Layar Kerja (*work screen*)

Pada layar kerja disertai juga dengan tombol pengaturan volume musik yang disesuaikan dengan gaya belajar siswa, ada yang suka dengan iringan musik dan ada yang tidak.

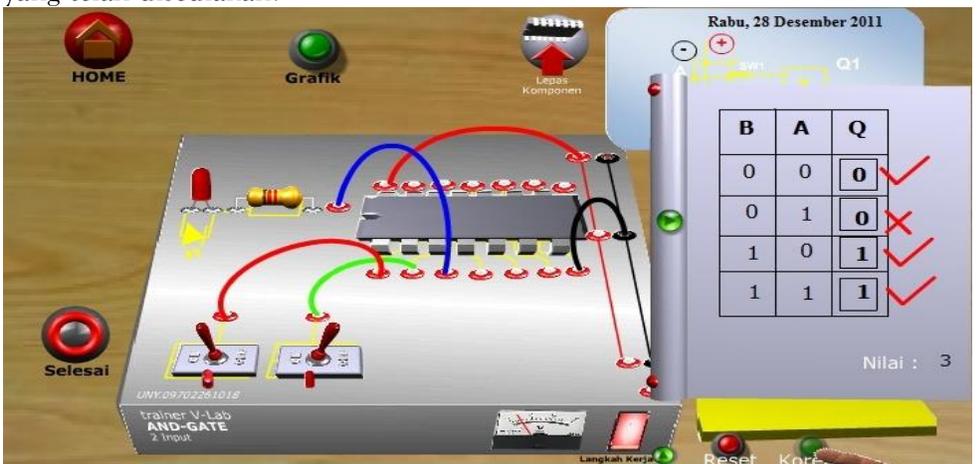


Gambar 46. Form Simulasi



Gambar 47. Tabel Kebenaran pada Halaman Layar Kerja

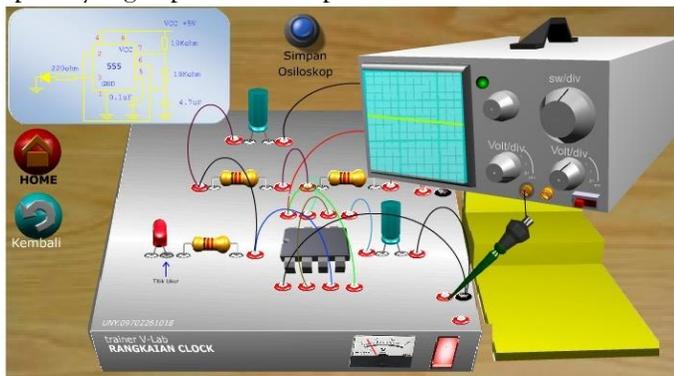
Pada Gambar 47 memperlihatkan pengisian tabel kebenaran yang ada pada halaman layar kerja. Siswa dapat mengisi tabel kebenaran sesuai dengan proses praktikum yang dilakukan. A/B adalah masukan yang diberikan berupa tegangan positif (+) atau (-) pada input A/B yang diberikan indikator berupa padam atau nyalanya lampu LED pada samping saklar jika input A/B bernilai 1 maka LED akan menyala, begitu pula pada output jika LED besar menyala menandakan bahwa nilai output sama dengan 1. Siswa dapat langsung memasukkan angka/nilai kedalam tabel yang telah disediakan.



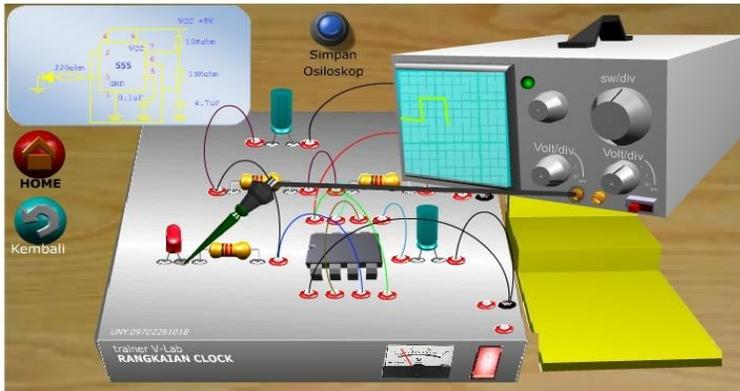
Gambar 48. Evaluasi tabel kebenaran

Untuk mengetahui nilai tabel kebenaran seperti disajikan pada Gambar 48 yang dimasukkan kedalam tabel apakah sudah benar/sesuai dengan dasar teori ataukah belum, untuk itu perlu dilakukan evaluasi dengan menekan tombol “koreksi” pada form bagian kanan bawah. Hasilnya akan diberikan melalui tanda centang atau tanda silang jika jawaban salah.

- m. Halaman Pengukuran, memuat mengenai aktivitas siswa setelah merangkai komponen untuk memperoleh data maka dilakukan pengukuran terhadap rangkaian melalui alat ukur yang disediakan dalam LSim-ED. Biasanya dalam lembar kerja siswa (*jobsheet* praktikum) sudah tertera titik-titik pengukuran. Seperti pada Gambar 49 dalam LSim-ED untuk mengukur keluaran rangkaian melalui titik pengukuran dilakukan dengan menggunakan Osiloskop. Siswa dapat dengan mudah memindahkan *probe* ke titik pengukuran melalui aksi *drag and drop* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 50.

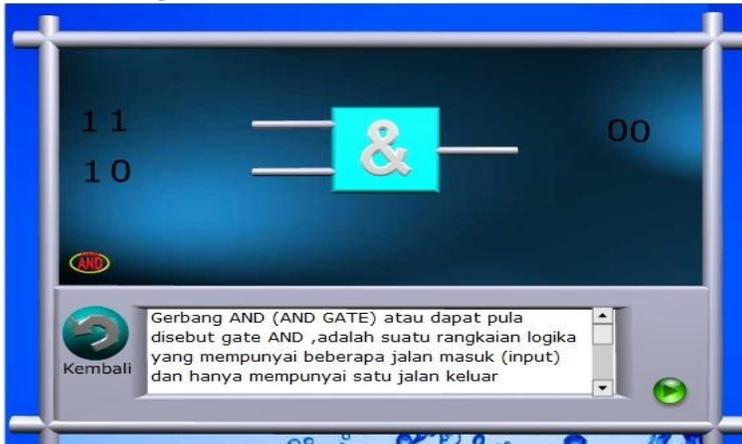


Gambar 49. Pengukuran dengan Menggunakan Osiloskop
Keluaran hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar osiloskop. Penggunaan alat ukur AVO meter dan osiloskop tergantung dari tujuan pengukuran yang sudah ada dalam modul praktikum siswa.



Gambar 50. Mengukur melalui titik pengukuran

- n. Halaman Teori, memuat mengenai teori-teori yang berkenaan dengan topik yang akan dipraktikkan. Sajian teori dibuat dalam bentuk teks, audio-visual, dan animasi yang dapat memperjelas pemahaman konsep siswa disajikan pada Gambar 51. Seperti pada penjelasan yang sifatnya abstrak yakni proses berjalannya arus listrik dalam rangkaian seperti yang diperlihatkan pada Gambar 52, maka diperlukan animasi yang dapat memberikan pemahaman kepada siswa.



Gambar 51. Sajian teori melalui teks dan *audio visual*



Gambar 52. Penjelasan yang Abstrak Dapat di Animasikan (perjalanan arus listrik)

- o. Halaman Latihan dan Tes, memuat mengenai latihan dan tes yang diberikan di akhir percobaan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 53. Tes yang diberikan terdiri atas 2 jenis yakni tes yang berupa essay dan tes yang berupa pilihan ganda.



Gambar 53. Halaman Latihan dan Tes

Proses pembuatan program interaktif dalam LSim-ED diperlukan adanya kegiatan pemrograman dalam *Macromedia flash*

dikenal dengan *action script*. Aplikasi program *Macromedia flash* lebih banyak dikembangkan untuk pembelajaran yang interaktif berbasis *user interface* sebagai sarana komunikasi antara manusia dengan komputer (*human computer interaction*), karena pada program ini menyediakan *tools* yang dapat dikembangkan oleh pengembang.

Halaman menu simulasi pada Gambar 54 didesain dengan pola interaktif dimana *user* diberikan kebebasan dalam memanipulasi rangkaian, melakukan *trial and error*, melihat hasil *output* dan melakukan eksekusi (*running program*).



Gambar 54
Salah Satu *Action Script* pada Halaman Simulasi

Halaman simulasi seperti disajikan pada Gambar 54, *user* dengan leluasa dapat menarik kabel dari kaki komponen dan menghubungkannya ke kaki komponen lain sesuai gambar rangkaian yang disediakan dalam halaman. Untuk membentuk suatu garis yang juga berfungsi sebagai kabel penghubung dalam halaman ini digunakan script sebagai berikut:

```
stop());  
//membuat fungsi bernama buatGaris  
function buatGaris() {
```

```
//gerakan garis ke koordinat x dan y kotak1 di dalam movie clip
induk
    indukkb1.moveTo(indukkb1.kabel1._x, indukkb1.kabel1._y);
//buat garis kurva dari koordinat x dan y kotak1 sampai koordinat x
dan y kotak2 di dalam movie clip induk
    indukkb1.curveTo(indukkb1.kabel1._x, indukkb1.kabel1._y,
indukkb1.kabel1a._x, indukkb1.kabel1a._y);
}
//ketika movie clip kotak1 atau kotak2 didalam movie clip induk
ditekan
indukkb1.kabel1.onPress = function() {
    this.onEnterFrame = function() {
        //posisi x movie clip ini sama dengan posisi x mouse
induk
        this._x = indukkb1._xmouse;
        //posisi y movie clip ini sama dengan posisi y mouse
induk
        this._y = indukkb1._ymouse;
        //menghapus garis hasil fungsi buatGaris
        indukkb1.clear();
        //tebal garis di dalam movie clip induk adalah
hairline dengan warna hitam
        indukkb1.lineStyle(1, 0x99FF00);
        //jalankan fungsi buatGaris
        buatGaris();
    };
    //ketika tekanan pada movie clip ini dilepaskan dan kursor
mouse berada di movie clip ini ataupun tidak
    this.onRelease = this.onReleaseOutside=function () {
        //hapus onEnterFrame movie clip ini
        delete this.onEnterFrame;
    };
};
//tebal garis di dalam movie clip induk adalah hairline dengan warna
hitam
```

```
indukkb1.lineStyle(0, 0x99FF00);  
//jalankan fungsi buat garis  
buatGaris();
```

sedangkan *script* terjadinya hubungan koneksi jika ujung kabel bersentuhan dengan kaki komponen pada saat dilakukan *dragging* adalah sebagai berikut:

```
//Jika kabel bersentuhan dengan kaki komponen  
indukkb1.onEnterFrame = function() {  
    //jika movie clip ini menabrak kotak_besar  
    if (this.hitTest(bulat)) {  
        //tampilkan tulisan menabrak pada variable note  
        jawaban_user1 = "terhubung";  
    //jika tidak  
    } else {  
        //tampilkan tulisan tidak menabrak pada variable  
note  
        jawaban_user1 = "tidak terhubung";  
    }  
};
```

Selanjutnya *listing* program pada salah satu *menu* pemilihan komponen seperti yang diperlihatkan pada Gambar 55 ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 55

