

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**PENGEMBANGAN MODEL VIRTUAL REALITY TRAINING
BERBASIS STEM UNTUK PROGRAM PELATIHAN BAGI SISWA
SMK DALAM RANGKA MENINGKATKAN KOMPETENSI
KEJURUAN DAN SELF EFFICACY DI ERA NEW NORMAL**

Tahun ke : 1 dari rencana 3 tahun

Ketua/Anggota Tim:

Dr. Hendra Jaya, S.Pd., M.T./NIDN. 0007098203
Prof. Dr. Sapto Haryoko, M.Pd./NIDN. 0027126213
Ir. Andi Rahmat Baharuddin, S.Pd., M.T/NIDN. 0902029103

Di biayai oleh

Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat,
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Sesuai dengan Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian
Tahun Anggaran 2022
Nomor: 122/E5/PG.02.00.PT/2022

UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR

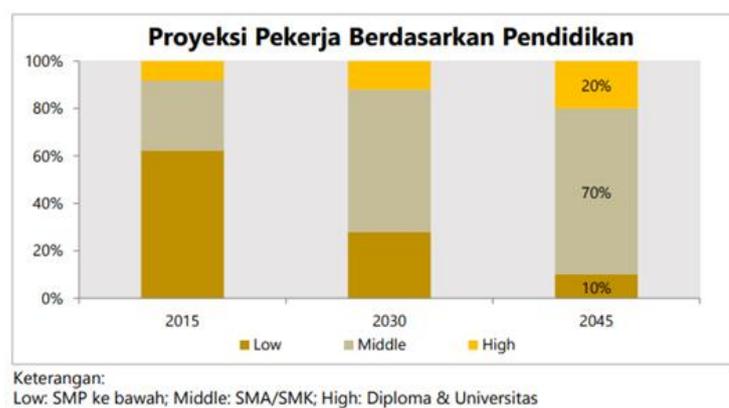
NOVEMBER 2022

HALAMAN SAMPUL	
RINGKASAN	
PRAKATA	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	11
BAB IV. METODE PENELITIAN	12
BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	16
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	99
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN (bukti luaran yang didapatkan baik luaran wajib maupun luaran tambahan)	
- Instrumen	
- Personalia tenaga peneliti beserta kualifikasinya (CV)	
- Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian	
- Surat Izin Penelitian	
- Surat Keterangan telah melakukan penelitian dari Lokasi penelitian	
- SPTB (Surat Pertanggungjawaban Belanja) file diunggah dari laman BIMA	
- Artikel ilmiah (<i>draf</i> , <i>Status submission</i> , atau <i>reprint</i> dll)	
- Publikasi Ilmiah (Riwayat publikasi status submitted, accepted, published)	
- Serifikat (pemakalah seminar nasional/internasional) terlampir Artikel yang dimuat diprosiding	
- HKI (Paten, Paten Sederhana, Hak cipta, dll)	
- Produk/Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/Rekayasa Sosial	
- Buku Ajar dan produk penelitian lainnya (sesuai yang dijanjikan)	

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tingkat Pengangguran Terbuka lulusan SMK yang tinggi masih perlu menjadi perhatian dan produktivitas tenaga kerja masih perlu ditingkatkan. Perkembangan teknologi digital dan otomasi membutuhkan keahlian baru yang lebih kompleks, untuk itu tenaga kerja harus kreatif, inovatif, adaptif, dan terampil [1].



Gambar 1. Proyeksi Pekerja Lulusan SMK [1]

Perekonomian bergantung pada pertumbuhan teknologi terkait TIK dan otomasi telah menerapkan pembelajaran dan praktikum jarak jauh [2] dan pemberian TVET berbasis TIK untuk membentuk kembali sistem pengembangan keterampilan siswa. Contoh aplikasi TIK di TVET mencakup konten pelatihan virtual menggunakan simulator dan perangkat lunak virtual reality [3][4]. Metode pelatihan dengan Virtual reality (VR) selain memiliki banyak keuntungan [5][6][7][8][9] juga memiliki potensi yakni siswa dapat melakukan transfer keterampilan ke dunia nyata, sangat efektif [10], dan menjanjikan akuisisi pengetahuan prosedural dibandingkan dengan metode konvensional. Sejalan dengan itu industri juga terus menerus menciptakan produk dan menawarkan layanan dengan kompleksitas yang semakin besar, untuk itu dibutuhkan peningkatan kemampuan teknisi yang terlatih [11]. Pendekatan STEM diperlukan untuk melatih siswa berfikir kreatif dan kritis, serta mampu menganalisa

permasalahan-permasalahan yang ada di industri dengan menggunakan berbagai pendekatan baik sains, teknologi, teknik, maupun matematika [12][13][14].

Setelah observasi pada beberapa SMK di Makassar, belum ada yang menggunakan perangkat teknologi untuk pelatihan, padahal sumberdaya telah disiapkan [15]. Untuk pemenuhan kebutuhan pelatihan, perlu diselenggarakan pelatihan Vokasi melalui Kreativitas dan Inovasi [1], salah satunya adalah dengan mengembangkan Model virtual reality Training berbasis STEM untuk kegiatan pelatihan di SMK, melalui mata pelajaran yang membutuhkan pelatihan sesuai fitur VR [16].

B. Masalah

1. Bagaimana Gambaran kondisi pelatihan di SMK?
2. Bagaimana mengembangkan Model Virtual Reality Training (VRT) berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Siswa SMK Dalam Rangka Meningkatkan Kompetensi Kejuruan Dan Self Efficacy?
3. Bagaimana validitas, efektivitas, dan praktikalitas Model VRT berbasis STEM?

C. Tujuan

Untuk mengetahui:

1. Bagaimana gambaran kondisi pelatihan di SMK
2. Bagaimana mengembangkan Model VRT berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Bagi Siswa SMK Dalam Rangka Meningkatkan Kompetensi Kejuruan Dan Self Efficacy
3. Bagaimana validitas, efektivitas, dan praktikalitas Model VRT berbasis STEM.

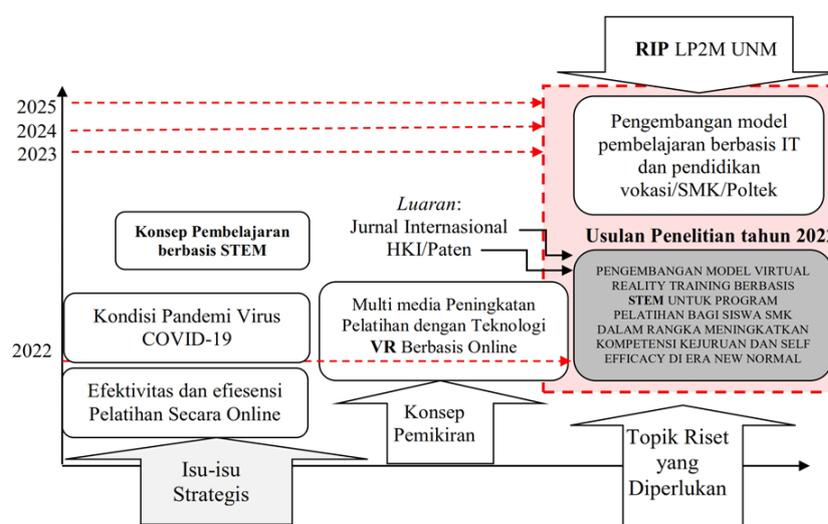
D. Urgensi

1. Terciptanya model Pelatihan secara Virtual yang mampu meminimalkan biaya, meningkatkan daya ingat, memberikan lingkungan yang realistis, transfer pengetahuan, pelatihan yang aman tanpa Bahaya, dan dapat

- diulang (Repeatability);
2. Terciptanya proses Pelatihan yang Lebih Efektif dengan Faster learning, menampilkan peralatan yang belum ada sebelumnya (Seeing the unseen), meningkatkan keterampilan, dan kemampuan memecahkan masalah melalui pendekatan STEM;
 3. Terciptanya konten dan model pelatihan (memanfaatkan teknologi virtual reality) yang relevan dengan kebutuhan Industri sehingga akan memperkuat link and match antara SMK dan Industri.

USULAN RISET DALAM Mendukung CAPAIAN RENCANA STRATEGIS PENELITIAN UNM

Topik Riset Unggulan Bidang Pendidikan diantaranya adalah Pengembangan pendidikan vokasi dan model pembelajaran berbasis IT. Berkaitan dengan Topik Unggulan Perguruan Tinggi tersebut, maka dengan usulan riset Terapan diharapkan mampu memiliki luaran wajib berupa Jurnal Internasional/Akreditasi dan paten/HAKI dan luaran tambahan berupa prosiding Seminar Nasional/Internasional. Dengan terpenuhinya luaran wajib dan luaran tambahan tersebut, maka hal ini sesuai dengan harapan Lembaga Penelitian UNM [17].



Gambar 2. Peta Jalan Penelitian Bidang Unggulan UNM dan Luaran Penelitian Penelitian Yang Diusulkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

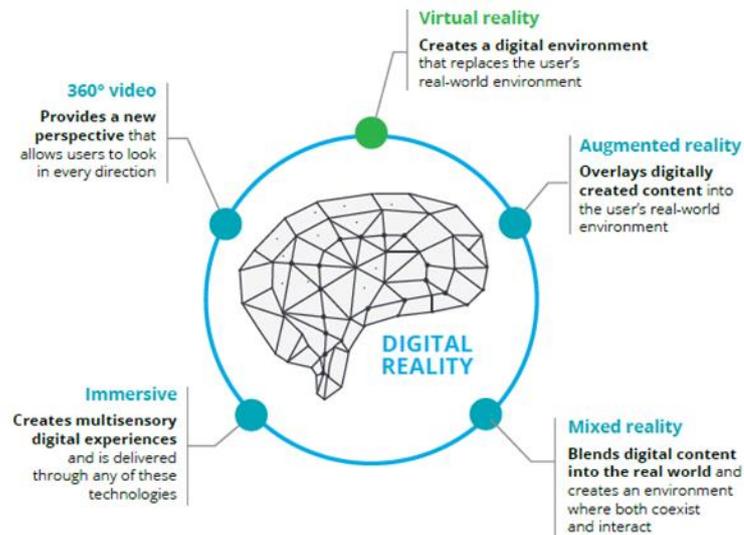
A. PROGRAM PELATIHAN SMK

Program pelatihan (Training) merupakan variabel yang mewakili landasan filsafat dari teori ketiga belas Prosser kaitannya dengan perwujudan efektivitas Sekolah Menengah Kejuruan. Pendidikan vokasi/ kejuruan dengan pembelajarannya dikenal tiga istilah yaitu, pendidikan, pelatihan/ training dan pengembangan. Pelaksanaan pelatihan mempersiapkan pesertanya agar dapat mengerjakan pekerjaan yang akan dihadapi dan menerapkan sikap disiplin kerja yang tentunya dapat berpengaruh terhadap kinerjanya [18]. Program pelatihan yang dilakukan di sekolah mampu memberikan pengajaran dalam hal pengembangan pengetahuan, keterampilan dan sikap [19]. Program pelatihan merupakan suatu kegiatan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta guna melaksanakan pekerjaan tertentu sesuai kualifikasi kompetensi [20].

B. VIRTUAL REALITY

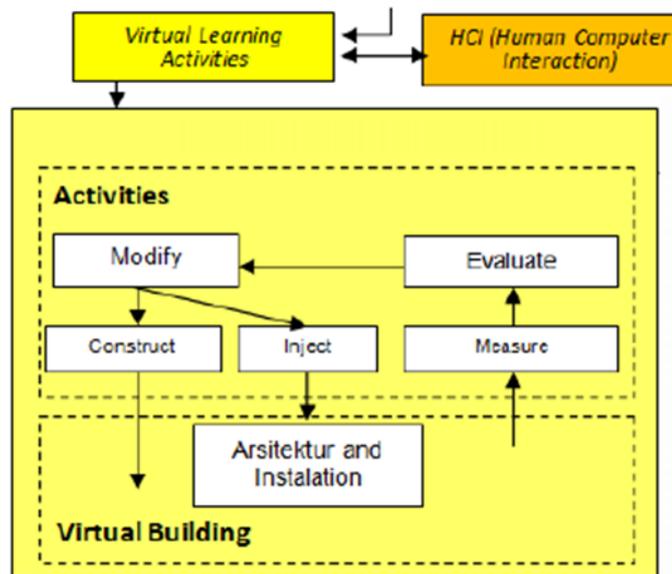
Teknologi VR adalah teknologi yang membuat pengguna dapat berinteraksi dengan suatu lingkungan yang disimulasikan oleh komputer, yakni sebuah lingkungan yang sebenarnya ditiru dari yang asli [21]. Lingkungan realitas maya umumnya menyajikan pengalaman visual [22], yang ditampilkan pada sebuah layar komputer atau melalui stereoskopik, bahkan beberapa simulasi mengikutsertakan tambahan informasi hasil pengindraan, seperti suara, sensor gerakan, getaran dan genggaman.

Kebutuhan akan visualisasi dan interaksi di berbagai disiplin ilmu (pendekatan STEM) dapat dioptimalkan melalui teknologi Virtual Reality (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. VR dapat memecahkan masalah dunia nyata dan menciptakan keunggulan kompetitif [9].

Pelatihan dengan VR dapat mengurangi biaya dibandingkan dengan pelatihan secara konvensional [23]. Kebutuhan akan peralatan pelatihan yang mahal dalam laboratorium nyata, atau peralatan tambahan untuk pelatihan dapat dikurangi. Sistem dengan media teknologi ruang VR memungkinkan pengguna mempunyai pengalaman seperti melihat dan berinteraksi dengan lingkungan yang jarang mereka alami [24]. Banyak permintaan terkait konten pelatihan VR yang mampu mengintegrasikan pengalaman-langsung yang dapat menggantikan pelatihan peralatan industri yang berisiko tinggi/mahal [25][26]. Aktivitas yang digunakan dalam pengembangan model menggunakan konsep “virtual environment”, didesain secara 3-Dimensi, tampak seperti nyata (realitas Maya) terdiri atas modify, construct, inject, evaluate, dan measure [27] seperti diperlihatkan Gambar 2.2.



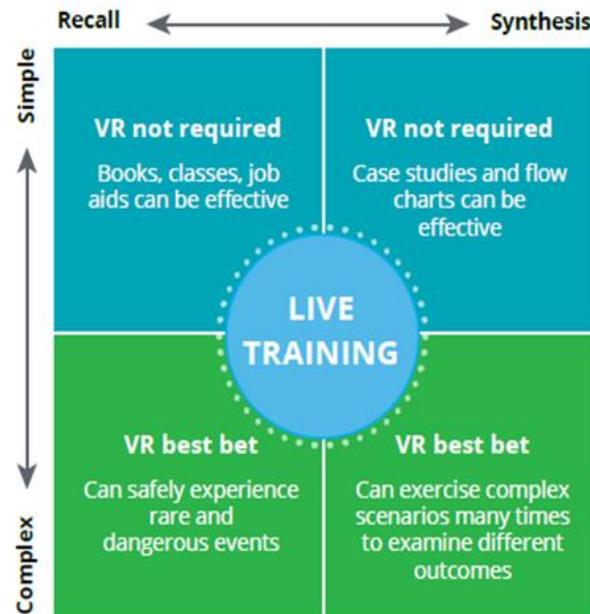
Gambar 2.2. Aktivitas Pembelajaran virtual [24]



Gambar 2.3. Virtual Reality Glasses [27]

C. VIRTUAL REALITY UNTUK PELATIHAN

Meningkatnya kompleksitas tugas pelatihan, VR melampaui metode pelatihan tradisional lainnya karena kemampuannya untuk melibatkan dan memusatkan pembelajar, serta memberikan instruksi individual [28]. Dalam proses Pelatihan, tidak ada perbedaan yang signifikan antara yang menggunakan platform VR dengan yang menggunakan metode konvensional [11]. VR memiliki potensi untuk menggantikan metode tradisional melalui pemanfaatan konten digital yang dikombinasikan dengan hands-on master-apprentice learning.