Salah satu *Action Script* pada menu pemilihan komponen

Listing programnya adalah sebagai berikut:

```

on (release) {
    ket="Maaf, Anda belum mengambil komponen"
    if (ic7408.hitTest(wadah)) {
        if (d1.hitTest(wadah)) {
            if (r1.hitTest(wadah)) {
                if (sw1.hitTest(wadah)) {
                    if (sw2.hitTest(wadah)) {
                        loadMovieNum("AND_work(2in)endmx.swf", 0);
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

9.4 Integrasi Metodologi LSim-ED ke dalam WEBSITE

LSim-ED terbentuk atas beberapa bagian komponen yang mendukung, untuk itu diperlukan adanya metodologi dalam mendesain sebuah LSim-ED. Pendekatan desain/metodologi memungkinkan dikembangkannya LSim-ED untuk semua bidang studi tanpa terbatas pada kursus atau pelatihan. Integrasi ini menyangkut arsitektur dan organisasi yang dimiliki sebuah LSim-ED antara lain: *workroom/studio room*, *user interface*, *virtual simulation modelling*, *interactive*, *authoring tools*, *visual representation*, dan *virtual workspace*.

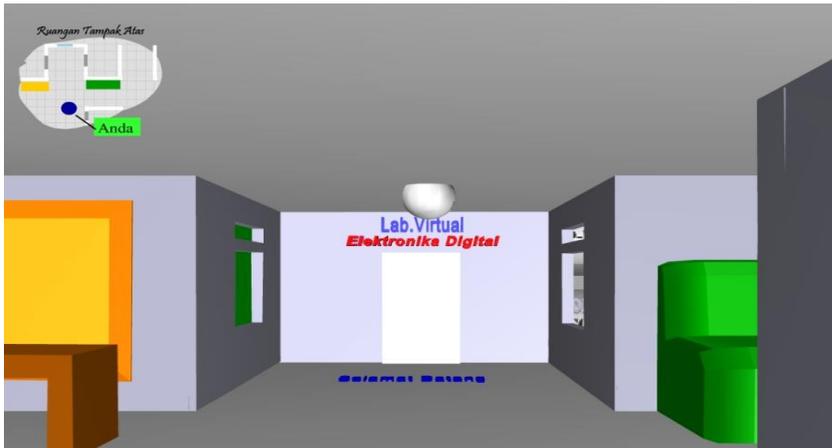
a. *Work-room/Studio room*

Laboratorium dan kegiatan praktek adalah merupakan komponen yang penting bagi siswa teknik khususnya siswa SMK. Pembelajaran praktek di SMK salah satu prinsipnya adalah bagaimana membuktikan suatu teori. Menurut Banerji (1996) yang memberikan poin utama bahwasanya siswa teknik sangat komplis dalam hal pengetahuan yang ditransfer dalam bidangnya tidak lebih adalah menemukan informasi. Selain itu pengetahuan siswa teknik sangatlah dinamis. Siswa cenderung untuk melakukan konstruksi dan rekonstruksi makna dari sesuatu dikarenakan mereka telah terbiasa dengan hal yang bersifat konseptual, analisis, dan manipulasi.

Saat ini proses untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan dapat dilakukan diluar bangku kelas dan ruang laboratorium. Seperti halnya pada laboratorium riil untuk memasuki ruangan laboratorium terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan antara lain: 1) masuk gedung; 2) menuju ruang laboratorium, dan 3) membuka pintu ruang laboratorium.

Munurut Dobrzanski (2007:695) mengemukakan bahwa beberapa ruang kerja dilengkapi dalam peralatan virtual bersama dengan instruksi penggunaannya. Hal ini berarti bahwa dalam membangun sebuah LSim-ED sebaiknya diberikan fasilitas ruang kerja/ruang studio. Untuk itu dalam pengembangan ini dibuat suatu tampilan yang menunjukkan seolah-olah siswa memasuki sebuah ruang laboratorium seperti yang diperlihatkan pada Gambar 59 dan

siswa membuka pintu ruang laboratorium diperlihatkan pada Gambar 60.



Gambar 59

Salah satu halaman *studio room* (i)



Gambar 60

Salah satu halaman *studio room* (ii)

Pada Gambar 60, untuk membuka pintu ruangan digunakan 2 metode yakni melalui gagang pintu dan melalui *password*. Password

yang digunakan dalam LSim-ED ini adalah “vlab”, kata kunci dapat diganti berdasarkan keinginan user/pengguna.

b. User interface

User interface berasal dari bahasa Inggris yang berarti antar muka pengguna yang berfungsi sebagai mediator antara user dengan komputer. Pada LSim-ED *User interface* sangat berperan penting karena dengan adanya *user interface* maka dengan mudah dapat terjadi interaktivitas dan komunikasi antara user. Antarmuka pemakai (*User Interface*) dapat menerima informasi dari pengguna (*user*) dan memberikan informasi kepada pengguna (*user*) untuk membantu mengarahkan alur penelusuran masalah sampai ditemukan suatu solusi.

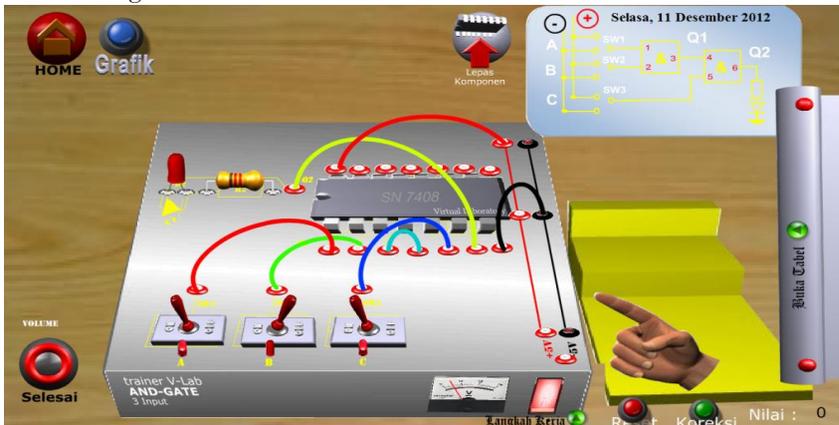
Pada LSim-ED yang dikembangkan mencakup aspek interaktif dan proses kontrol dengan mempertimbangkan desain dari aspek ergonomik dan psikologi. Pada halaman *workscreen* menyediakan cara: 1) input, memungkinkan pengguna untuk memanipulasi sistem; 2) output, memungkinkan sistem untuk menunjukkan efek manipulasi pengguna disajikan pada Gambar 61.



Gambar 61
Salah satu bentuk user interface pada LSim-ED

Pada Gambar 61 diperlihatkan sebuah tampilan layar kerja (*workscreen*) yang memungkinkan pengguna untuk dapat melakukan

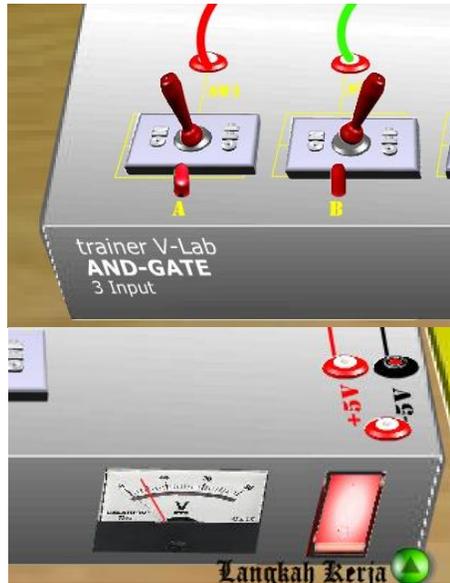
proses manipulasi dengan memasang komponen dan kabel sesuai dengan gambar rangkaian yang terletak pada sebelah kanan atas halaman. Di dalam melakukan pemasangan komponen pengguna terlebih dahulu mengambil kabel dan komponen yang sesuai, jika tidak sesuai maka komponen akan kembali ke tempat semula. Selanjutnya setelah semua kabel dan komponen terpasang dengan benar langkah terakhir adalah menekan saklar power berwarna merah yang berada pada trainer. Jika rangkaian sudah terangkai dengan benar, maka saklar akan menyala “ON” seperti yang dipelihatkan pada Gambar 62 dan jika tidak berarti masih terdapat pemasangan komponen yang keliru atau terlupakan untuk itu perlu dilakukan review ulang.



Gambar 62

Salah satu bentuk user interface pada LSim-ED

Pada Gambar 62 terlihat bahwa trainer sudah dapat dijalankan dengan ditandainya nyala lampu pada trainer dan penunjukan voltmeter dengan nilai penunjukan 5 Volt.

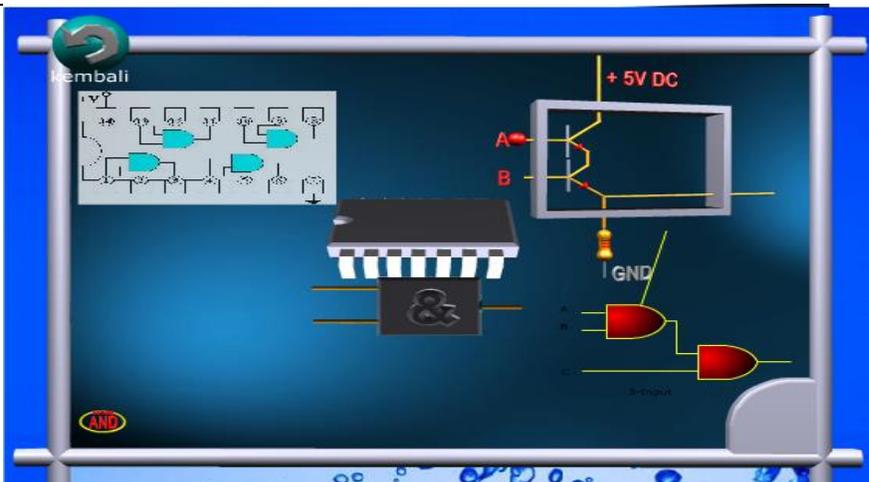


Gambar 63

Indikator Input dan output *user interface*

c. *Virtual Simulation Modelling*

Representasi dalam LSim-ED didesain dalam bentuk 3 dimensi. Semua data ditampilkan dalam bentuk 3-dimensi seperti layaknya pada tampilan yang sebenarnya disajikan pada Gambar 63. Tampilan 3D harus mempunyai kemampuan untuk menginterpretasikan secara luas dunia virtual serta mampu merefleksikan karakteristik dunia nyata. Salah satu aplikasi penerapan dunia nyata diperlihatkan pada Gambar 64 dan 65.



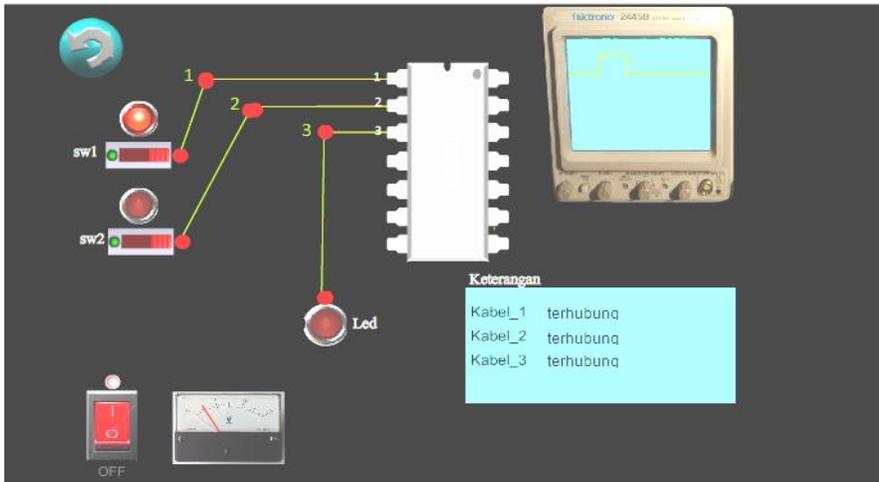
Gambar 64
Salah satu halaman teori yang memberikan model simulasi 3-D secara virtual



Gambar 65
Salah satu halaman teori yang memberikan Aplikasi simulasi 3-D secara virtual

d. Interactive Tools

Pada LSim-ED yang dikembangkan sebuah didesain halaman yang menggabungkan berbagai aplikasi media visual dan audio kedalamnya, serta dapat terkontrol secara interaktif dengan sebuah aplikasi kontrol untuk memberi kemudahan penggunanya dalam memproses atau mencari informasi yang diperlukan secara beruntun maupun secara acak melalui sistem navigasi logika interaktif. Interactive tools pada LSim-ED ini dapat diperoleh dengan melakukan proses penyambungan kabel dari satu komponen ke komponen lainnya melalui halaman simulasi seperti yang diperlihatkan Gambar 66.

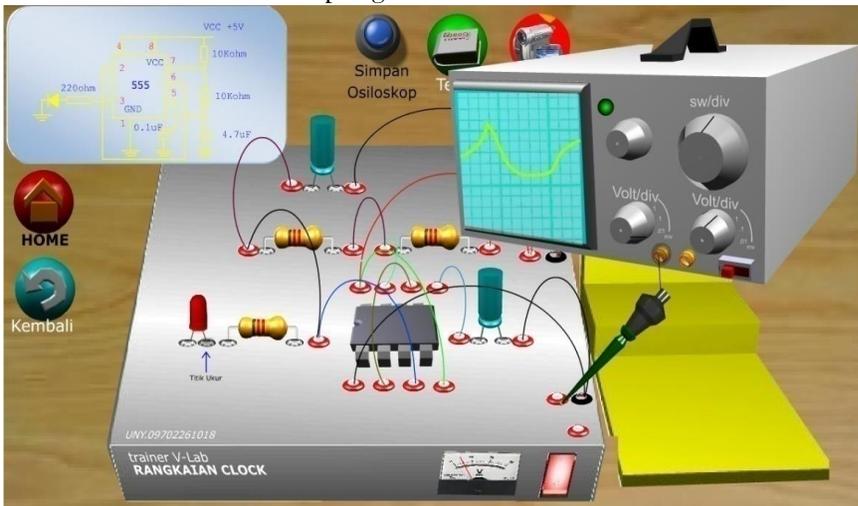


Gambar 66

Salah satu *interactive tools* melalui halaman simulasi

Interactive tools dikembangkan dengan menggunakan garis penghubung yang menghubungkan kaki-kaki komponen. Garis penghubung pada halaman ini berfungsi sebagai kabel penghubung. *Interactive tools* dalam LSim-ED ini sangat bermanfaat untuk menggambarkan karakteristik komponen dan alat ukur. Alat ukur berupa osiloskop didesain dengan menggunakan bahasa pemrograman *Authoring Tools* yang dapat menyerupai komponen nyatanya. Meskipun tampilannya yang bersifat 3-D namun karakteristiknya sama dengan peralatan nyata. Pada Gambar 65

tampak terlihat lampu LED pada saklar SW1 “menyala”. Selanjutnya sinyal yang ditampilkan oleh osiloskop disesuaikan dengan karakter *output* rangkaian “AND”. Sebelum membuat aplikasi alat ukur terlebih dahulu perlu mengetahui karakteristik komponen yang akan diukur. Pada Gambar 67 osiloskop digunakan untuk mengukur komponen “Clock”. Pada halaman ini user dapat menggeser probe osiloskop dan meletakkannya dimana saja. Tampilan osiloskop akan berubah berdasarkan titik pengukuran.

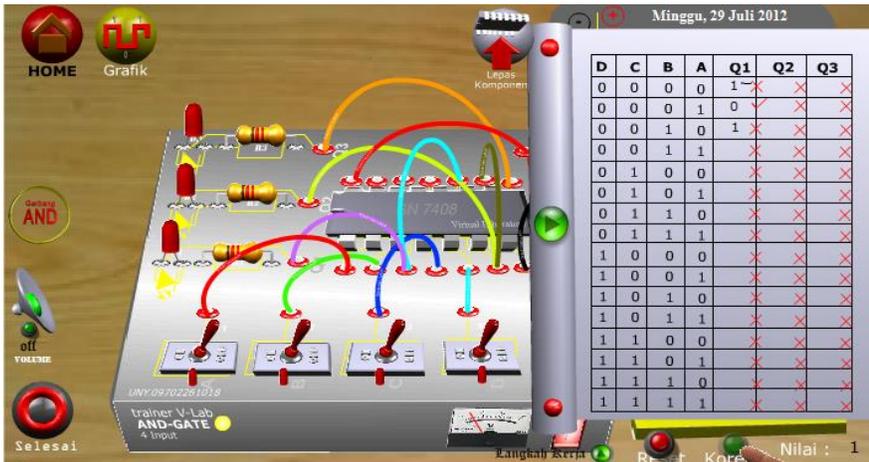


Gambar 67

Salah satu *Interactive Tools* melalui penggunaan Osiloskop

Halaman lain yang dikembangkan berdasarkan prinsip *interactive tools* adalah pada halaman *workscreen* yakni saat mengisi tabel kebenaran disajikan pada Gambar 68. Proses praktikum dengan melihat *output* pada trainer hasilnya dapat dituangkan melalui sebuah tabel kebenaran yang telah disediakan oleh halaman ini. Kolom A, B, C, dan D merupakan logika input yang diberikan pada saklar yang ada di *trainer* dengan menyesuaikan kode masukan dan kode saklar (misal. kolom A pada saklar A), sedangkan kolom Q1, Q2, dan Q3 merupakan *output* yang diperoleh dengan melakukan pengisian berdasarkan hasil praktikum. Untuk mengoreksi tabel kebenaran

dapat dilakukan dengan menekan tombol “koreksi”. Setelah menekan tombol “koreksi” akan diperlihatkan skor penilaian. Jika isian tabel kebenaran benar/salah, maka program akan melakukan eksekusi dan menampilkan hasil koreksian berupa tanda silang atau tanda centang pada sebelah kanan tabel kebenaran seperti yang diperlihatkan pada Gambar 68.



Gambar 68

Salah satu *interactive tools* melalui tabel kebenaran

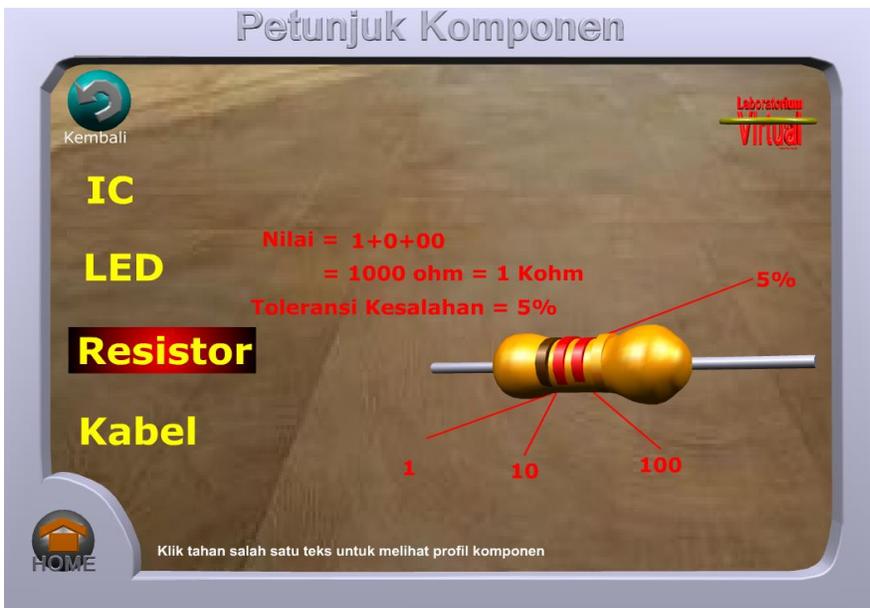
e. Visual Representation

Representasi visual pada dasarnya sangat berkaitan erat dengan komunikasi visual. Komunikasi visual adalah ilmu yang mempelajari dan mengembangkan bahasa visual (semantik, sintaktik, dan pragmatik) untuk keperluan informasi dan komunikasi. Mengolah dan menyampaikan pesan visual dari penyampai pesan berupa informasi produk, jasa atau gagasan kepada sasaran (publik), secara komunikatif, persuasif melalui olah tanda (semiotika), olah cara (rhetorika), olah rasa (estetika) yang kreatif dan inovatif (baru, asli, lancar dan luwes).

LSim-ED yang dikembangkan banyak mengacu pada unsur-unsur visualisasi antara lain: 1) mendukung materi ajar dan desain praktikum, agar mudah diterima oleh siswa. Pada setiap frame diberikan tampilan dengan pesan yang akan disampaikan secara

mendalam; 2) setiap form yang ditampilkan disesuaikan dengan hal-hal yang disukai oleh sasaran yang berkaitan dengan hal visual (ikon, gambar dan elemen visual lain); 3) Olah pesan (verbal) yang ada pada praktikum konvensional diubah menjadi pesan visual, dengan memperhatikan tanda-tanda pesan visual yang dimengerti, mudah, gampang dan nyaman dilihat/dibaca; 4) dengan memperbanyak gambar yang relevan untuk setiap item bahasan teori.

Visualisasi *form* LSim-ED pada Gambar 69 dan Gambar 70 disajikan melalui rancangan elemen desain grafis (obyek, warna, huruf dan *layout*) dibuat sedemikian rupa agar siswa betah dan tidak merasa bosan, tidak rumit supaya kejelasan isi pesan mudah diterima dan diingat, penggunaan bahasa visual yang harmonis, utuh dan senada agar materi ajar dipersepsi secara utuh (komprehensif).



Gambar 69

Salah satu halaman petunjuk dan keselamatan kerja dengan representasi visual



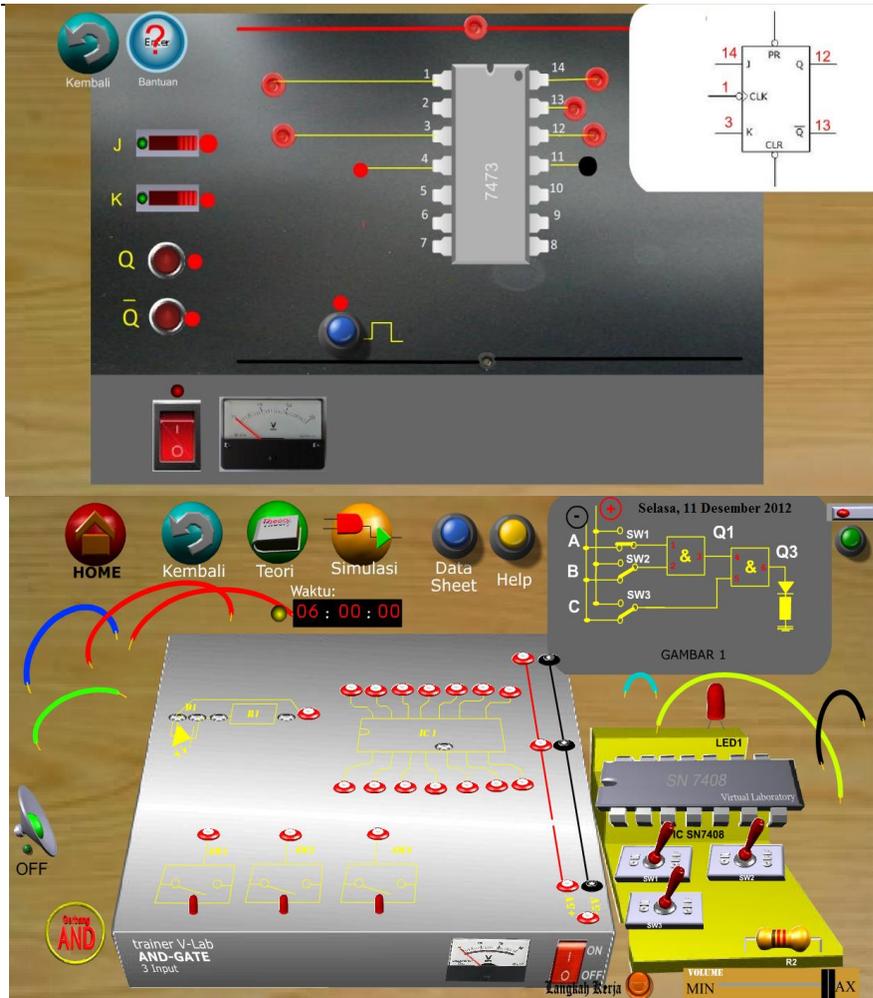
Gambar 70

Salah satu halaman petunjuk dan keselamatan kerja dengan representasi visual

f. *Virtual Workspace*

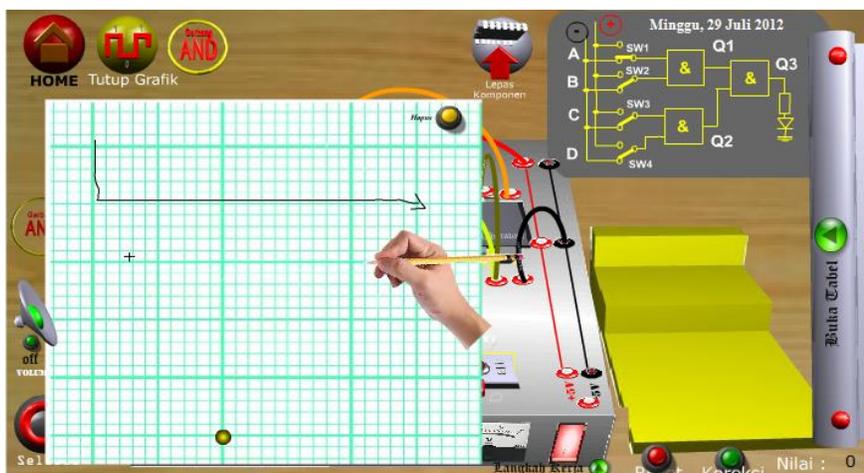
Praktikum secara “hands-on” dikembangkan oleh ahli pendidikan dan ilmu sains yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan investigasi terhadap sebuah rangkaian. Proses praktikum bagi siswa akan memberikan keterampilan observasi, prediksi, penalaran deduktif, pemodelan konseptual, membangun teori, dan pengujian hipotesa dalam menyelesaikan rangkaian yang menantang.