Gambar 2.4. Kerangka kerja keputusan kapan dan bagaimana menggunakan VR Untuk Pelatihan

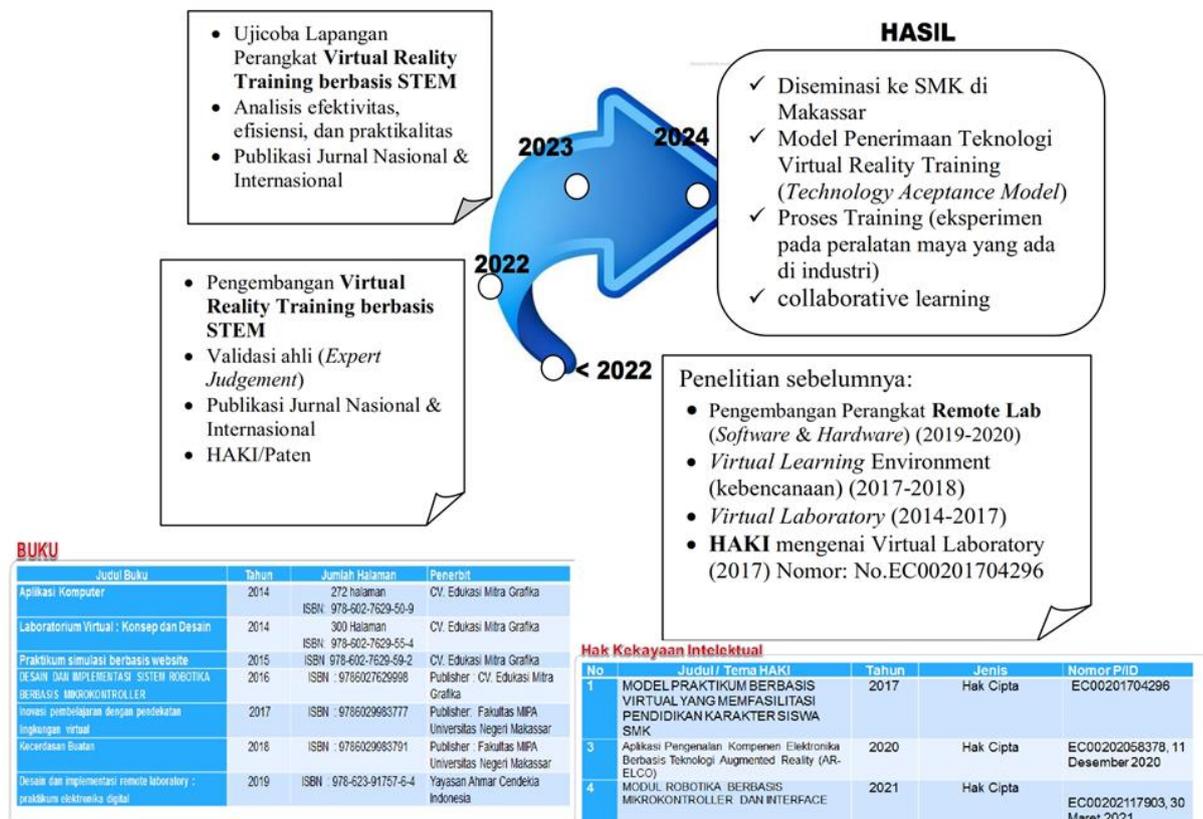
STEM

STEM merupakan singkatan dari sebuah pendekatan pembelajaran interdisiplin antara Science, Technology, Engineering and Mathematics. Pendidikan STEM tidak bermakna hanya penguatan praktis pendidikan dalam bidangbidang STEM secara terpisah, melainkan mengembangkan pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika, dengan memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari maupun kehidupan profesi [12]. Setiap aspek dari STEM memiliki ciri-ciri khusus yang membedakan antara empat aspek, masing-masing dari aspek membantu peserta didik menyelesaikan masalah jauh lebih komprehensif jika diintegrasikan. Adapun ke empat ciri tersebut berdasarkan definisi yang dijabarkan oleh Torlakson [29] yakni: (1) sains yang mewakili pengetahuan mengenai hukum-hukum dan konsep-konsep yang berlaku di alam; (2) teknologi adalah keterampilan atau sebuah sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan atau mendesain serta menggunakan sebuah alat buatan yang dapat memudahkan pekerjaan [30]; (3) teknik atau Engineering adalah

pengetahuan untuk mengoperasikan atau mendesain sebuah prosedur untuk menyelesaikan sebuah masalah; dan (4) matematika adalah ilmu yang menghubungkan antara besaran, angka dan ruang yang hanya membutuhkan argumen logis tanpa atau disertai dengan bukti empiris. Seluruh aspek ini dapat membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna jika diintegrasikan dalam proses pembelajaran [31].

ROAD MAP PENELITIAN

Kemungkinan pengembangan multimedia pembelajaran di masa depan akan didukung oleh berbagai macam pembelajaran teknologi komputer yang bersifat maya, mulai dari hiburan seperti game kaca mata X-BOX 3-dimensi yang melibatkan tampilan realitas virtual hingga pembelajaran berbasis game edukasi. Pembelajaran dengan metode Virtual Reality Learning Environment merupakan salah satu perpaduan metode terbaru sedang trend dan banyak diminati saat ini.



Gambar 2.5 Road Map Penelitian

PETA JALAN PENELITIAN BIDANG UNGGULAN DAN LUARAN YANG TERKAIT DENGAN PENELITIAN YANG DIUSULKAN

Luaran penelitian yang diharapkan adalah mengembangkan perangkat Pelatihan berbasis Virtual Reality. Virtual Reality adalah sebuah tools atau perangkat yang didesain untuk mengajarkan keterampilan kerja, karena didalamnya menawarkan perspektif yang menarik untuk pembelajaran berbasis Interaktif dan biaya murah [23]. Pembelajaran Virtual dapat menjadi sumber daya pelengkap pelatihan yang ada di SMK yang berguna untuk kegiatan peningkatan kompetensi secara “Hands-on” [32], karena memungkinkan untuk dilakukan peningkatan kompetensi lulusan Siswa SMK. Virtual Training dapat memberikan kepada peserta pelatihan lebih banyak mengingat prosedur karena sifatnya yang imersif, dan perintahnya berbasis gesture (hand movement)[10].

Penelitian yang diusulkan dapat mendukung Renstra Lembaga Penelitian [17] seperti terlihat pada Gambar 7. Isu strategis yang berkembang di UNM dan dirumuskan konsep pemikiran dan alternatif pemecahan masalah, serta ditawarkan topik riset yang bisa dikembangkan menjadi judul penelitian pada setiap skim dan atau setiap fakultas sesuai rumpun ilmu fakultas.

USULAN RISET DALAM Mendukung PROGRAM MBKM PERGURUAN TINGGI

Topik Riset Unggulan Bidang Pendidikan diantaranya adalah Pengembangan pendidikan vokasi dan model pembelajaran berbasis IT. Berkaitan dengan Topik Riset tersebut, maka dengan usulan riset diharapkan mampu menghasilkan Rancangan atau Model pembelajaran berbasis IT yang dapat mendorong tumbuhnya pengembangan pendidikan vokasi di Indonesia dan menggabungkan kegiatan riset dengan program pembelajaran dalam kegiatan pendidikan vokasi. Salah satu Bentuk Kegiatan Pembelajaran (BKP) di luar perguruan tinggi kaitannya dengan pelaksanaan MBKM yang memungkinkan mahasiswa vokasi FT UNM memiliki kemampuan futuristik dan adaptif tinggi sebagai trademark UNM adalah Kegiatan Penelitian Terapan Unggulan PT ini. Kegiatan ini dapat menjadi pelengkap atau pengganti mata kuliah yang harus

diambil di program studi khususnya mata kuliah Multimedia, mata kuliah Otomasi Industri, mata kuliah Sistem Visual Robot, dan masih banyak lagi mata kuliah yang dapat dikonversi. Ekuivalensi Kegiatan penelitian ke dalam mata kuliah dihitung berdasarkan kontribusi dan peran mahasiswa yang dibuktikan dalam aktivitas di bawah koordinasi dosen pembimbing.

Penghargaan dalam bentuk konversi SKS mata kuliah yang relevan ditentukan oleh Prodi dengan mengacu pada relevansi Kegiatan penelitian dengan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah yang akan dikonversikan. Maksimum jumlah SKS yang dapat dikonversikan dalam 1 semester adalah 20 SKS. Dasar konversi mata kuliah, yaitu waktu kegiatan pembelajaran (2.720 menit = 45 Jam = 1 sks). Relevansi CPMK dengan BKP Kegiatan penelitian PTUPT digambarkan sebagai berikut.

Tabel 2.1. Matriks Rekognisi

Capaian Pembelajaran	Mata Kuliah yang Dikonversi	Pelengkap Mata Kuliah
<p>Capaian Pembelajaran yang meliputi Sikap mengacu pada Permendikbud No. 3 Tahun 2020.</p> <p>Capaian Pembelajaran yang meliputi Keterampilan Umum mengacu pada Permendikbud No. 3 Tahun 2020.</p> <p>Capaian Pembelajaran yang meliputi Keterampilan Khusus diselaraskan dengan keterampilan terkait dengan penelitian.</p> <p>Capaian Pembelajaran yang meliputi Penguasaan Pengetahuan diselaraskan dengan pengetahuan terkait dengan kewirausahaan, sesuai topik proposal, dan substansi keilmuan</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mata kuliah yang terkait dengan bidang kajian riset 2. Mata kuliah terkait dengan substansi/konten bidang keilmuan riset 3. Mata kuliah KKN 	<p>Jika mahasiswa telah memprogramkan mata kuliah yang dikonversi, maka capaian pembelajaran yang selama mengikuti Kegiatan riset terkait menjadi pelengkap atau pengganti mata kuliah yang harus diambil.</p>

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui:

4. Bagaimana gambaran kondisi pelatihan di SMK
5. Bagaimana mengembangkan Model VRT berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Bagi Siswa SMK Dalam Rangka Meningkatkan Kompetensi Kejuruan Dan Self Efficacy
6. Bagaimana validitas, efektivitas, dan praktikalitas Model VRT berbasis STEM.

3.2 Manfaat Penelitian

4. Terciptanya model Pelatihan secara Virtual yang mampu meminimalkan biaya, meningkatkan daya ingat, memberikan lingkungan yang realistis, transfer pengetahuan, pelatihan yang aman tanpa Bahaya, dan dapat diulang (Repeatability);
5. Terciptanya proses Pelatihan yang Lebih Efektif dengan Faster learning, menampilkan peralatan yang belum ada sebelumnya (Seeing the unseen), meningkatkan keterampilan, dan kemampuan memecahkan masalah melalui pendekatan STEM;
6. Terciptanya konten dan model pelatihan (memanfaatkan teknologi virtual reality) yang relevan dengan kebutuhan Industri sehingga akan memperkuat link and match antara SMK dan Industri.

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

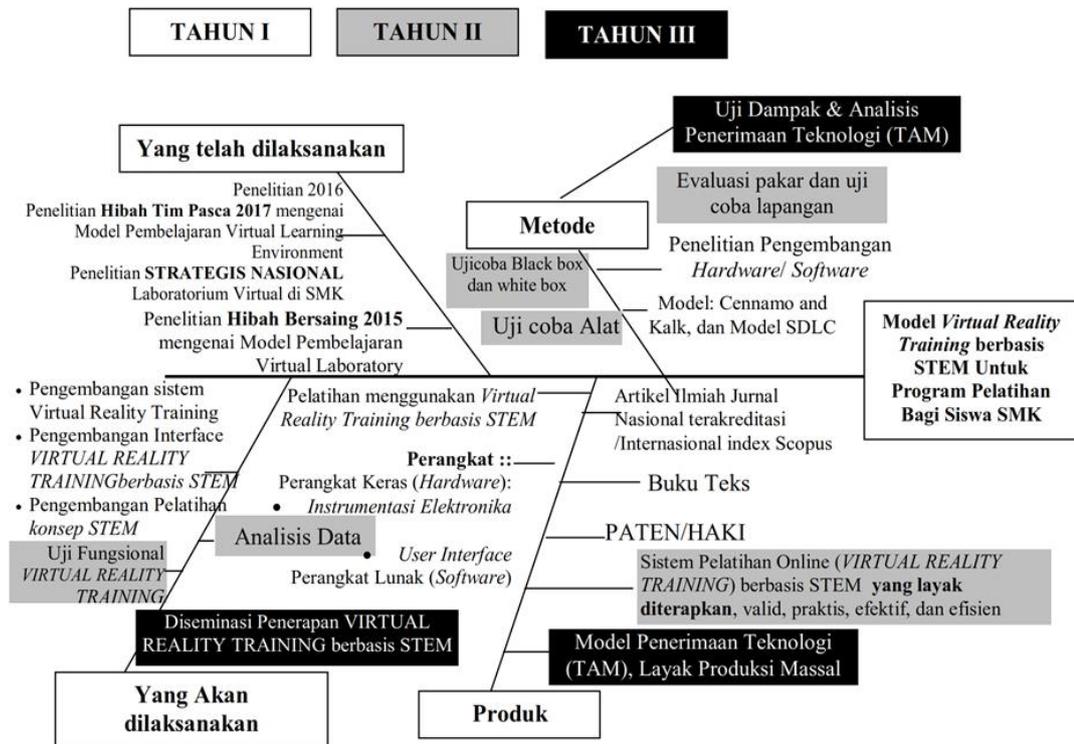
Penelitian merupakan jenis penelitian pengembangan (R&D). Pengembangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang berupa media Berbasis online ini dilaksanakan dengan pendekatan engineering dimana tahapannya adalah: analisis, desain, implementasi, dan evaluasi. Menggunakan pendekatan SDLC (System Development Life Cycle) dengan model waterfall (Gambar 9).

B. Tempat Penelitian

Penelitian pengembangan ini akan menghasilkan perangkat lunak dan perangkat keras Pelatihan Virtual Reality. Agar penelitian ini fokus maka pada tahap pertama akan dilakukan pengembangan Media Pelatihan berbasis Virtual Reality Training berbasis STEM di Laboratorium Komputer Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNM.

C. Tahapan Penelitian

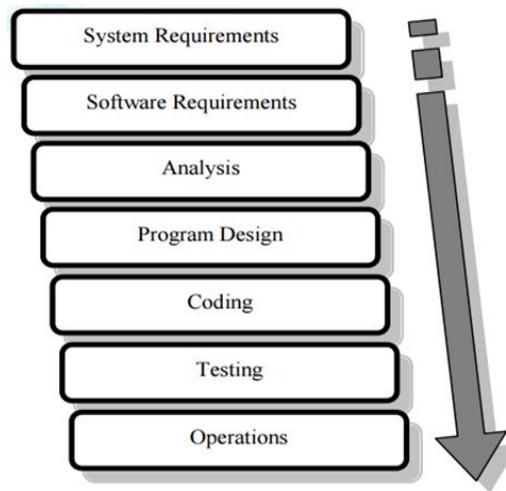
Penelitian ini dilaksanakan dalam 3 tahap yang digambarkan melalui bagan alir penelitian (fishbone diagram) yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan apa yang akan dikerjakan untuk 3 tahun (Gambar 2.6).



Gambar 2.6. Diagram Alir fishbone Tahun Pertama sampai tahun ketiga

1). Pengembangan Sistem

Tahapan pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model waterfall, antara lain: 1) system requirements, 2) software requirements, 3) analysis, 4) program design, 5) coding, 6) testing, dan 7) operations (Gambar 2.7). Model ini disebut waterfall karena satu tahapan tidak dapat dilaksanakan sebelum tahapan sebelumnya selesai, sehingga harus dilaksanakan secara berurutan.