Menggunakan manipulasi secara virtual seperti yang diperlihatkan pada Gambar 71 para siswa dapat melakukan kontrol, memodifikasi, dan melakukan eksperimen dengan sistem kelistrikan secara aman dan akurat dalam memvisualisasikan suatu konsep yang abstrak dan konkrit.



Gambar 71
Halaman Workscreen dalam LSim-ED

Pada Gambar 71 siswa dapat melakukan demonstrasi dan melihat instruksi yang diberikan melalui tombol “Bantuan” mengenai bagaimana menggunakan tools yang ada pada halaman *workscreen* ini. Pada halaman ini siswa juga dapat melakukan penggambaran grafik secara interaktif seperti yang diperlihatkan pada Gambar 72.



Gambar 72

Salah satu halaman *worksreen* dengan fasilitas gambar grafik

g. *Authoring Tools*

Banyak software yang dapat digunakan untuk merancang multimedia. Untuk LSim-ED interaktif ini digunakan Macromedia Flash (Versi Mx, dan Prof. 8). Untuk pengolahan graphic menggunakan Adobe Photoshop CS3, pengolahan suara menggunakan *Cool Edit Pro* dan *wave pad*, pengolahan animasi menggunakan *Swismax*, *Macromedia Flash* dan pengolahan grafis 3-Dimensi menggunakan *3Ds-Max* serta pengolahan animasi 3-Dimensi menggunakan *Swift 3D Ver. 2*.

Kajian Produk

Model LSim-ED mata pelajaran Elektronika Digital merupakan salah satu bentuk multimedia interaktif yang dapat mendukung kegiatan praktek konvensional di laboratorium riil. Produk akhir dari pengembangan ini adalah CD-Interaktif LSim-ED dalam mata pelajaran Elektronika Digital yang dikemas dalam satu keping *Compact Disk* yang berisikan LSim-ED untuk keperluan kegiatan praktikum. Pada proses pengembangannya diawali dengan studi pendahuluan yakni analisis kebutuhan mata pelajaran yang menjadi objek pembuatan LSim-ED. Dari analisis kebutuhan tersebut

terungkap bahwa di SMK masih memiliki peralatan yang terbatas dan belum mencukupi untuk kegiatan praktek, selanjutnya kegiatan praktikum secara virtual berbasis simulasi sangat dibutuhkan oleh siswa, rencana praktikum secara virtual banyak yang menyetujui. Selanjutnya berdasarkan wawancara guru SMK, bahwa mata pelajaran digital adalah mata pelajaran dasar yang memerlukan konsep dan logika yang digunakan dibanyak jurusan seperti halnya Elektronika Komunikasi, TKJ, Audio Video. Kelengkapan untuk praktikum mata pelajaran elektronika di SMK masih kurang dan memerlukan peralatan sedang peralatan yang ada saat ini alat dan bahan untuk praktek elektronika digital sudah banyak yang rusak dan komponennya sulit untuk diperoleh karena keterbatasan anggaran dan komponennya tidak diproduksi lagi. Selanjutnya wawancara dengan salah satu guru pengampu mata pelajaran di SMKN 2 Depok Sleman Yogyakarta bahwasanya elektronika digital adalah salah satu mata pelajaran praktek yang memiliki sub pokok bahasan yang banyak namun waktu yang terbatas dalam melaksanakan praktikum, hal ini lah yang menjadi kendala dalam mengefektifkan mata pelajaran elektronika digital.

Setelah melihat kondisi dan kebutuhan mengenai perlunya sebuah strategi pembelajaran yakni pembelajaran praktikum secara simulasi maka selanjutnya melakukan penelusuran terhadap model dan desain yang akan dikembangkan. Penentuan model dimaksudkan untuk memilih model yang tepat dan mencari referensi terhadap model yang akan dikembangkan. Sedangkan penentuan desain menyangkut software yang akan digunakan dalam mengembangkan pembelajaran praktikum berbasis simulasi dalam hal ini menggunakan *Macromedia Flash MX*, *Macromedia Flash Profesional 8*, animasi *Swift 3D*, *3Ds Max*, *adobe photoshop*, *Corel Draw*, *camtasia studio 5.0*. Pengembangan ini dilakukan melalui tahapan-tahapan mulai dari pengembangan awal hingga evaluasi akhir yang memerlukan waktu selama 6 bulan.

Setelah produk selesai dikembangkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan validasi terhadap produk yang dikembangkan. Validasi dilakukan melalui penilaian oleh ahli materi

dan ahli media yang pakar dalam bidangnya masing-masing. Selanjutnya dilakukan perbaikan dan penyempurnaan berdasarkan saran dari validator ahli dan diperoleh prototipe I untuk diujicobakan kepada siswa SMK melalui ujicoba satu-satu sebanyak 6 orang. Selanjutnya dilakukan perbaikan dan penyempurnaan berdasarkan hasil ujicoba satu-satu diperoleh LSim-ED prototipe II untuk diujicobakan lagi pada kelompok kecil sebanyak 20 orang. Hasil evaluasi kelompok kecil digunakan sebagai bahan untuk revisi tahap selanjutnya yakni tahap ketiga. Hasil revisi berupa saran dan perbaikan siap diujicobakan pada kelompok yang diperluas sebanyak 3 SMK di Makassar. Setelah ujicoba tahap ini diperoleh prototipe LSim-ED final.

Selain produk CD LSim-ED pada produk akhir penelitian ini dihasilkan pula buku panduan praktikum simulasi, flowchart LSim-ED, dan Story Board LSim-ED. Besar ukuran file 172 MB termasuk file-file pendukung dan tidak termasuk file pihak ketiga.

Beberapa keunggulan dari produk LSim-ED yang dikembangkan seperti dikemukakan sebagai berikut.

1. LSim-ED sangat membantu dalam melakukan perakitan sebuah rangkaian dalam bentuk 3 dimensi dan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran praktek, melalui eksplorasi 3D siswa dapat mengerti mengenai suatu masalah yang abstrak.
2. LSim-ED memberikan fasilitas kegunaan dan interaktivitas yang tinggi
3. Praktikum Elektronika Digital dengan menggunakan pengembangan model LSim-ED itu memperlihatkan tanggapan yang sangat bagus dan membuat siswa cepat mengerti dan cepat memahami pelajaran tersebut.
4. Melalui LSim-ED siswa mampu mengetahui hal-hal yang selama ini belum sepenuhnya saya dapatkan dan dapat mengasah kemampuan mereka.
5. Pendekatan praktikum dengan LSim-ED siswa lebih mengerti dan lebih mudah memahami cara pengerjaan dan tidak membosankan.

6. Praktikum dengan lingkungan yang berbasis simulasi dapat menampilkan objek alat dan bahan praktek secara 3-Dimensi meliputi struktur dan fungsinya, siswa SMK dapat mempelajari prinsip sistem dengan cepat, efektif, dan interaktif serta navigatif melalui lingkungan virtual yang dibuat.
7. Memberikan kemampuan awal kepada siswa SMK agar memiliki pengalaman laboratorium sebelum memasuki laboratorium riil.
8. Memberikan kebebasan berkeaktivitas kepada siswa SMK dalam melakukan kegiatan praktek tanpa harus mengikuti jadwal yang ada di laboratorium riil
9. membutuhkan interaksi, lebih menekankan partisipasi yang aktif dari pada pasif.
10. Tidak akan ada korsleting listrik (*electric shock*) jika terjadi kesalahan sambungan yang dilakukan oleh siswa sehingga aman digunakan
11. Pada LSim-ED mengenai tingkat bahaya, biaya yang tinggi dalam pengadaan alat dan bahan, dan praktikum yang komplit dapat direalisasikan kedalam LSim-ED
12. Juga kemudahan menggunakan LSim-ED ini karena sifatnya autorun hanya memasukkan CD media LSim-ED ke perangkat CD ROM komputer peserta didik langsung menyala dan langsung jalan.
13. LSim-ED memiliki lingkungan yang dinamis untuk dikembangkan, pencapaian pengetahuan, dan peningkatan keterampilan.

Berdasarkan kajian yang diuraikan diatas pengembangan LSim-ED mata pelajaran Elektronika Digital di SMK khususnya dalam pelaksanaan kegiatan praktikum merupakan suatu bentuk yang dapat memenuhi kebutuhan peningkatan keterampilan siswa, kognitif, dan afektif siswa serta menjauhkan siswa dalam memahami suatu hal yang abstrak dan kompleks. Selanjutnya LSim-ED dapat dijadikan sebagai sarana yang dapat menggantikan laboratorium real (*subtitute of real lab*) jika di SMK tidak difasilitasi oleh peralatan praktikum, dan eksperimen dapat mengakibatkan hal-hal yang berbahaya. LSim-ED yang mendukung laboratorium riil (*suplement of*

real lab) jika membutuhkan penjelasan yang abstrak dan konsep yang kompleks yang sulit untuk diobservasi, dan ingin membuktikan teori.

9.5 Desain Website Lab Simulasi

www.labsimulasi.blogspot.com



Dalam Mendesain laboratorium simulasi beberapa perangkat lunak yang digunakan seperti :

1. Macromedia Flash 8, digunakan untuk membuat animasi
2. Corel Draw x2, digunakan untuk mendesain gambar grafis
3. 3Ds Max, digunakan untuk mendesain gambar 3-dimensi

Sedangkan untuk diposting melalui Website menggunakan:

1. www.blogspot.com, digunakan sebagai halaman web untuk laboratorium simulasi
2. www.google.com, digunakan untuk menyimpan file praktikum

setelah perangkat lunak diatas tersedia, maka langkah awal untuk membangun laboratorium simulasi adalah membuat desain praktikumnya. Seperti yang akan dijelaskan sebagai berikut:

Semua tampilan yang akan didesain pada tahap ini semua mengacu dari flowchart dan storyboard. Baik dari segi prosesnya, alur ceritanya, pewarnaan hingga metode simulasi yang digunakan semuanya mengacu pada storyboard.

7.3.1 Halaman Menu Awal



Gambar 8. Halaman Awal

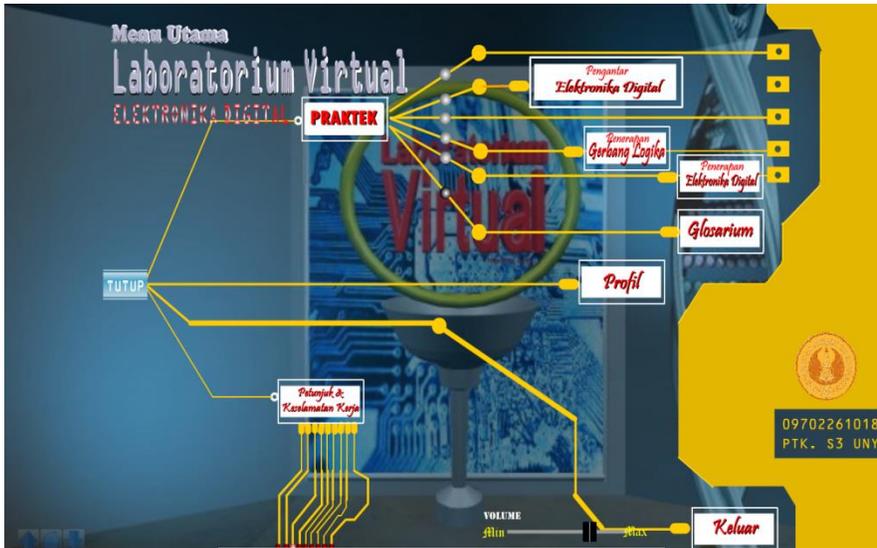
Dalam mendesain halaman awal tidak terlalu banyak Animasi yang digunakan, berikut ini penjelasan penggunaan animasinya. Untuk proses animasinya dapat juga dilihat pada CD



Menu : Pembuka Sub-menu :	No. Halaman : 1 No. Frame : 1
<div style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px auto;"> <p>Animasi Foto berputar vertikal topik praktikum Elektronika Digital</p> </div>	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">Tombol 1 : Tombol Masuk</div>
Teks: Laboratorium /irtual	<p>Keterangan: Gambar : Latar bergambar alam dengan setengah padang rumput dan setengah langit Animasi : 1) Animasi foto-foto topik praktikum berputar bergantian dari atas ke kanan bawah kemudian ke kiri memutar kembali ke atas</p>
<p><u>Keterangan Tampilan:</u> Tampilan halaman ini merupakan halaman awal atau halaman pembuka</p>	<p>Audio : warna : Pintu berwarna abu-abu (warna besi), hidrolik berwarna merah Narasi : - Teks : Laboratorium Virtual dengan efek emboss 3-dimensi Video : - Interaksi : -</p>

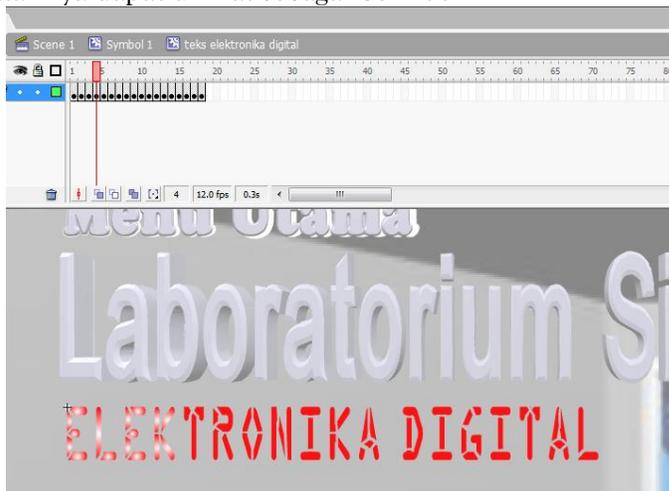
Gambar 9. Menyesuaikan Tampilan dengan storyboard

Tahap selanjutnya adalah membuat Halaman **menu utama** sebagai berikut



Gambar 10. Halaman menu utama

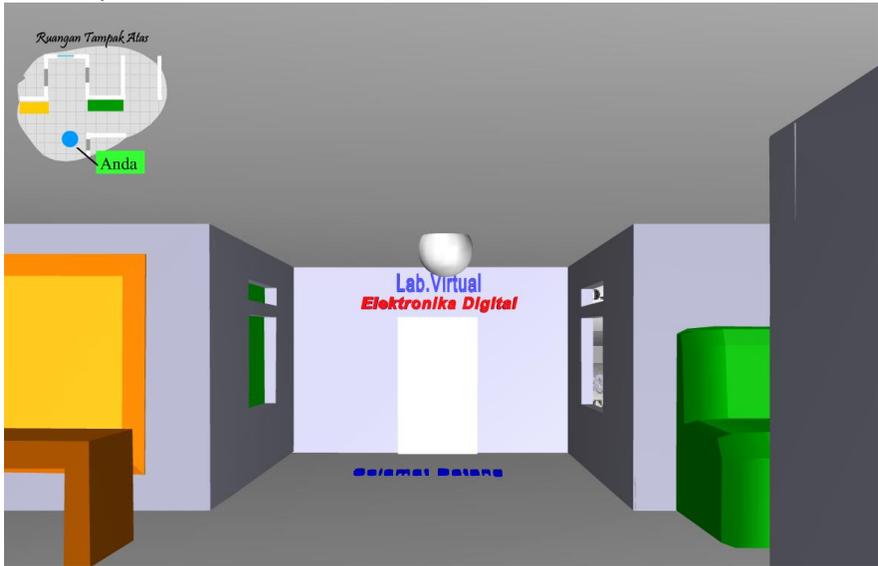
Pada Gambar 10 animasi yang digunakan hanya pada tulisan elektronika digital yang menyala seperti Running LED, cara pembuatannya dapat dilihat sebagai berikut



Gambar 11. Metode running LED

Laboratorium Simulasi

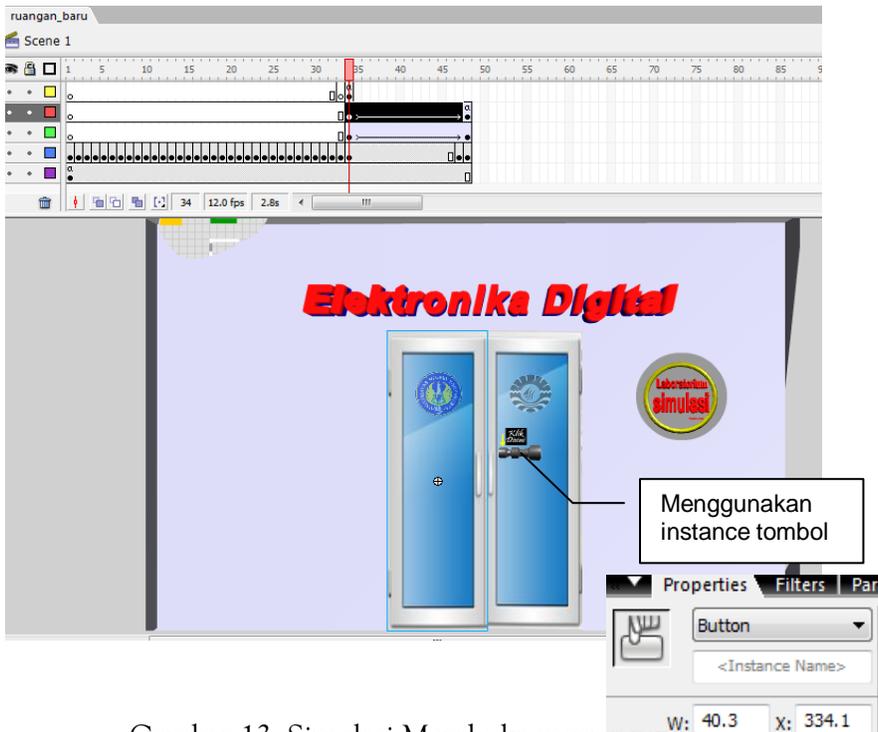
Metode running LED pada Gambar 11 menggunakan teknik animasi frame by frame.



Gambar 12. Simulasi Masuk ruangan pada Laboratorium Simulasi

Pada Gambar 12 merupakan simulasi jika seseorang masuk kedalam laboratorium simulasi. Terlihat denah pada sudut kiri atas yang menunjukkan posisi pengguna. Setelah sampai di depan pintu (Gambar 13) pengguna akan membuka handel pintu seperti membuka pintu sebenarnya. Pada form ini menggunakan efek frame by frame dapat dilihat pada CD dengan ekstensi file “**ruangan_baru fla**”.

Praktikum Simulasi Berbasis Website



Gambar 13. Simulasi Membuka gagang pintu

Jika posisi garis frame digeser ke kanan akan menghasilkan animasi pintu laboratorium yang terbuka (gambar 14). Namun sebelum pintu terbuka terlebih dahulu menekan gagang pintu, Adapun script *gagang pintu* adalah sebagai berikut