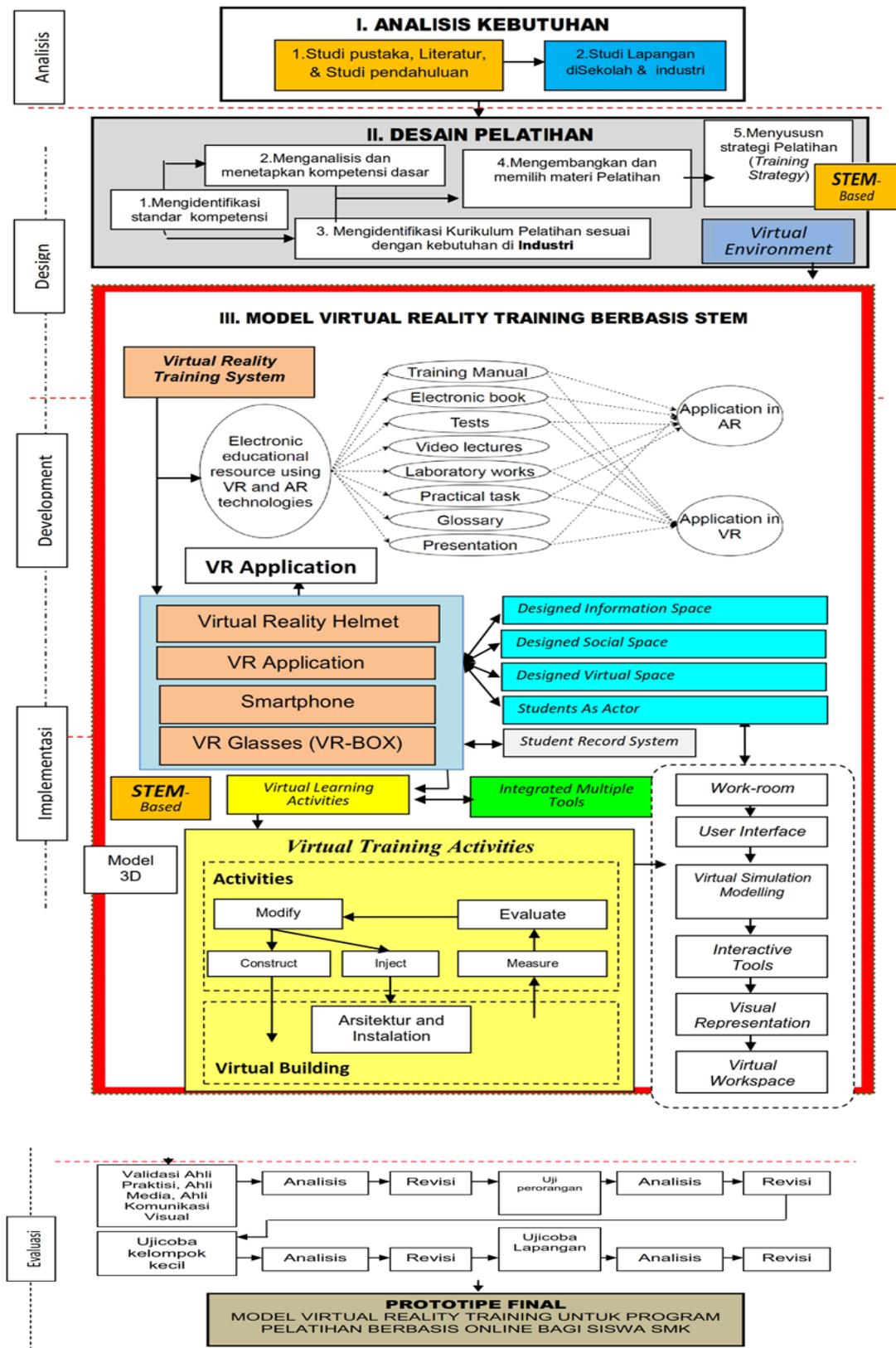


Gambar 2.7. Tahapan Pengembangan Sistem Menggunakan Model Waterfall

2). Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap, pada tahap pertama akan dihasilkan sebuah produk model pengembangan pelatihan virtual Reality berbasis STEM yang dilaksanakan melalui prosedur penelitian yang telah ditetapkan. Prosedur penelitian yang akan dilaksanakan dapat diilustrasikan dalam diagram alur Gambar 10.

Penelitian tahap 1 (tahun pertama)



Gambar 2.8. Prosedur Penelitian Tahap-1

BAB V

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

4.1 Prosedur Penelitian

Sepertihalnya diungkapkan pada BAB III bahwa penelitian ini menggunakan penelitian Pengembangan R & D (Research And Development). Pada tahapan pertama dilakukan adalah mulai dari analisis kebutuhan. Pengembangan Model Virtual Reality Training berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Bagi Siswa SMK bertujuan untuk Meningkatkan Kompetensi Kejuruan Dan Self Efficacy Di Era New Normal. Untuk itu diperlukan analisis kebutuhan melalui studi literatur, studi pustaka, dan studi lapangan di SMK.



Gambar 4.1. Prosedur penelitian : 1) Analisis Kebutuhan ; 2) Desain Pelatihan di SMK

Tahapan awal yang dilakukan adalah Wawancara yang disebarakan kepada siswa SMK, guru SMK sebagai tenaga pendidik, tenaga kependidikan, dan praktisi merupakan rangkaian awal dari penelitian pengembangan untuk mengetahui kebutuhan siswa dalam pengembangan Virtual Reality Training berbasis STEM. Hasil wawancara dan angket dianalisis berdasarkan persentase jawaban siswa kemudian dijadikan sebagai dasar dan patokan untuk melakukan pengembangan Model Virtual Reality Training berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Bagi

Siswa SMK. Virtual Reality Training yang dikembangkan disini berupa media yang dapat membantu siswa dalam proses pelatihan mereka untuk meningkatkan kompetensi kejuruan.

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan kuesioner dengan jenis data kualitatif dan disebar menggunakan google form sehingga responden dapat mengisi kuesioner tersebut secara online. Skala pengukuran yang digunakan pada kuesioner tersebut dibagi menjadi dua jenis. Untuk pertanyaan yang jawabannya berupa pendapat responden, skala yang digunakan adalah skala nominal. Sedangkan untuk pertanyaan yang jawabannya berupa penilaian responden, skala yang digunakan adalah skala Likert.

Selanjutnya dilakukan tahapan FGD (Focuss Group Discussion), dilakukan dalam rangka memperoleh data dan Informasi mengenai pengembangan Model Virtual Reality Training berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Bagi Siswa SMK.





Gambar 4.2 Pelaksanaan FGD (Focuss Group Discussion) melibatkan guru Guru SMKN 10 Makassar

Keluaran model ini menghasilkan program *virtual reality*. Adopsi model Dick and Carey menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis virtual. Langkah-langkah pengembangan media *virtual reality* menggunakan adopsi Roger S. Pressman. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan pada tahap validasi, uji coba *one to one* mengadopsi model Borg and Gall. Berdasarkan pengembangan model yang dilakukan maka diperoleh model pengembangan prosedural seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.8.

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 *virtual reality*, simulasi akan disesuaikan dengan karakteristik pembelajaran virtual sesungguhnya baik desain ruangan, 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*).

4.2. Prapengembangan virtual reality

Tahap awal yang dilakukan dalam sesuai dengan model pengembangan sesuai Gambar 2.8 adalah dengan melakukan analisis kebutuhan.

1. Deskripsi Hasil Analisis Kebutuhan

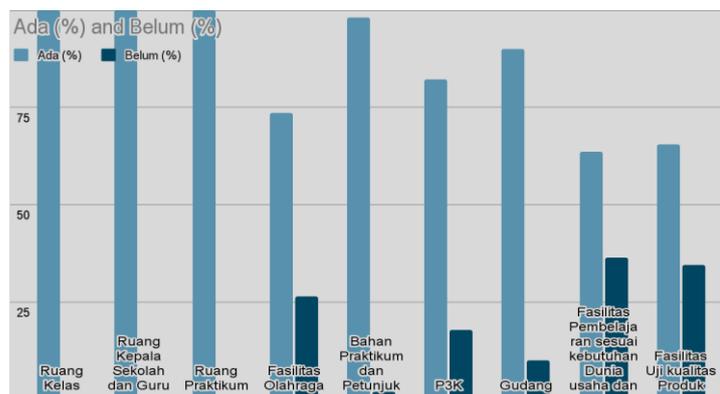
Proses pengembangan *virtual reality* dalam penelitian ini diawali dengan beberapa tahap yaitu tahap analisis kebutuhan dan studi pendahuluan. Langkah pertama yang dilakukan adalah menetapkan lingkup kajian dengan melakukan pengkajian mengenai kelengkapan peralatan pelatihan yang ada di Sekolah Menengah Kejuruan dan program pelatihan yang berjalan.

Penelitian pendahuluan yang dilaksanakan oleh peneliti untuk memperoleh gambaran mengenai kebutuhan siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang berkaitan dengan pelaksanaan pelatihan di sekolah. Langkah awal yang dilakukan oleh peneliti yaitu menganalisis kebutuhan guru terhadap kelengkapan sarana dan prasarana pembelajaran 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 pelatihan di laboratorium riil. Selain penyebaran angket juga dilakukan observasi, pengamatan langsung dan wawancara terhadap guru mata pelajaran yang berkaitan dengan kegiatan pelatihan. Kegiatan ini dilaksanakan dengan melibatkan Sekolah Menengah Kejuruan yang ada di kota Makassar, yakni SMKN 10 Makassar.

Sarana dan prasarana sekolah, khususnya Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), sangat perlu mendapat perhatian lebih sebagai salah satu faktor pendukung keberhasilan program pendidikan dalam proses pembelajaran dan menghasilkan lulusan yang kompeten. Sarana dan Prasarana Sekolah menengah kejuruan tentunya harus dilengkapi tidak hanya dengan teori, tetapi juga dengan praktik sekolah yang lazim di industri, sebagai suatu jenjang pendidikan yang bertujuan untuk menghasilkan lulusan yang berkualitas yang dapat bersaing di pasar Industri. Minimnya fasilitas praktik, atau tidak ada sama sekali di SMK, menimbulkan kesenjangan pemahaman antara teori dan praktik, dan pada akhirnya menurunkan kualitas lulusan.

Anggaran untuk pengadaan sarana prasarana pembelajaran masih belum mencukupi, sehingga semakin banyak sekolah vokasi baru yang tidak mampu memenuhi kebutuhan fasilitas yang memenuhi persyaratan kurikulum Dunia Kerja. Kendala lainnya adalah tidak semua siswa memenuhi standar kecakapan minimal yang ditetapkan oleh industri.

Berdasarkan hasil observasi berikut ini diperoleh sebaran sarana prasarana pembelajaran pada pendidikan vokasi ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.3. Ketersediaan Sarana dan Prasarana termasuk fasilitas pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan

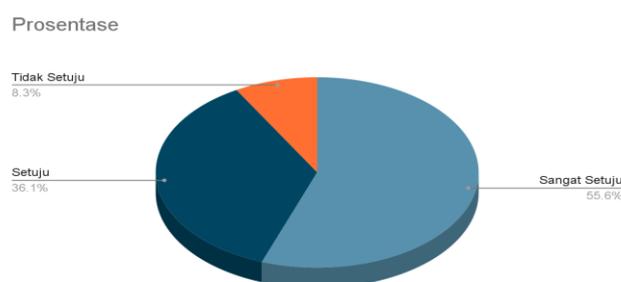
Pada Gambar 6.2 terlihat bahwa Fasilitas Pembelajaran sesuai kebutuhan Dunia usaha dan dunia Industri masih mencukupi dengan 63.7% memenuhi kebutuhan, dan 36.3% tidak memenuhi kebutuhan, sedangkan untuk Fasilitas Uji kualitas Produk diperoleh data 65.6% memenuhi kecukupan dan 34.4% belum memenuhi kecukupan.

Ketersediaan sarana prasarana pembelajaran di sekolah pendidikan kejuruan merupakan faktor pendukung terpenting yang dapat mempengaruhi efektivitas model pembelajaran dan kualitas lulusan. Dari Gambar 6.2 terlihat bahwa sarana prasarana pembelajaran yang dimiliki sekolah kejuruan meliputi ruang kelas, ruang kepala sekolah, ruang guru, ruang praktik, materi praktik, dan pembelajaran. Selain ruang yang tersedia, terdapat berbagai jenis fasilitas penunjang yang masih belum sempurna seiring dengan berkembangnya kebutuhan ilmiah dan teknis dunia usaha dan industri. Fasilitas Keamanan, Fasilitas Penyimpanan, Fasilitas Pembelajaran dan Pelatihan. Ketersediaan infrastruktur yang lengkap diharapkan dapat mendukung dan meningkatkan efektivitas model pembelajaran dan menghasilkan lulusan berkualitas tinggi yang dapat diterima oleh dunia usaha dan industri.

Tahapan yang belum dilaksanakan adalah Mengembangkan sistem pelatihan yang terintegrasi dengan model *virtual reality*, menggunakan *virtual reality* sebagai sistem, mengelola sistem informasi, dan mengevaluasi efektivitas

implementasi pembelajaran berbasis *virtual reality*. Selain itu terdapat beberapa hambatan antara lain: 1) masih terbatasnya kuantitas dan kualitas sumber daya yang mencakup tenaga profesional, spesialis, dan teknisi dalam pemanfaatan pembelajaran berbasis *virtual reality*; 2) Tidak semua guru antusias dan memiliki motivasi khususnya guru yang lebih tua untuk menerapkan pembelajaran berbasis *virtual reality* kaitannya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran; 3) tidak semua sekolah memiliki infrastruktur yang diperlukan untuk implementasi *Virtual reality* yang optimal (seperti ruang kelas multimedia), tidak adanya gedung atau ruang untuk mengelola pengembangan pembelajaran virtual di SMK; serta 4) Mahalnya perangkat lunak resmi/asli menjadi kendala bagi pengembangan dan produksi program *virtual reality*.

Langkah kedua dari perencanaan adalah mengidentifikasi karakteristik guru SMK sebagai pengguna *Virtual Reality* melalui analisis kebutuhan. Langkah ini dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada guru SMK dan melakukan wawancara terhadap guru mengenai rencana pembelajaran dengan menggunakan media *Virtual Reality*. Hasil analisis tanggapan siswa terhadap realisasi *Virtual Reality* untuk digunakan sebagai alat bantu dalam kegiatan pelatihan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Tanggapan Guru mengenai keterlaksanaan *Virtual Reality*

Pada Gambar 6.3 dapat dilihat bahwa guru sangat respon terhadap *Virtual Reality*. Dari sebanyak 85 responden, hanya 8,3 % yang menyatakan ketidaksetujuannya sedangkan 36,1 % setuju, dan 55,6% sangat setuju jika kegiatan pelatihan *Virtual Reality* dapat dilaksanakan.

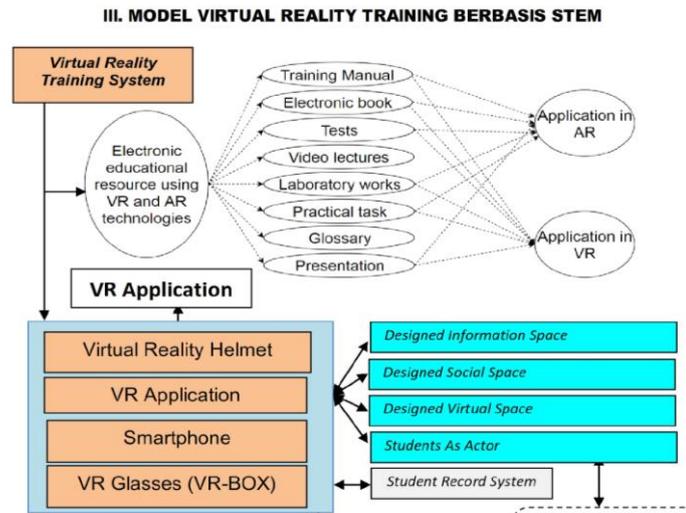
Langkah ketiga adalah membuat dokumen perencanaan tentang visualisasi realitas yang akan ditampilkan, pemrograman interaktif, dan bahan lain yang diperlukan dalam pembuatan produk. Untuk itu perlu menentukan visualisasi dan ilustrasi yang dapat dimanfaatkan untuk membangun sebuah realitas virtual yang dapat digunakan oleh guru dan 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 keempat adalah langkah terakhir dalam proses perencanaan dilakukan dengan dengan menentukan, dan menentukan sumber-sumber visualisasi yakni berupa animasi dan video. Serta mengumpulkan model-model *Virtual Reality* untuk dikembangkan.

4.3. Pengembangan Virtual Reality

1. Model Virtual Reality

Pada proses pengembangan model *Virtual Reality* terdapat tahapan yang perlu diperhatikan diantaranya: 1) *conceptual model*, yakni deskripsi terhadap model *Virtual Reality* yang dikembangkan; 2) *computer model*, yakni model *Virtual Reality* 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 4.5.



Gambar 4.5 Tahap Pengembangan Model Simulasi

Conceptual Model merupakan perwujudan dari multimedia dan materi yang membentuk model *Virtual Reality*. Pengembangan *Virtual Reality* 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 dan kacamata virtual reality; 3) Visualisasi. Tampilan disertai Visualisasi 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 pelatihan yang dilatihkan; 7) simulasi. Kegiatan pelatihan 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 didesain dalam bentuk 3D dibuat sama dengan keadaan riil baik dari segi pewarnaan, bentuk dan perspektifnya. Sehingga akan membawa siswa ke dalam suasana pelatihan 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 Pro. 8 dan untuk *virtual reality* menggunakan MilleaLab hingga menghasilkan produk dalam bentuk Aplikasi. 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.