```
on (release) {  
    gotoAndPlay (35) ;  
}
```

Setelah pintu terbuka, para siswa akan memilih topik praktikum yang disediakan seperti pada Gambar 15.



Gambar 14. Pergeseran Frame



Gambar 15. Topik Praktikum

Pemilihan topik praktikum menggunakan teknik “Drag and Drop”, masing masing topik didesain dalam bentuk trainer (Gambar 16).



Gambar 16. Trainer Percobaan 1 (AND Gate)

Pada form ini juga dilengkapi dengan sebuah meja (Gambar 17), dimana jika siswa ingin melakukan praktikum, siswa dapat menggeser trainer ke arah meja seperti diperlihatkan pada Gambar 15.



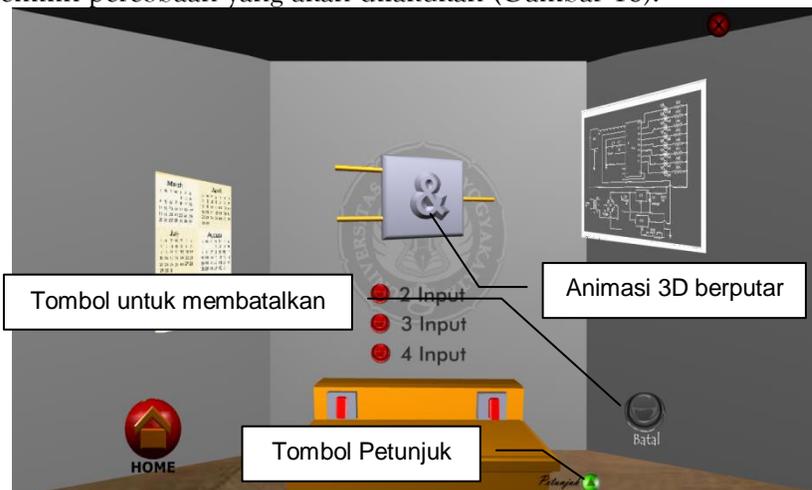
Gambar 17. Meja untuk kegiatan Praktek

Pergeseran meja dapat dilihat pada CD dengan nama “percobaan fla” dengan script sebagai berikut
stop();