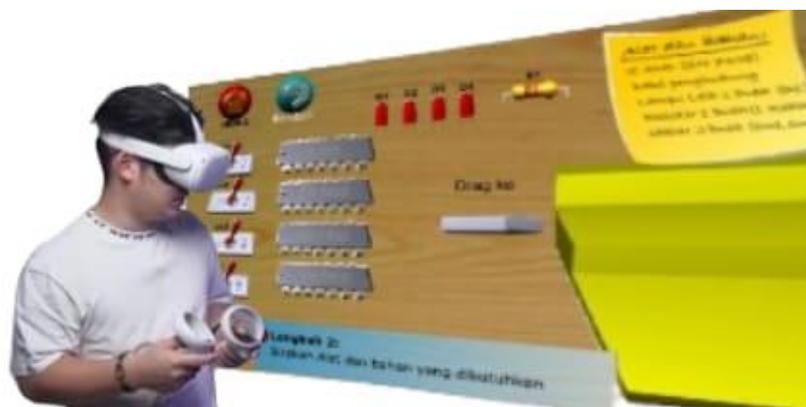
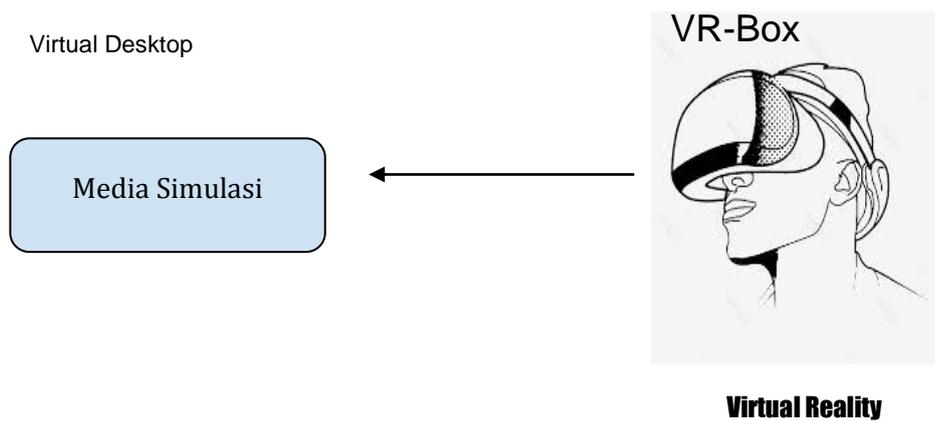
Pembuatan aplikasi berdasarkan *storyboard*, struktur navigasi, atau *flowchart* yang berasal dari tahap desain. Pada tahap desain dibuat *storyboard* yang mengVisualisasikan tampilan dari tiap *frame*. Karena interaktif yang akan dibuat tidak sederhana, maka diperlukan struktur navigasi yang dapat digunakan untuk menentukan *link* dari frame satu ke *frame* lainnya serta efek visualisasi secara virtual yang mengVisualisasikan keadaan yang mirip dengan kenyataan riil.

2. Kegiatan Desain Tampilan Virtual Reality

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 pelatihan, 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 *virtual reality* menggunakan langkah-langkah kombinasi dari langkah-langkah pengembangan model simulasi yang telah dikemukakan Robinson (2004:52). Secara garis besar langkah-langkah pengembangan yang dilakukan oleh peneliti dalam pengembangan ini adalah menyusun *flowchart*, *storyboard*, dan integrasi dengan kacamata virtual (VR-Box) seperti disajikan pada Gambar 4.6. Produk dibuat dengan menggunakan perangkat lunak utama yakni macromedia flash MX, macromedia flash prof. 8, swift 3D, MilleaLab, dan 3Ds Max maka dihasilkan produk awal media *virtual reality*.



Gambar 4.6 Desain Virtual Reality menggunakan Oculus

Produk awal *virtual reality* yang dikembangkan disajikan dengan materi. Pada Tabel 4.1 disajikan rancangan tampilan yang dibuat berdasarkan integrasi model simulasi dalam pengembangan *virtual reality*.

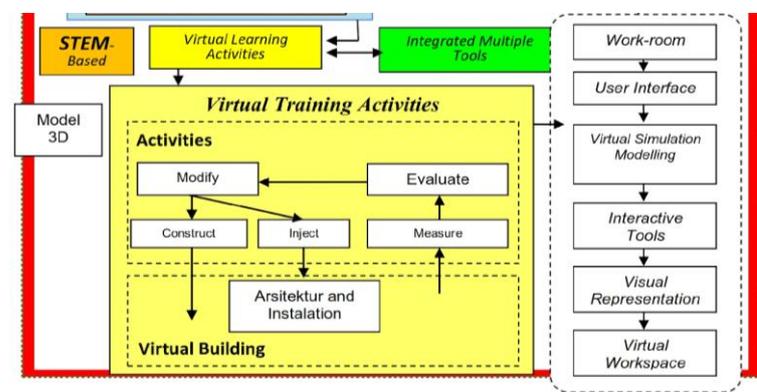
Tabel 4.1 Rancangan Tampilan *virtual reality*

Rancangan	Penjelasan
Teori	Memuat beberapa teori dasar mengenai materi. Teori dasar yang ditampilkan merupakan teori-teori pendukung. Pada sajian teori dilengkapi dengan animasi 3D untuk lebih memperdalam pemahaman
Virtual Reality	Memuat simulasi interaktif aktivitas 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 pelatihan.
<i>Drag</i> dan <i>Drop</i>	Memuat proses memindahkan dan menempatkan komponen, menarik kabel dan menghubungkannya, serta menggerakkan <i>probe</i> alat ukur
Latihan dan	Memuat mengenai evaluasi yang diberikan selama

Penugasan	proses pembelajaran berlangsung.
Evaluasi	Memuat mengenai evaluasi sejauh mana tingkat penguasaan siswa terhadap materi pembelajaran yang sudah dilakukan.

Rancangan desain tampilan menu seperti yang disajikan pada Tabel 6.1 kemudian dijadikan dasar pengembangan *virtual reality* sampai dihasilkan sebuah software pembelajaran yang bisa digunakan dalam mendukung kegiatan pelatihan di laboratorium seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.5.

Kegiatan mendesain tampilan *virtual reality* dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *virtual learning environment* yakni lingkungan berbasis komputer yang memungkinkan adanya interaksi serta penemuan dalam proses pelatihan. Secara rinci kedudukan desain tampilan disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Tahap Kegiatan Desain Tampilan *virtual reality*

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 *virtual reality* 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 (*installation*), melakukan pengukuran komponen (*measure*) dan selanjutnya adalah evaluasi (*evaluation*) terhadap rangkaian yang telah dibuat. Tampilan Virtual Reality didesain seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya. Secara lengkap diagram aktivitas *virtual lab* dalam Virtual Reality disajikan pada Gambar 6.6.

Produk dari tahap ini adalah *flowchart* program dan *Storyboard frame screen* Virtual Reality. Pembuatan alur *flowchart* dilakukan agar urutan penyajian materi dapat dilihat secara global dan mudah diproses dalam pembuatan *story board*. *Storyboard* dibuat untuk memperlihatkan rancangan tampilan menu halaman pada *virtual reality*. Pada saat membuat *story board* inilah juga dirancang program pembelajaran berdasarkan alur materi pelatihan pada *flowchart* yang telah dibuat sebelumnya. Adanya *flowchart* akan mempermudah dalam membuat alur tampilan dan navigasi tombol.

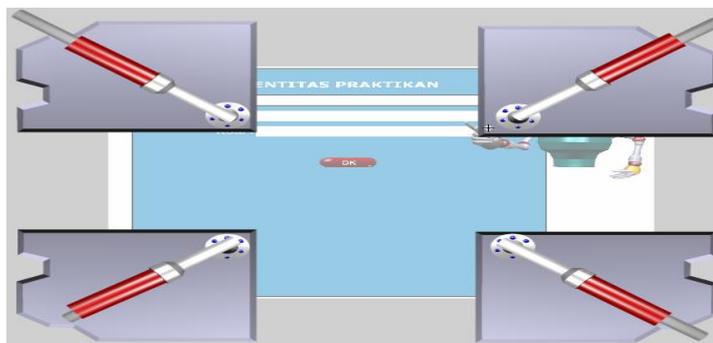
Tahap selanjutnya adalah pembuatan *storyboard*, tahap ini merupakan tahap kedua setelah *flowchart* dibuat. Adanya *storyboard* akan memudahkan dalam mendesain tampilan halaman *menu* yang akan memberikan penjelasan lebih lengkap apa yang terdapat pada setiap alur di dalam *flowchart*. Tampilan *menu virtual reality* yang dibuat berdasarkan alur cerita yang ada dalam *storyboard* yang ditambahkan keterangan-keterangan yang merupakan kerangka dalam mendesain setiap halaman *virtual reality* 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 virtual reality* 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.