```
//ketika trainer diambil (di klik)
perc1.onPress = function() {
    //movie clip ini dapat didrag
    this.startDrag();
    _root.note ="AND Gate";
};
//ketika trainer dilepaskan
```

```
perc1.onRelease = function() {  
  //movie clip ini tidak bisa didrag  
  this.stopDrag();  
};  
perc1.onEnterFrame = function() {  
  //jika trainer ditempatkan di meja  
  if (this.hitTest(meja)) {  
  //tampilkan tulisan jika trainer sudah berada pada meja  
    gotoAndPlay(2);  
  };  
  //jika tidak  
  } else {  
  // Jangan tampilkan tulisan jika trainer tidak berada pada meja  
    note = "";  
  }  
};
```

Tampilan setelah trainer diletakkan diatas meja akan tampil pilihan percobaan berikutnya. Dalam praktikum AND Gate terdapat 3 jenis input yakni 2, 3, dan 4 input. Siswa akan diberikan kebebasan dalam memilih percobaan yang akan dilakukan (Gambar 18).



Gambar 18. Salah Satu Isi Halaman Pilihan Percobaan (Pilihan Gerbang AND 2 Input, 3 Input, dan 4 Input)

Simbol animasi 3Dimensi berputar, kemudian di ekspor dalam bentuk .swf file dibuat dengan menggunakan perangkat lunak swift 3D atau 3Ds Max.



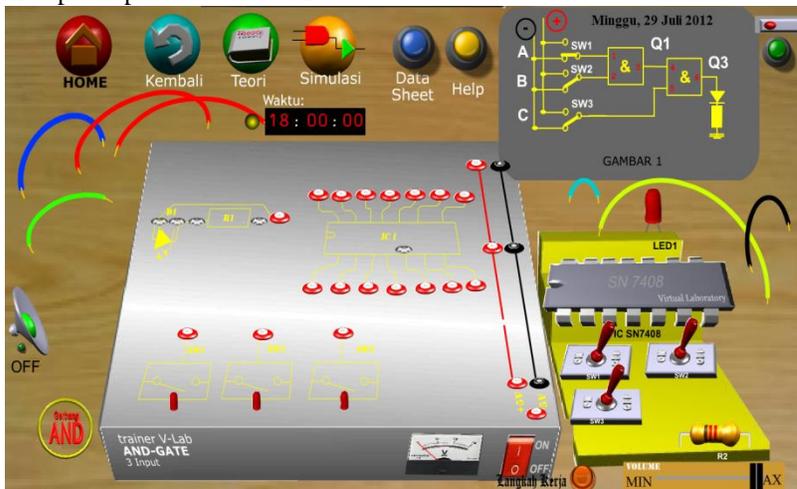
Gambar 19. Halaman Pemilihan Alat dan Bahan (Pilihan Gerbang untuk AND 2 Input)

Pada Gambar 19 memperlihatkan proses pengambilan alat dan bahan, anda dapat mengambil bahan yang anda perlukan untuk melakukan praktikum dan menempatkannya pada wadah (berwarna kuning) yang telah disediakan. Komponen yang diambil harus sesuai dengan daftar alat dan bahan yang telah ditetapkan melalui kertas warna kuning pada bagian kanan atas. Form ini dapat anda lihat pada CD dengan nama file “ambil_komponenAND(2in).fla”. Jika tidak sesuai, maka anda tidak dapat menuju pada langkah selanjutnya. Pada form ini di sertai dengan script sebagai berikut.

```
on (release) {
    ket="Maaf, Anda belum mengambil komponen"
    if (ic7408.hitTest(wadah)) {
    if (d1.hitTest(wadah)) {
    if (r1.hitTest(wadah)) {
```

```
if (sw1.hitTest(wadah)) {  
    if (sw2.hitTest(wadah)) {  
        loadMovieNum("AND_work(2in)endmx.swf", 0);  
    }  
}  
}  
}
```

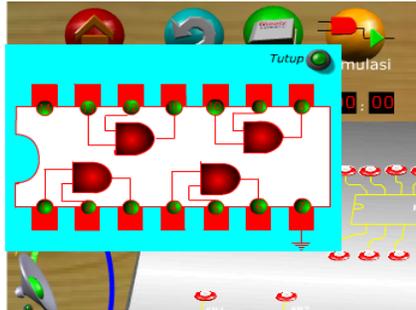
Setelah semua komponen sudah ditetapkan, maka anda akan menuju form seperti pada Gambar 20.



Gambar 20. Halaman Work Screen (Gerbang AND 3 Input)

Pada Gambar 20, siswa akan memulai proses praktikum. Rangkaian sudah diberikan seperti pada gambar rangkaian kanan atas, anda dapat menarik kabel lalu meletakkannya, mengambil komponen lalu meletakkannya sesuai rangkaian. Filenya dapat dilihat pada CD dengan nama "AND_work(2in)endmx fla". Pada proses praktikum anda akan diberi timer (pewaktu) untuk melihat seberapa lama anda melakukan praktikum pada setiap sesi. Pada bagian atas, anda akan difasilitasi berbagai media interaktif yang berkaitan dengan kegiatan

praktek seperti tombol “teori” untuk teori pendukung , tombol “simulasi” untuk proses simulasi, tombol “data sheet””.



Gambar 21. Tampilan tombol “data sheet”

Setelah semua komponen terpasang, anda dapat menguji coba rangkaian dengan menekan saklar (Gambar 22) terlebih dahulu. Posisi OFF dengan penunjukan jarum “0 volt DC”. Sedangkan untuk saklar pada posisi ON jarum menunjukkan “5 Volt DC”.

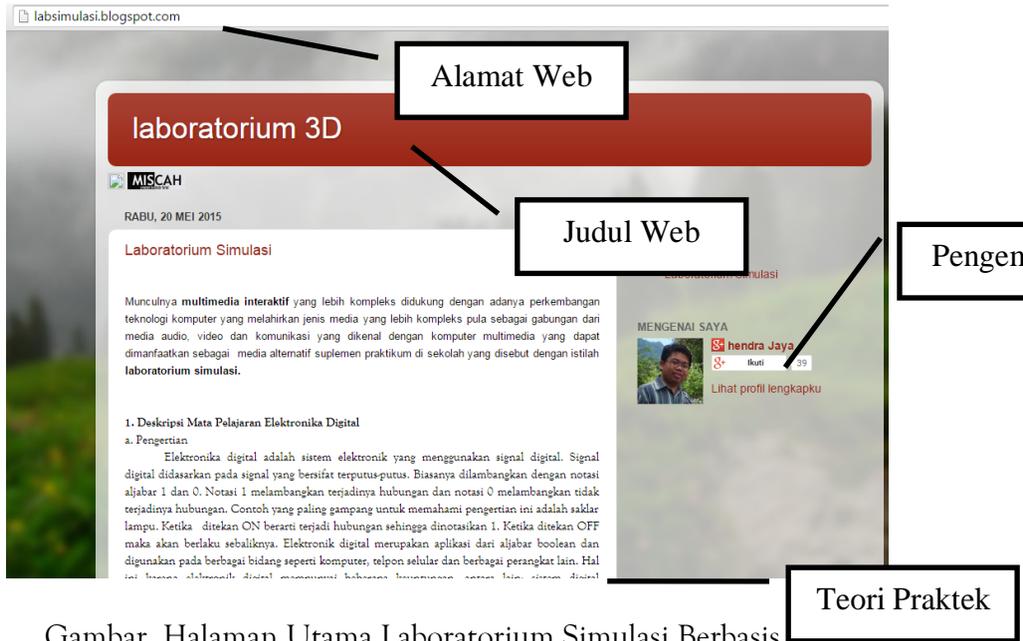


Gambar 22. Saklar Posisi OFF



Gambar 22. Saklar Posisi ON

Untuk membuat desain website, maka dapat digunakan fasilitas www.blogspot.com , silahkan mencari nama untuk nama halaman. Dalam proyek ini halaman diberi nama “labsimulasi.blogspot.com”.



Gambar. Halaman Utama Laboratorium Simulasi Berbasis Web



Gambar. Halaman Tombol



Untuk halaman tombol menggunakan **Link Download**

Caranya adalah sebagai berikut:

Berbeda dari Wordpress.com, Tools pada postingan Blogger.com (Blogspot) hanya menyediakan fasilitas insert image (gambar) dan video sehingga ketika kita ingin menyisipkan file berformat doc, ppt, xls, dll dari file yang ada di computer kita akan mengalami masalah. Untuk mengatasi masalah ini dapat diatasi dengan memberi link pada kata-kata tertentu ke URL tempat kita meng-upload file dimaksud sehingga pengunjung blog dapat membaca/menyimpan (men-DOWNLOAD)nya. Namun dalam buku ini link downloadnya akan

diganti dengan simbol  .

Kali ini akan dibahas bagaimana membuat link download dengan/melalui sites.google.com. Ikuti langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Aktifkan Google Search Engine, selengkapnya lihat gambar di bawah.



2. Pada 'Google Akun' masukkan Email beserta password anda, lalu klik 'Masuk'. Lihat gambar di bawah.

Google sites

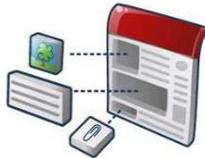
Ingin membuat situs Web?

Situs Google adalah cara gratis dan mudah untuk membuat serta berbagi halaman Web. [Selengkapnya](#)

Buat
halaman Web yang kaya dengan mudah

Kumpulkan
semua info Anda di satu tempat

Kontrol
pengguna yang dapat melihat dan mengedit



3. Setelah masuk di akun anda klik Create new site. Lihat gambar di bawah.



4. Isi kotak 'Name your site' yang anda kehendaki dan masukkan kode. Kemudian klik 'Create site'. Lihat gambar di bawah.

Praktikum Simulasi Berbasis Website

Blank template Project wiki Classroom site Family site Soccer team

Name your Site:
mursyidok

Your site will be located at this URL:
http://sites.google.com/site/mursyidok
Site URLs can only use the following characters: A-Z, a-z, 0-9

The location you have chosen is not available. Learn more...
Tip, you can also fill in the site description below and try again.

Choose a theme (currently: using template default)

More Options

Please type the code shown.

resquill

Create site Cancel

Jika muncul peringatan seperti ini, ubah **Name your site**-nya, URL-nya akan otomatis terisi jika kotak **Name your site**-nya telah terisi dan anda akan diminta memasukkan kode yang baru. Lakukan hal ini hingga berhasil.

5. Jika berhasil akan tampil jendela seperti gambar di bawah. Klik 'Create Page'.

Gmail Calendar Documents Reader Web more

mmursyidpw@gmail.com | User settings | My sites | Help

Google sites Home Updated Mar 8, 2010 3:33 PM

Create page Edit page More a

mursyidok

Search this site

6. Setelah klik Create page akan tampil jendela seperti gambar di bawah. Klik (pilih) File Cabinet. Isi kotak 'Name' (Saya contohkan Teori Pendidikan karena saya akan meng-upload file dengan nama teori pendidikan.doc). Kemudian klik 'Create Page'.

Google sites Create a new page (in site: mursyidok)

Select a template to use (Learn more)

Web Page Announcements File Cabinet List

Name: Teori Pendidikan

Your page will be located at: /site/mursyidok/teori-pendidikan Change

Put page at the top level

Put page under Home
Home > Teori Pendidikan
[Choose a different location](#)

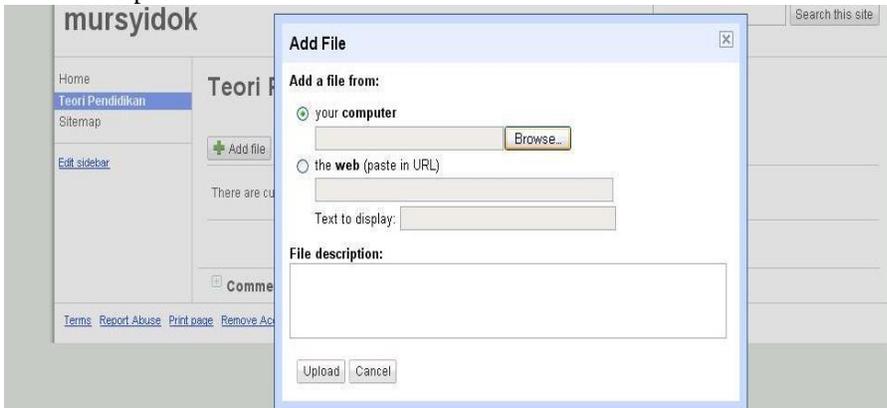
Create Page Cancel

< Prev 14 of 4

- Setelah klik Create Page akan tampil jendela seperti dibawah. Kemudian klik 'Add file'.

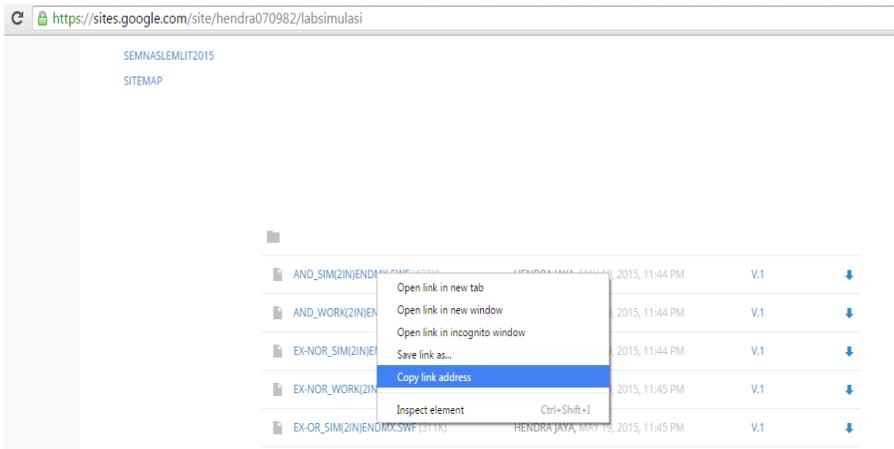


- Pada jendela Add file, klik 'Browse' (Cari dan seleksi file di computer yang akan di-upload, klik Open). Kemudian klik 'Upload'.

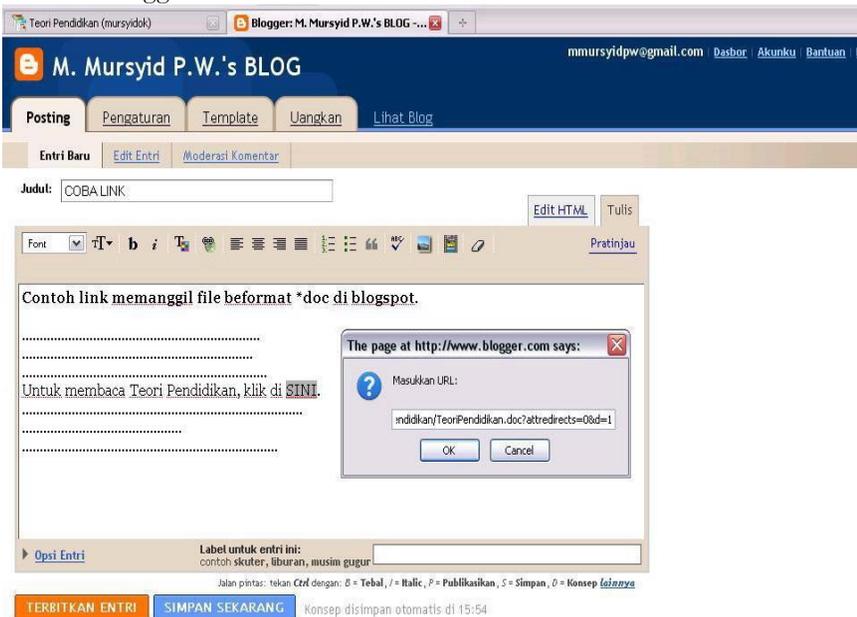


- Setelah proses upload selesai (Pada contoh ini saya upload file AND_sim2AND.swf), klik kanan pada button Download, kemudian klik Copy Link Location.

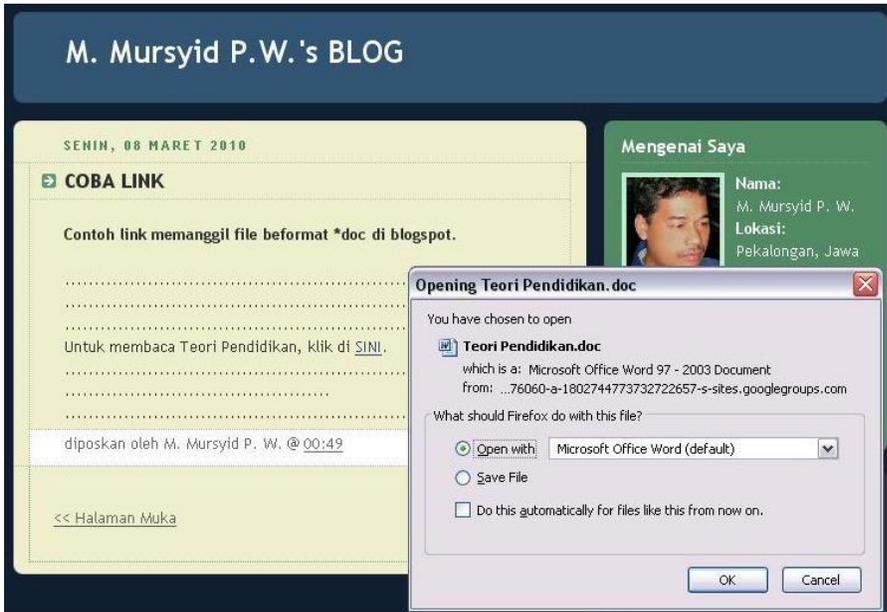
Praktikum Simulasi Berbasis Website



10. Buka tab atau jendela browser baru dan Masuk ke dasbor blog anda. Perhatikan contoh (gambar di bawah). Pada contoh saya menghendaki ketika kata SINI diklik akan menampilkan/membuka file AND_sim2AND.swf yang diupload di google.sites.com. Untuk contoh dibawah ini menggunakan file berformat .doc



11. Hasil contoh seperti di bawah.



12. Untuk laboratorium simulasi sebagai berikut:

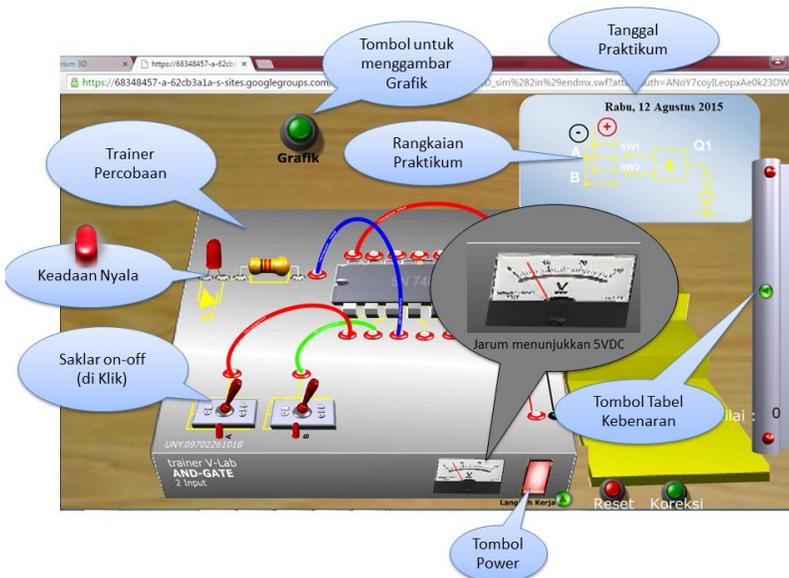
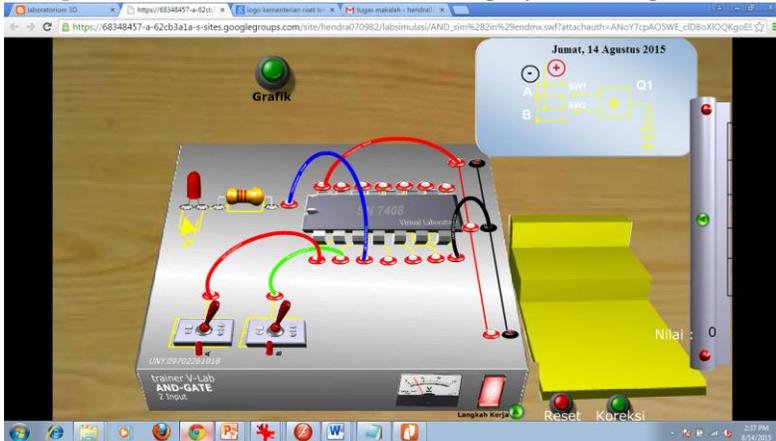


Praktikum Simulasi Berbasis Website

Ket:



Apabila gambar 'E' di klik akan tampil jendela seperti dibawah.



Gambar Trainer Praktikum Gerbang AND

B	A	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Nilai : 3

Reset Koreksi

Gambar. Tabel Kebenaran

Animasi Teori

110
101

0

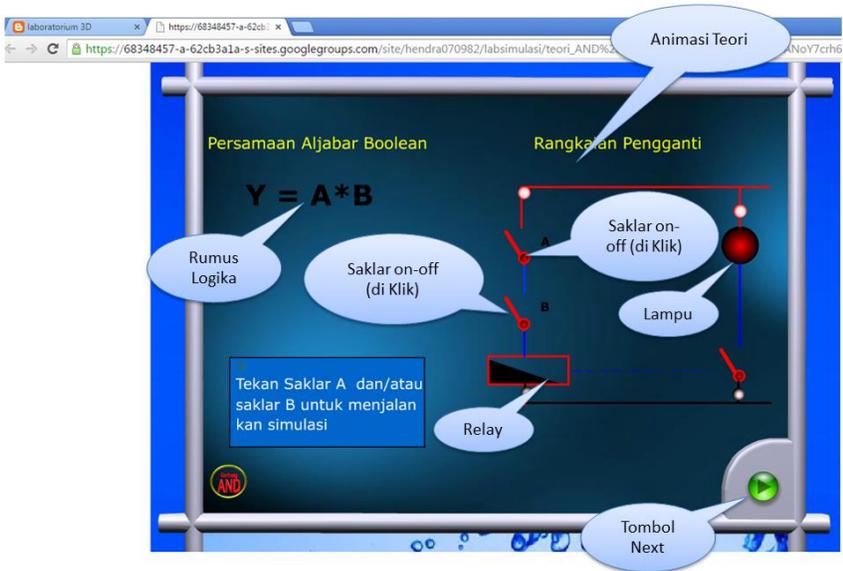
Gerbang AND (AND GATE) atau dapat pula disebut gate AND ,adalah suatu rangkaian logika yang mempunyai beberapa jalan masuk (input) dan hanya mempunyai satu jalan keluar

Teks

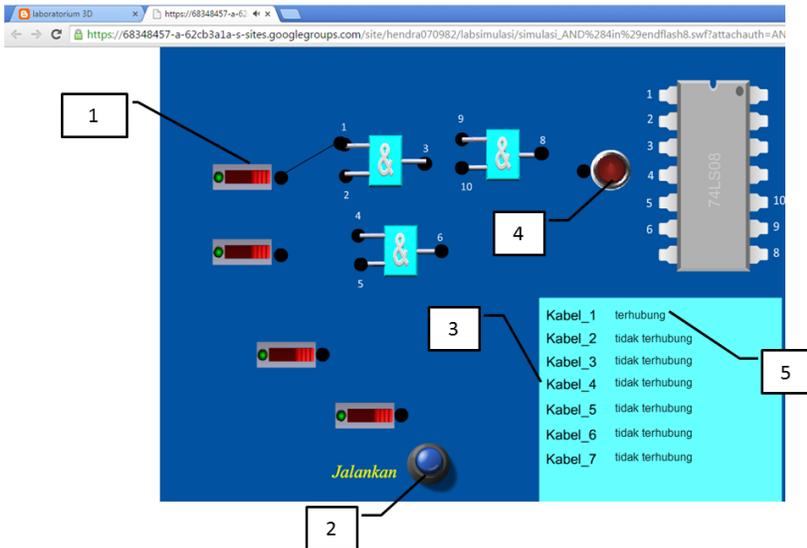
Tombol Next

Gambar. Form Teori

Praktikum Simulasi Berbasis Website



Gambar. Form Animasi Rangkaian Pada Teori

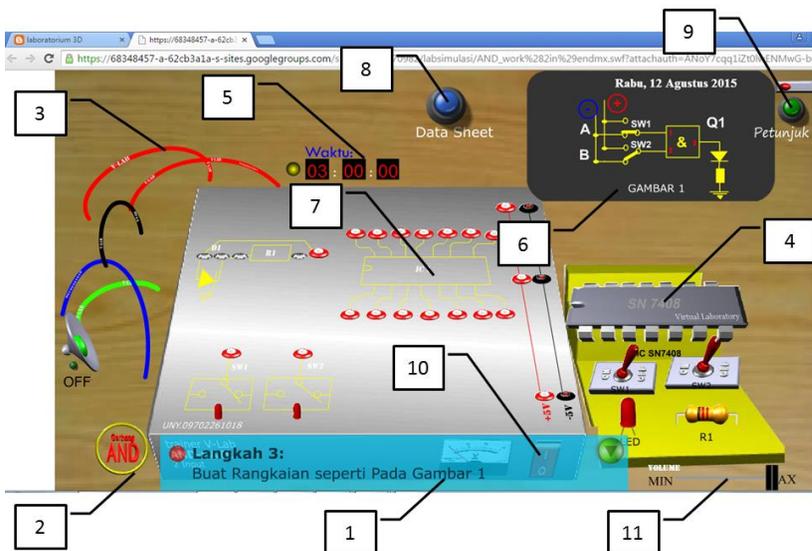


Gambar. Form Simulasi Rangkaian Praktikum

Laboratorium Simulasi

Keterangan:

NOMOR	URAIAN
1	Merupakan Saklar ON/OFF yang digunakan oleh gerbang logika ON ketika terdapat tegangan 1 dan logika OFF ketika mendapat tegangan 0
2	Tombol untuk menjalankan simulasi. Jika masih terdapat kabel atau komponen yang belum terhubung maka tombol ini tidak dapat dijalankan. Jadi, harus terhubung semua kabelnya.
3	Pemandu kepada user, sehingga user mengetahui kabel mana saja yang belum terhubung
4	Komponen Rangkaian
5	Keterangan terhubung memperlihatkan bahwa kabel 1 telah terhubung

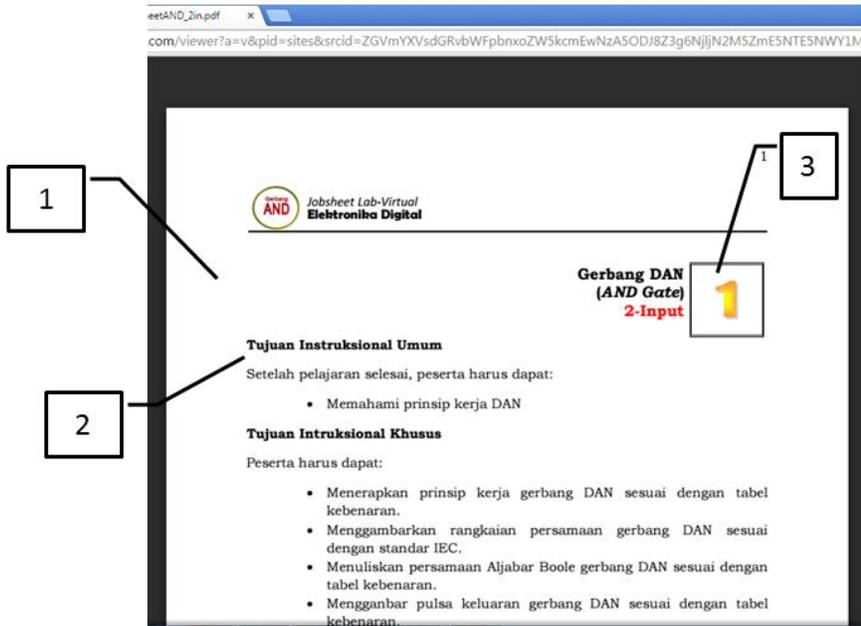


Gambar. Form Halaman Merangkai Komponen

NOMOR	URAIAN
1	Petunjuk/langkah kerja
2	Simbol AND

Praktikum Simulasi Berbasis Website

3	Kabel sambungan
4	Komponen yang belum terpasang
5	Waktu praktikum, timer ini akan mencatat kecepatan praktikum siswa
6	Gambar Rangkaian yang akan di rakit
7	Simbol komponen, siswa dapat melihat kesesuaian simbol dengan komponen yang digunakan
8	Tombol untuk melihat data sheet komponen
9	Tombol petunjuk praktikum



Gambar. Form Halaman Jobsheet

NOMOR	URAIAN
1	Halaman JOBSHEET
2	Petunjuk pengerjaan jobsheet
3	Judul Praktikum

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Gafur (2012). Desain pembelajaran: konsep, model, dan aplikasinya dalam perencanaan pelaksanaan pembelajaran. Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- Adams, Scott. (2001). GOD Debris: a though experiment. New York: Andrew McMeel Publishing, LLC.
- Agung. (2009). Metode simulasi. [Online]. Tersedia <http://pendidikan-agung33.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 10 April 2012.
- Ahmad Sonhadji. (2002). Laboratorium sebagai basis pendidikan teknik di perguruan tinggi. Pidato pengukuhan guru besar. Malang: Fakultas Teknik.
- Ahmadi, & Prasetya. (1997). Strategi belajar mengajar. Bandung: Pustaka Setia
- Akpan, J.P. (2002). "Which comes first: computer simulation of dissection or a traditional laboratory practical method of dissection". *Electronic Journal of Science Education*, 6, 4.
- Alessi, S., M & Trollip, S. R., (1991). *Computer based instruction*, (2nd Ed). New York: Prentice Hall.
- Alkazemi, E. (2003). The effect of the instructional sequence of a computer simulation and a traditional laboratory on middle-grade students' conceptual understanding of electrochemistry. Disertasi doktor, tidak diterbitkan, University of Florida.

- Allen, P.S. & Stimpson, M.E. (1994). *Beginnings of interior environment*. New Jersey: Mcmillan College Publishing Company, Inc.
- Amin, M. (1987). *Mengajarkan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Dengan Menggunakan Metode “Discovery” dan “Inquiry”*, Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Depdikbud, Jakarta.
- Arief S. Sadiman, dkk. (1986). *Media pendidikan: pengertian, pengembangan, dan pemanfaatannya*. Jakarta: CV Rajawali.
- Arsyad, Azhar. (2009). *Media pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Press.
- Ariasdi. (2008). *Panduan Pengembangan Multimedia Pembelajaran*. [Online]. Tersedia: <http://ariasdi.wordpress.com/2008/02/12/panduanpengembangan-multimedia-pembelajaran/>, diakses pada tanggal 8 September 2011.
- Atkinson, Norman., & John N. (1975). *Modern teaching aids*. London: Macdonald & Evans Limited.
- Azwar, Saifuddin. (2010). *Tes prestasi fungsi dan pengembangan pengukuran prestasi belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Bambang Herlandi. (2012). *Elektronika digital*. [On-line]. Tersedia: <http://bambangherlandi.web.id/tag/pendidikan/>, diakses pada tanggal 20 Mei 2011.
- Banerji, A., & Bhandari, R. (1996). *Virtual laboratory in engineering training and education*. *Proceedings of the workshop on simulation-based training*. PRICAI96, Australia, 23-30.
- Borg, W. R & Gall, M.D. (2003). *Educational Research: An Introduction*. New York: Longman. Inc.

- Bruner, J.S. (1966). *Towards a theory of instruction*. Cambridge: Harvard University.
- Cahyana, Ade., & Munandar, Devi. (2008). Pengembangan multimedia CBT (computer based training). [online], tersedia: [http: www. \(http://informatika.lipi.go.id/pengembangan-multimedia-cbt-computer-base-training\)](http://www.(http://informatika.lipi.go.id/pengembangan-multimedia-cbt-computer-base-training)), di akses pada tanggal 20 Mei 2011.
- Cakir, M. & Irez, S. (2006). *Creating a reflective learning community: the role of Information technology in Genetics Learning*. [Online]. Tersedia: <http://www.formatex.org>. diakses pada tanggal 18 Januari 2013.
- Corno, L., & Randi,J. (1999). *Self-regulated learning*. [On-line]. Tersedia :<http://www.personal.psu.edu/users/h/x/hxk223/self.htm>, diakses pada tanggal 20 Mei 2011.
- Criswell, Eleanor, (1989). *The Design Computer Based Instruction*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Dadang, (2006). *Konsep dasar desain pembelajaran*. Pusat pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan taman kanak kanak dan pendidikan luar biasa, Jakarta: Rajawali Press.
- Daggett Willard, Cobble R, Jeffrey E., et al. (2008). *Color in an optimum learning environment*. *International center for Leadership in education*, 5,1-15.
- Dahar, R.W. (1996). *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Erlangga.

- Darmawan, Deni. (2012). Inovasi pendidikan: Pendekatan praktek teknologi multimedia dan pembelajaran on-line. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.
- Darmaprwa, S. (2002). Warna teori dan kreativitas penggunaannya edisi ke-2. Bandung: ITB Press.
- Depdiknas. (2002). Pendekatan kontekstual (contekstual teaching learning/CTL). Jakarta: Depdiknas
- De-Jong, T. & van-Joolingen, W. R. (2000). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. [Online]. Tersedia: <http://tecfa.unige.ch/>, diakses pada tanggal 2 April 2011.
- Dick, Walker & Carey. Lou, Carey., James O. (2001). The systematic design of Instruction (5th Ed). New York: Longman.
- Djamarah, Syaiful Bahri & Zain. (2002). Strategi belajar mengajar. Jakarta: Rineka Cipta.
- Djati, Bonett., & Satya Lelono. (2007). Simulasi, Teori dan Aplikasinya. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Djojonegoro, Wardiman. (1998). Pengembangan sumber daya manusia melalui sekolah menengah kejuruan (SMK). Jakarta: PT Jayakarta Agung Offset.
- Dobrzanski, L.A. (2007). Building methodology of virtual laboratory post for material science virtual laboratory purposes. International Scientific journal, 28, 695-700.
- Dobson, E. L., & Hill, M. (1995). An evaluation of the student response to electronics teaching using a CAL package. Computers and Education, 25, 13-30.

- Dowd, S. B. & Bower, R. (2002). Computer-based Instruction. [Online]. Tersedia: <http://www.asrt.org/>, diakses pada tanggal 7 April 2011.
- Echols, J.M & Shadily, H. (1996). Kamus Inggris Indonesia. Jakarta: Gramedia.
- EdMinor. (1978). Handbook for preparing visual media, Second Edition. New York: McGraw Hill Book Company.
- Ellyns. (2009). Definisi Simulasi, [online]. Tersedia: (<http://ellyns.wordpress.com/2009/08/28/definisisimulasi-2/>), diakses pada tanggal 26 juni 2011.
- Ely, D. P. (1990). Conditions that facilitate the implementation of educational technology innovations. *Journal of Research on Computing in Education*, 32, 7.
- Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2007). Color and psychological functioning. *Current Directions in Psychological Science*, 16, 250–254.
- Engle, R.S., Weinstock, M.A., Campbell, J.P, et al. (1996). Pipe flow simulation software: A team approach to solve an engineering education problem. *Journal of Computing in Higher Education*, 7, 65-77.
- Escalada, Lawrence T. (1996). “An Investigation on the Effects of Using Interactive Digital Video in a Physics Classroom on Student Learning and Attitudes”. *Journal of Reseach in Science Teaching*, 6, 1-10.

- Finch, C.R., & Crunkilton, J.R. (1989). Curriculum development in vocational and technical education (3rd ed). Needman Heights: Allyn and Bacon, Inc.
- Fraser, Bruce., Murphy, Chris., & Bunting, Fred.,(2005). Real World Color Management (2nd Edition). Barkley: Peachpitt Press.
- Gabriele, Piccoli. (2004). Web-based virtual learning environments: A research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic it skills training. MIS Quarterly, 25, 401-426.
- Gagne, R. M. & Briggs L.J. (1974). Principle of instructional design. New York: Rinehart & Winston.
- Gall, D. Meredith. & Borg., Walter R.(2003). Education Research : an Introduction. (7th Edition). New York: Allyn and Bacon.
- Gay, L.R. (1987). Educational Research, competencies for analysis and application (3rd ed). Ohio: Merril publishing company.
- Gerlach, V.S., & Ely, D.P. (1980). Teaching & media: a systematic approach (2nd ed.). Englewood Cliffs: Prentice-Hall Incorporated.
- Gokhale, A. A. (1996). Effectiveness of computer simulation for enhancing higher order thinking. Journal of Industrial Teacher Education, 33, 36-45.
- Goldstein, E. Bruce. (2002). Sensation and perception. Pacific Grove: Wadsworth.
- Goodman, D. (1995). Emotional Inteligence : why it can matter than IQ. New York: Bantam Books.

- Gredler, M. (2001). *Education Games and Simulations: A Technology in Search of a Research Paradigm*. London: Wellington.
- Gredler, M. E. (1996). *Program evaluation*. New York: Prentice Hall.
- Guy, Petters B. (1993). *American public policy: Promise and performance*. New York: Chattam House Publisher's Inc.
- Hadi Sutopo. (2009). *Pengembangan model pembelajaran pembuatan aplikasi multimedia khususnya puzzle game pada mata kuliah multimedia*. Disertasi doktor, tidak diterbitkan, FPTK UNJ, Jakarta.
- Haigh, W. (1993). Using computer to solve problems by the guess and test method. *School Science and Mathematics*, 93, 92 - 95.
- Hall, T. (2000). Quantitative analysis of the effectiveness of simulated electronics laboratory experiments. *Journal of Engineering Technology*, 17, 60-66.
- Hamalik, O. (2000). *Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Bumi Aksara
- Hanafin, M.J. Peck, K.E. (1988). *The design development, and the evaluation of instructional software*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Harms, U. (2000). *Virtual and Remote Labs in Physics Education*. Makalah disajikan pada Second European Conference on Physics Teaching in Engineering Education, Budapest.
- Harper, B., Squires, D. & McDougall, A. (2000). Constructivist simulations in the multimedia age. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 9, 115-130.

- Harsanto, Ratno. (2005). Melatih anak berfikir analisis, kritis, dan kreatif. Jakarta: Gramedia.
- Hartoyo.(1999). Kemampuan mengajar praktik guru sekolah menengah kejuruan negeri (SMKN) jurusan listrik di kota madya Yogyakarta. Tesis Magister, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Heinich, Molenda, & Russel. (1993). Instructional media and the technologies of instruction. New York: McMillan Publishing Company.
- Heinich. (1996). Instructional media and technologies for learning. New Jersey: Prentice Hall, Engelwood Cliffs.
- Hendra J. (2010). Laboratorium virtual mata kuliah praktikum elektronika digital. jurusan pendidikan teknik elektronika fakultas teknik universitas negeri makassar. Jurnal Elektronika Telekomunikasi & Computer, 4, 699-710.
- Hendra J. (2013). Pengembangan Laboratorium Simulasi Mata Kuliah Elektronika Digital di SMK. Disertasi. Tidak dipublikasikan. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Herman D. Surjono. (1995). Pengembangan program pengajaran berbantuan komputer untuk pelajaran elektronika. Jurnal kependidikan, 2, 95-111.
- Herman D. Surjono, (1996). Pengembangan Program Pengajaran Berbantuan Komputer (CAI) Dengan Sistem Authoring. Cakrawala Pendidikan, 2, 47-58.
- Hofstetter F.T., (2001). Multimedia literacy (3rd Ed.). New York: McGraw- Hill/Irwin.

- Holder, M.L. & Mitson R. (1974). Resource Centre. London: Methuen Educational Ltd.
- Jacobs, J. W., & Dempsey, J. V. (1993). Simulation and gaming: Fidelity, feedback, and motivation. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Johnson, David W., Johnson, Roger T., et al. (1994). The new circles of learning cooperation in the classroom and school. USA: Association for Supervision and Curriculum.
- Johnson, George M., Gan Siowck Lee, et al. (1998). Pembelajaran kerjasama. Terjemahan Gan Siowck Lee & Noran Fauziah Yaakub. Selangor: Universitas Puteri Malaysia.
- Jain, A.K. (1989). Fundamental of digital image processing. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Clift.
- Joyce, B., Weil, M., & Showers, B. (1992). Models of Teaching (4th ed.). Barkley: Allyn and Bacon.
- Jumariam, C. Ruddyanto, & Meity T.Q. (1996). Senarai kata serapan dalam bahasa indonesia. Edisi ke-2. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI.
- Kakiay, Thomas. J. (2004). Computer simulation. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Kozma, R.B, Belle, L.W & Williams, G.W. (1978). Instructional techniques in higher education. New Jersey: Englewood Cliffts.
- Kristian Ismail. (2010). Perencanaan virtual - lab untuk layanan e-learning di daerah pedesaan. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

- Latuheru, John, D. (1988). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Dep. Dikbud. Dirjen Dikti
- Law, A.M. & Kelton, W.D., (1991). *Simulation Modeling and Analysis*: New York: McGraw-Hill, Inc.
- Lee, William. W., (2004). *Multimedia based instructional design*. San Fransisco: Pfeiffer.
- Lee, L.-F., (1992). On Efficiency of Methods of Simulated Moments and Maximum Simulated Likelihood Estimation of Discrete Response Models. *Econometric Theory* 8, 518-552.
- Lee, Aimée T., et. al. (2002). Using a Computer Simulation to Teach Science Process Skills to College Biology and Elementary Education Majors. *Journal of Bioscene*, 28, 35-42.
- Macías, Manuel E., Victor M. Cázares & Enrique E. Ramos. (2001). A virtual laboratory for introductory electrical engineering courses to increase the student performance. Makalah disajikan pada 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, USA.
- Madlazim. (2008). *Metode Praktis Mendesain Lab Virtual Fisika menggunakan Software Open Source*. [Online]. Tersedia: <http://www.dikti.depdiknas.go.id/?q=node/37>. diakses Tanggal 20 November 2011
- Mahdavi, Ardeshir & Metzger, A. , Zimmermann, G. (2002). Towards a Virtual Laboratory for Building Performance and Control. *Cybernetics and Systems* 2002, 281-286.
- Makmun, Syamsuddin Abin, MA. (2004). *Psikologi kependidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Mappalotteng, Abd. Muis. (2011). *Pengembangan model pembelajaran berbantuan komputer pada sekolah menengah kejuruan*.

Disertasi Doktor, Tidak diterbitkan Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.

Mashoedah, (2008). Media pembelajaran praktek elektronika digital model briefcase terpadu. [online], tersedia: <http://mashoedah.blogspot.com>, diakses pada tanggal 20 Mei 2011.

Mayer, Richard. E., (2001). Multimedia Learning. (Terjemahan Baroto Tavip Indrojarwo). New York: Cambridge University Press.

M. Alavi & D. Leidner, (2002). Virtual learning systems: information systems in education. Encyclopedia of Information Systems. New York: Academic Press.

Miarso, Yusuf H. (2009). Penggunaan Laboratorium Virtual Untuk SMA. Jakarta : Universitas Negeri Jakarta.

Miarso, Yusuf H., dkk. (1986). Teknologi Komunikasi Pendidikan. Jakarta: CV. Rajawali.

Michael Duarte, & Brian P. Butz (2001). The virtual laboratory for the disabled. Makalah disajikan pada 31th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, 13, 1-4.

Mickell, T.A. (20 Mei 2007). Virtual Labs in the Online Biology Course: Student Perceptions of Effectiveness and Usability. Online Learning and Teaching, 3, Diakses tanggal 20 November 2011 dari <http://jolt.merlot.org/vol3no2/stuckey.htm>.

Moh. Amien (1987). Mengajarkan ilmu pengetahuan alam dengan menggunakan metode discovery dan inquiry. Jakarta: PPLPTK, Ditjen Dikti.

- Mudhoffir (1986). Prinsip-prinsip pengelolaan pusat sumber belajar. Bandung: Remaja Karya CV.
- Muhibbin, Syah. (2002). Psikologi pendidikan dengan pendekatan baru. Bandung: Rosda Karya.
- Munir. (2001). Aplikasi teknologi multimedia dalam proses belajar mengajar. *Jurnal Mimbar Pendidikan*, 3, 9 - 17.
- Munandi, Yudhi. (2008). Media Pembelajaran. Jakarta: Gaung Persada.
- Muthusamy, Kanesan. (2005). Virtual laboratories in engineering education. *The Asian Society of Open and Distance Education*, 3, 55-58.
- Nana Sudjana, & Ahmad Rivai.(2001). Media pengajaran. Jakarta: Sinar Baru Algesindo.
- Nitko, A.J. & Brookhart, S.M. (2007). Educational assessment of students (5th Edition). New Jersey: Pearson Education.
- Nurhadi, dkk. (2003). Pembelajaran kontekstual (CTL) dan penerapannya dalam KBK. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Nurrosat, Muchamad azwar. (2009). Penerapan joomla dan moodle pada sistem virtual laboratorium online PSD III teknik elektro. Laporan tugas akhir. Program studi DIPLOMA III Teknik Elektro Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Oemar, Hamalik (1980). Media Pendidikan. Bandung: Alumi.
- Onyesolu, Moses O. (2009). Virtual reality laboratories: An ideal solution to the problem facing laboratory setup and management. *Proceeding of the World Congress on Engineering and Computer Science*, 1, 56.

- Orlich, D.C, et.al.(2007). Teaching strategies: a guide to effective instruction. New York: Houghton Mifflin Company.
- Philip, Rob. (1997). The Developers handbook to interactive multimedia (a practical guide for educational applications). London: Kogan Page.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. (1991). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal Of Educational Psychology*, 5,1-6.
- Poerwadarminta, (2002). Kamus besar bahasa indonesia. Jakarta: Balai Pustaka.
- Pramono, Gatot. (2008). Pemanfaatan Multimedia Pembelajaran. [online] tersedia: <http://mslgldhrd.wordpress.com>, diakses pada tanggal 27 Mei 2011.
- Puspita, Rani. (2008). Sistem informasi aplikasi virtual lab pada laboratorium sistem informasi Universitas Gunadarma. Proceeding, Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2008) Auditorium Universitas Gunadarma, 1411,6286.
- Purbo, Onno W. & Antonius Aditya Hartanto. (2002). Teknologi e-learning berbasis PHP dan MySQL., Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Putri, Septria, & Andia Ratna. (2007). Simulasi Tumbukan Partikel Gas. [online]. Tersedia: <https://pipl.com/directory/name/Putri/Ratna/>, diakses tanggal 26 Desember 2011.

- Raelin, J. A. (2008). *Work-based learning: Bridging knowledge and action in the workplace*. San Francisco: Jossey-Bass Published.
- Rebecca K. Scheckler. (2003). Virtual labs: A substitute for traditional labs?. *Int. Journal. Dev. Biology*, 47, 231-236.
- Roberts, N. (1983). *Introduction to Computer Simulation*. Lensley College: AddisonWesley Publishing Company.
- Robinson, Stewart. (2004). *Simulation: The Practice of Model Development and Use*. Southern Gate Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Rochman, M. Faizal. (2007). *Simulasi perilaku agen otonom dalam dunia virtual menggunakan logika fuzzy*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Roestiyah, W. K. (2001). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Romi Satrio Wahono. (2006). *Aspek rekayasa perangkat lunak dalam media pembelajaran*. Makalah disajikan pada pertemuan nasional Software Engineering, di Universitas Surabaya.
- Romizowski, A.J. (1986). *Developing auto instructional materials: from programmed text to CAL and interactive video*. London: Kogan Page.
- Rusman. (2008). *Model-model pembelajaran*. Bandung: Mulia Mandiri Press.
- Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

- Saifuddin Azwar. (2010). Tes prestasi fungsi dan pengembangan pengukuran prestasi belajar. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Salomon, G. (1991). On the cognitive effects of technology. In L. T. Landsmann (Ed); Culture, schooling, and psychological development. Human development, 4, 185-204.
- Sanjaya, W. (2007). Strategi pembelajaran (berorientasi standar proses pendidikan). Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- Schacter, D. L., Addis, D. R. & Buckner, R. L. (2008). Episodic Simulation of Future Events: Concepts, Data, and Application. Makalah disajikan pada Annuals of the New York Academy of Sciences, Special Issue: The Year in Cognitive Neuroscience 2008, 1124, 39- 60.
- Schacter, J. (1999). The impact of educational technology on student achievement: What the most current research has to say. Milken Exchange on Education Technology. Santa Monica: C.A. Press.
- Sege, Djafar. (2005). Pengaruh motivasi, pembelajaran, dan fasilitas terhadap kemampuan kerja las siswa SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta. Tesis Magister, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sevgi, L. (2006). Modeling and Simulation Concepts in Engineering Education: Virtual Tools. Turk J Elec Engin, 14, 1.
- Siahaan, S. (2002). E-Learning (pembelajaran elektronik) sebagai salah satu alternatif kegiatan pembelajaran. <http://depdiknas.go.id> [28 Oktober 2011]
- Simmons D.R. & Kingdom F.A. (1995). Differences between stereopsis with isoluminant and isochromatic stimuli. J Opt Soc Am A, 12, 2094-2104.

- Smaldino, S.E., et al. (2005). *Instructional Technology and Media for Learning* (8th ed.). Ohio: Merrill Prantice Hall.
- Soenarto, Sunaryo. (1993). Strategi pengelolaan PBM praktek pada sekolah kejuruan. *Jurnal PTK*, 2,1-10.
- Storm, G. (1979). *Managing the occupational education laboratory*. Michigan: Prakken Publication.
- Sudarman, (2007). Problem based learning: suatu model pembelajaran untuk mengembangkan dan meningkatkan kemampuan memecahkan masalah. *Jurnal Pendidikan Inovatif*, 2, 20-29.
- Sudjana, D. (2004). *Manajemen program pendidikan untuk pendidikan non formal dan pengembangan Sumber Daya Manusia*. Bandung: Falah Production.
- Suharsimi, Arikunto. (1988). *Organisasi dan administrasi pendidikan teknologi dan kejuruan*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- Sugandi, Achmad. (2004). *Teori pembelajaran*. Semarang: UPT MKK UNNES.
- Sugiarto., Iwan (2004). *Mengoptimalkan daya kerja otak dengan berpikir holistic & kreatif*. Jakarta: Gramedia Utama.
- Sujudi, A. (2005). *Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Pokok Bahasan Perkalian dan Pembagian Menggunakan Media Komputer pada Siswa Kelas II SD Muhammadiyah Plus Salatiga Tahun Pelajaran 2004/2005*. Skripsi, Tidak diterbitkan, Universitas Negeri Semarang, Semarang.

- Sukardjo. (2005). Evaluasi pembelajaran: Diktat mata kuliah evaluasi pembelajaran. Prodi TP PPs UNY. Tidak diterbitkan, Yogyakarta.
- Sumaji. (2003). Studi efektivitas penggunaan metoda eksperimen dan metoda demonstrasi pada pengajaran konsep fisika pokok bahasan rangkaian arus searah. Artikel ilmiah. Tidak diterbitkan, Bandung.
- Sumantri, Mulyani dan Johar Pramana. (2001). Strategi belajar mengajar. Jakarta: CV. Maulana.
- Sumaryono. (1992). Keselamatan kerja dan manajemen bengkel. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sunarno, W. (1998). Model Remediasi Miskonsepsi Dinamika dengan menggunakan Animasi Simulasi dengan Komputer. Desertasi doktor, tidak diterbitkan, IKIP Bandung, Bandung.
- Suparno, Paul.(1997). Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan. Yogyakarta: Perc. Kanisius.
- Supriyatman. (2008). Model Pembelajaran Inkuiri Menggunakan Simulasi Komputer Interaktif Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Rangkaian Arus Listrik Searah dan Keterampilan Proses Sains. Tesis magister, tidak diterbitkan, Prodi IPA Program Pascasarjana UPI, Bandung.
- Soejitno, A. (1983). Laboratorium dan Workshop. Pusat sumber belajar perpustakaan sebuah kompilasi. Jakarta: Depdikbud.
- Soemanto, Wasty. (2003). Psikologi Pendidikan. Jakarta: Rineka Cipta.
- Surakhmad, Winarno, (1994). Pengantar penelitian ilmiah dan dasar metode teknik. Bandung: Tarsito.

- Stoner, James A., (1995). *Management*, Sixth Edition. New York: Englewood Cliffs.
- Suyanto., M. (2003). *Multimedia alat untuk meningkatkan keunggulan bersaing*. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.
- Tan Seng Chee. (2003). *Teaching And learning with technology: an asia pacific perspective*. Singapore: Prentice Hall.
- Tajinder, (2010). *Simulation and Analysis of AODV routing protocol in VANETs*. Electronic Thesis MIT. 5, 20-34.
- Tasma Sucita. (2009). *Pengembangan model pembelajaran praktikum berbasis software komputer*. Skripsi, tidak diterbitkan, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Thomas, R., & Hooper, R. (1991). *Simulation and opprtunity we are missing*. *Journal of Research on Computing in Education*, 28, 461-485.
- Utaminingsih. Retno (2009). *Perbedaan peningkatan hasil belajar siswa pada pemanfaatan media virtual dan media non virtual dalam pembelajaran sains di SMP negeri 2 Wanadadi Banjarnegara tahun ajaran 2008/2009*. Tesis Magister, tidak diterbitkan, Program Studi Pendidikan Sains Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Van Weert, T. J. (1995) *IFIP working group 3.1: towards integration of computers into education*, in JD Tinsley and TJ Van Weert (eds), *WCCE '95: Liberating the Learner*, London, Chapman and Hall, 3-12.

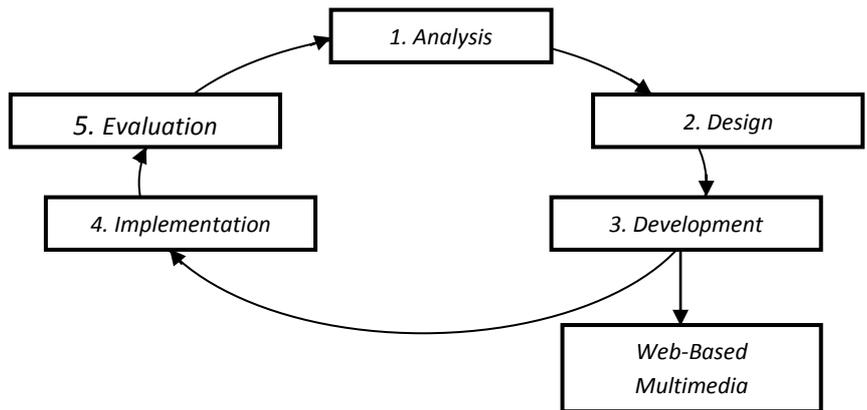
- Wagner, D. L. (1994). Using digitized video for motion analysis. *The Physics teacher*, 32, 240-243.
- Wena, Made. (2009). *Strategi pembelajaran inovatif kontemporer: suatu tinjauan konseptual Operasional*. Jakarta: Bumi Aksara
- Wihardjo, Edi (2007). *Pembelajaran Berbantuan Komputer*. [online]. Tersedia: <http://www.google.co.id/search?scIient=psy&hl=id&safe=active&source=hp&q=pembelajaran+berbantuan+komputer+edy+wihardjo&btnG=Telusuri>, diakses tanggal 20 Desember 2011.
- Winn, W. D., & Jackson, R. (1999). Fourteen propositions about educational uses of virtual reality. *Educational Technology*, 39, 5-14.
- Widowati, Asri (2009). *Inovasi dalam CAI: Creative Thinking Melalui Software Mind Mapping*. [Online] tersedia : [Http://www.google.co.id](http://www.google.co.id), diakses pada tanggal 5 Agustus 2011.
- Woolnough, B. & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yamin, Martinis,(2005). *Strategi Pembelajaran Berbasis Kompetensi*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Yogaswara, Wawan. (2011). *Struktur kurikulum SMK dan perhitungan jumlah jam produktif*. [online]. Tersedia: <http://slideshare.net/wanyora/struk-kuri-smk-dan-perhitungan-jam-produktif>, diakses tanggal 6 Januari 2012.
- Yosephine Flori Setiarni. (2009). *Pembelajaran praktikum pada program keahlian busana di SMK Daerah Istimewa Yogyakarta*. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*. 1, 20-27.

- Yuhetty, Harina. (2010). *Laboratorium virtual*. Jakarta: Pustekom
- Zainuddin, H.R.L. (1984). *Pusat sumber belajar*. Jakarta: PPLPTK Dep. P&K.
- Zacharia, Z & Anderson, O.R. (2003). The effects of an interactive computer based simulation prior to performing a laboratory inquiry - based experiment on students conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics*, 71, 618 - 629.
- Zimmerman, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of educational psychology*, 33, 4-7.
- Zollman, D. A. (1984). *Physics and Automobile Collisions Video Disc*. New York: Wiley.
- Zysman, E. (1997). Multimedia virtual lab in electronics. *Proceedings, international conference on Microelectronics System Education, Switzerland*. 4, 151-152.

<https://mmursyidpw.wordpress.com>

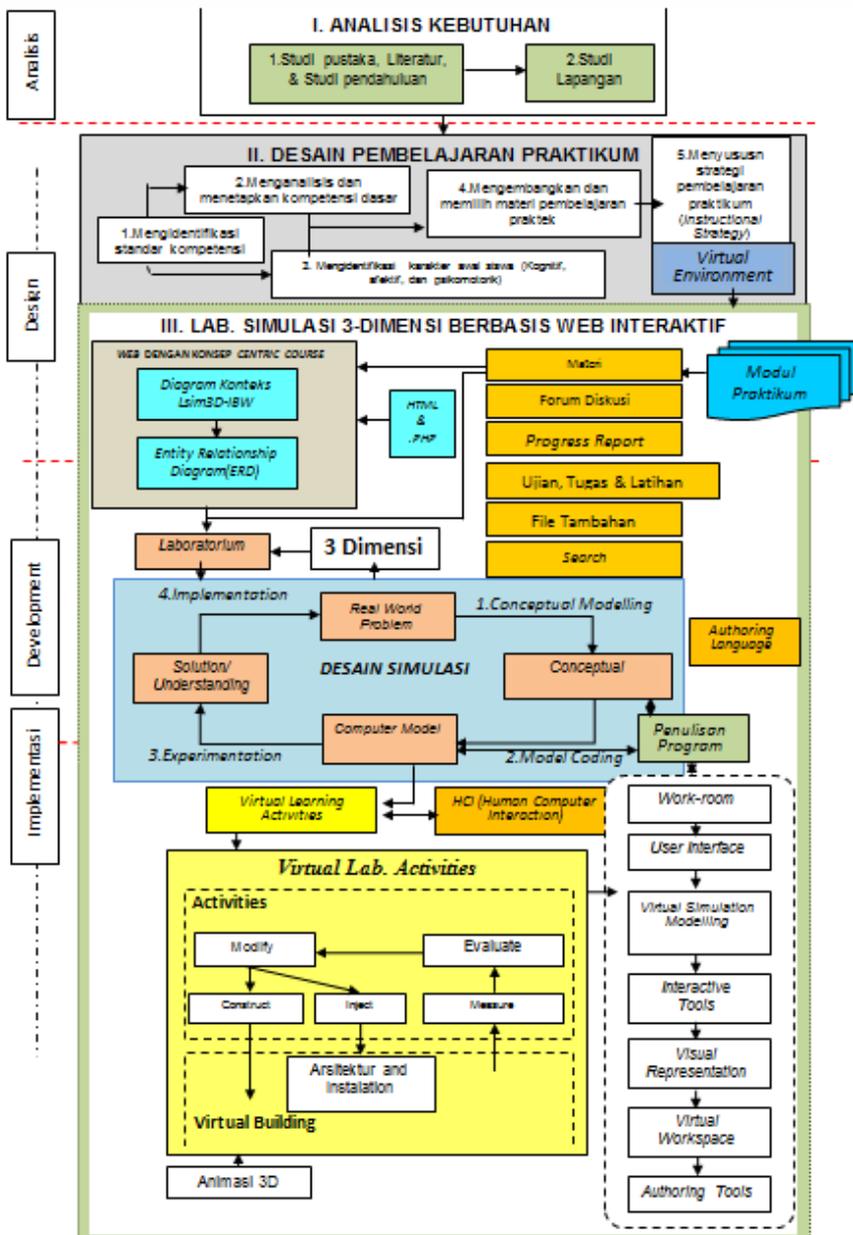
DESAIN

Pengembangan multimedia yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti yang dikemukakan oleh Lee & Owens (2004:161). Pengembangan terdiri atas 5 tahap: 1) Analysis, 2) Design, 3) Development, 4) Implementation, dan 5) Evaluation.



Gambar 1. Desain Pembelajaran Berbasis Website

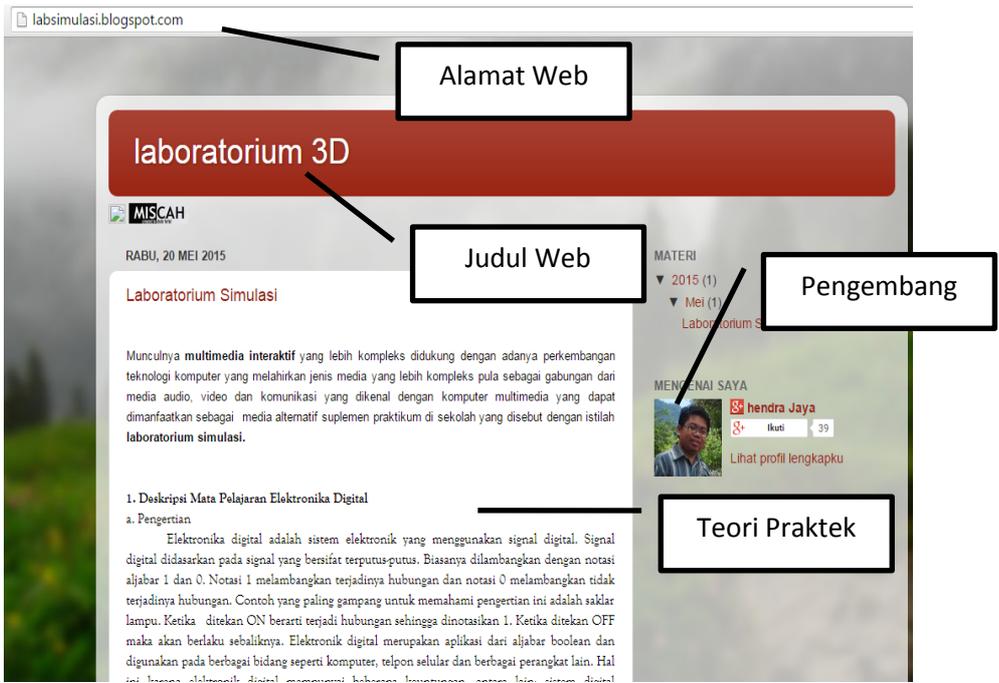
Lee & Owens (2004:161)



Gambar 2. Desain Model Laboratorium Simulasi 3-Dimensi Interaktif berbasis Web

www.labsimulasi.blogspot.com

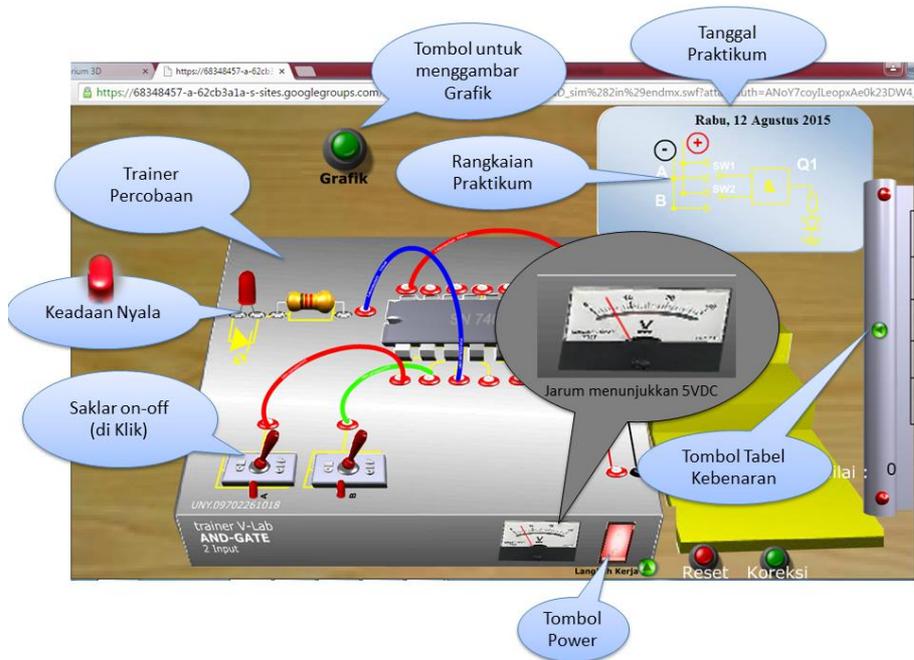




Gambar. Halaman Utama Laboratorium Simulasi Berbasis Web



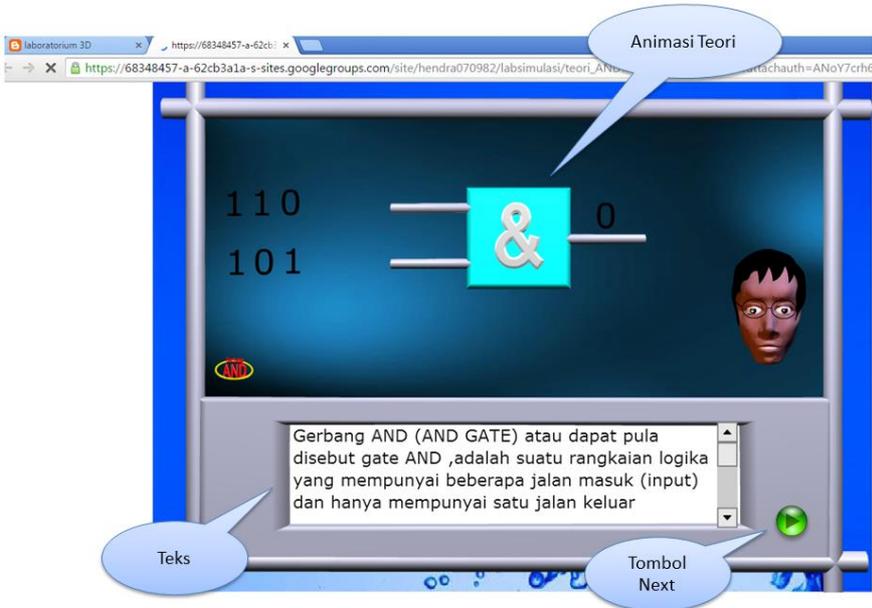
Gambar. Halaman Tombol



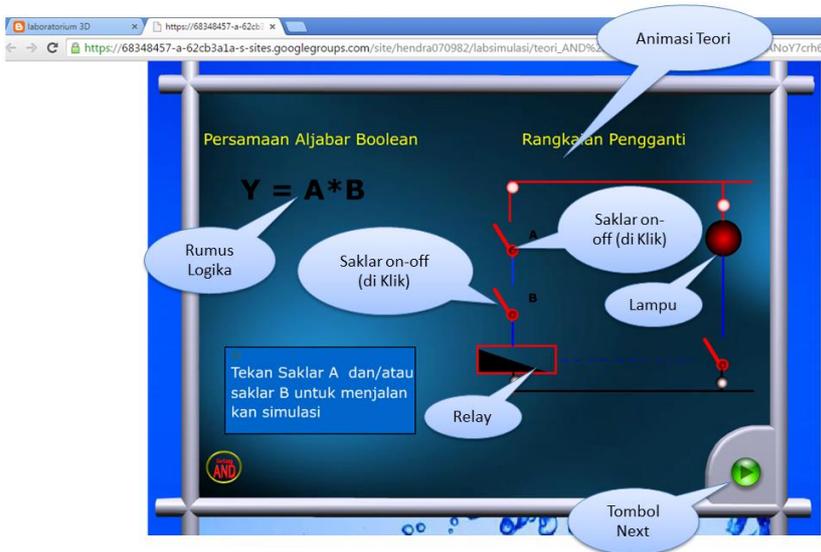
Gambar Trainer Praktikum Gerbang AND



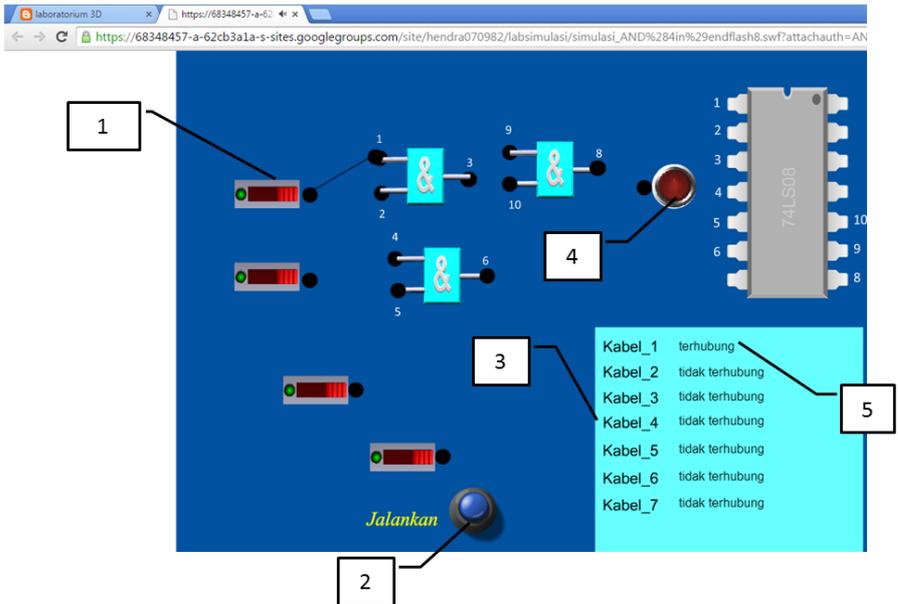
Gambar. Tabel Kebenaran



Gambar. Form Teori



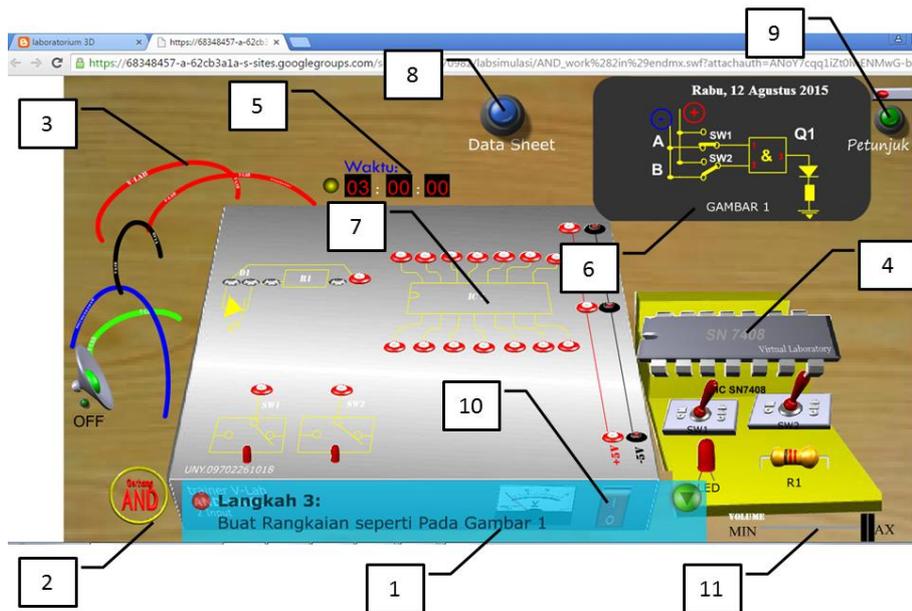
Gambar. Form Animasi Rangkaian Pada Teori



Gambar. Form Simulasi Rangkaian Praktikum

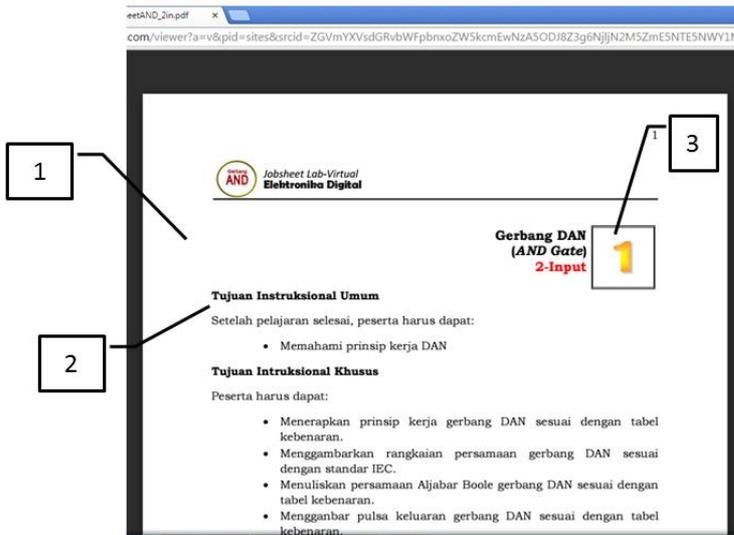
Keterangan:

NOMOR	URAIAN
1	Merupakan Saklar ON/OFF yang digunakan oleh gerbang logika ON ketika terdapat tegangan 1 dan logika OFF ketika mendapat tegangan 0
2	Tombol untuk menjalankan simulasi. Jika masih terdapat kabel atau komponen yang belum terhubung maka tombol ini tidak dapat dijalankan. Jadi, harus terhubung semua kabelnya.
3	Pemandu kepada user, sehingga user mengetahui kabel mana saja yang belum terhubung
4	Komponen Rangkaian
5	Keterangan terhubung memperlihatkan bahwa kabel 1 telah terhubung



Gambar. Form Halaman Merangkai Komponen

NOMOR	URAIAN
1	Petunjuk/langkah kerja
2	Simbol AND
3	Kabel sambungan
4	Komponen yang belum terpasang
5	Waktu praktikum, timer ini akan mencatat kecepatan praktikum siswa
6	Gambar Rangkaian yang akan di rakit
7	Simbol komponen, siswa dapat melihat kesesuaian simbol dengan komponen yang digunakan
8	Tombol untuk melihat data sheet komponen
9	Tombol petunjuk praktikum



Gambar. Form Halaman Jobsheet

NOMOR	URAIAN
1	Halaman JOBSHEET
2	Petunjuk pengerjaan jobsheet
3	Judul Praktikum

Perkembangan dunia pendidikan saat ini sedang memasuki era yang ditandai dengan gencarnya inovasi teknologi, sehingga menuntut adanya penyesuaian sistem pendidikan yang selaras dengan tuntutan dunia kerja. Kesuksesan menurut ukuran SMK tidak lepas dari yang namanya proses belajar mengajar dan proses praktikum. Beberapa mata pelajaran praktikum selain harus mengetahui konsep dasar dan teori-teori penunjangnya, juga harus melakukan eksperimen/percobaan di laboratorium untuk memahami suatu konsep tertentu atau teori-teori dasar yang telah dipelajari agar mempunyai tingkat pemahaman yang lebih luas. Urgensi (keutamaan) buku ini antara lain adalah terciptanya sebuah model laboratorium simulasi 3D interaktif berbasis web (LSim3D-ibW), diharapkan dapat mengatasi permasalahan-permasalahan pada praktikum konvensional seperti keterbatasan waktu dan tempat melaksanakan praktikum, keterbatasan sumber daya pengajar yang mampu menguasai mata pelajaran produktif, peralatan dan bahan praktikum masih minim serta sulit diadakan karena mahalnya peralatan/bahan dan biaya pemeliharaan, meningkatkan kompetensi siswa SMK terutama untuk mata pelajaran produktif



(Dr. Hendra Jaya, M.T. Doktor dalam bidang Pendidikan Teknologi dan kejuruan pada Universitas Negeri Yogyakarta mengangkat topik disertasi yang berkaitan yakni pengembangan laboratorium simulasi. Ketua tim banyak meneliti mengenai multimedia pembelajaran yang berkaitan dengan laboratorium simulasi dan laboratorium virtual. Saat ini mengampu mata kuliah elektronika digital, bengkel elektronika, dan elektronika industri.



Prof. Dr. Spto Haryoko, M.Pd. Guru besar dan mempunyai kepakaran dalam bidang pendidikan vokasi yang aktif meneliti mengenai kebijakan pendidikan kejuruan, media pembelajaran, dan aktif dalam penulisan buku mengenai metode penelitian pendidikan kejuruan. Saat ini mengampu mata kuliah elektronika analog dan metode penelitian, serta statistika.



Dr. Lu'mu, M.Pd. Doktor dalam bidang **Teknologi Pendidikan (TP)** yang aktif dalam pengembangan media pembelajaran dan memiliki pengalaman kerjasama Internasional (AUSAid) dalam bidang teknologi pembelajaran. Saat ini mengampu mata kuliah elektronika digital dan media pembelajaran.



**CV. Edukasi
Mitra Grafika**

ISBN 978-602-7629-59-2



9 786027 629592