3. Kegiatan Pembuatan *virtual reality*

Pada kegiatan pembuatan *virtual reality* 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 *virtual reality* didasarkan pada *storyboard* dan *flowchart* diperlihatkan pada Gambar 4.8. Pemrograman dalam pembuatan *virtual reality* ini menggunakan *authoring language* karena terdiri dari *timeline based authoring system* (*authoring system* berbasis *timeline*) yakni pemrograman dengan penempatan objek di sepanjang *timeline*.

Untuk itu dalam merealisasikan produksi *virtual reality* melalui pembuatan program dan animasi 3D selalu berpedoman pada *storyboard* dan *flowchart* seperti dihasilkan halaman menu sebagai berikut.

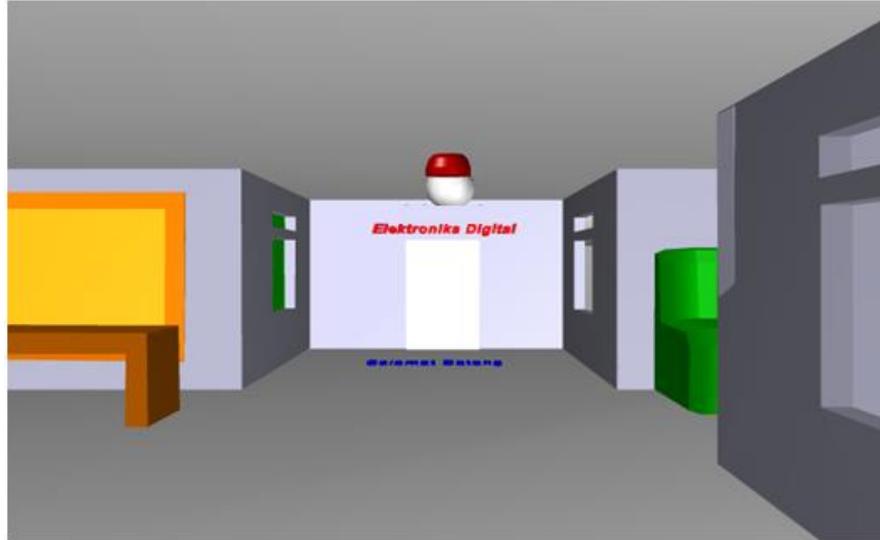
- a. Halaman Awal, merupakan halaman pertama kali membuka program Virtual Reality ini. Halaman ini akan mengantarkan *user* untuk mengisi identitas sebelum melakukan proses pelatihan seperti diperlihatkan pada Gambar 6.7.



Gambar 4.8. Halaman Awal Virtual Reality

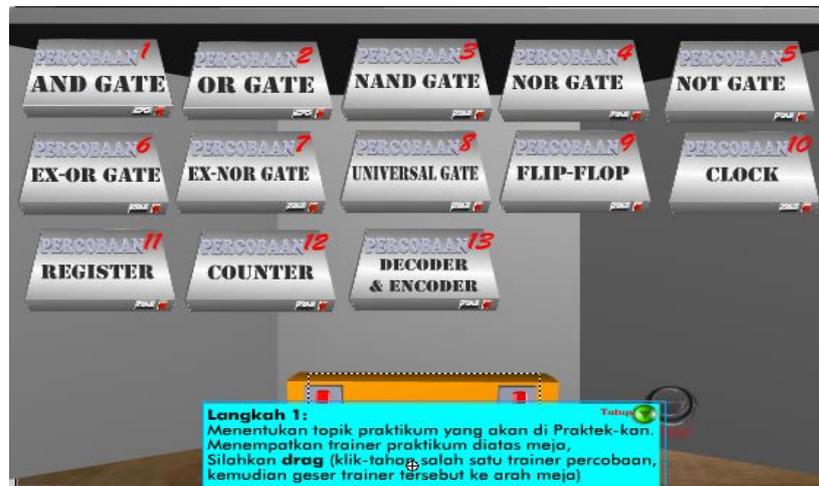
- b. Halaman pelatihan, merupakan halaman yang akan menuju ruang pelatihan atau ruang laboratorium. *Form* halaman pelatihan pada Gambar 6.8 dibuat seakan-akan *user* atau siswa masuk kedalam ruangan untuk melakukan pelatihan. Pada halaman ini terdiri atas beberapa frame yang digabung sehingga membentuk tampilan video dalam bentuk file *swf*. Tampilan

perspektif memberikan suasana seakan-akan berada di dalam ruangan. Hal ini bertujuan untuk memberikan efek virtual/maya.



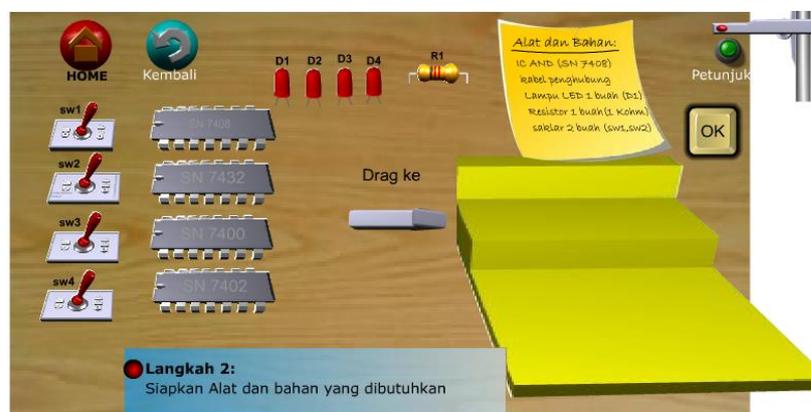
Gambar 6.8 Halaman Masuk Ruang Pelatihan

- c. Halaman Pilihan Percobaan, memuat mengenai pilihan sajian pelatihan yang dipilih untuk dilaksanakan. Sajian pilihan diilustrasikan dalam bentuk trainer yang terdiri dari 13 trainer seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.9. Siswa dapat memilih sesuka hati pelatihan mana yang akan dilakukan dengan memilih salah satu trainer, namun harus melewati terlebih dahulu mata pelatihan dasar yang terdiri dari *AND Gate*, *OR Gate*, *NAND Gate*, *NOR Gate*, *NOT Gate*, *EX-OR Gate*, *EX-NOR Gate*. Untuk pelatihan lanjutan terdiri atas *UNIVERSAL Gate*, *FLIP-FLOP*, *CLOCK*, *REGISTER*, *COUNTER*, serta *DECODER ENCODER*. Untuk memilih topik pelatihan dapat dilakukan dengan melakukan *dragging* komponen yang dipilih kemudian diarahkan ke meja pelatihan. Jadi prosesnya seperti seolah-olah siswa mengambil trainer kemudian menyimpannya di atas meja.



Gambar 6.9. Pilihan Percobaan

- d. Halaman pengambilan komponen, memuat mengenai pilihan komponen yang akan dipilih untuk melakukan proses pelatihan. Pilihan komponen yang dipilih harus sesuai dengan daftar alat dan bahan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.10. Jika tidak sesuai dengan komponen yang diambil dengan yang tertera pada daftar alat dan bahan maka program tidak dapat menampilkan pelatihan 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.



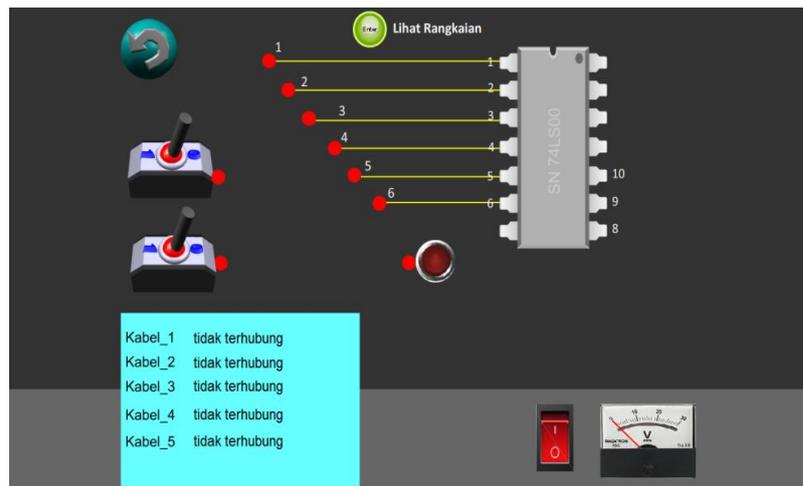
Gambar 6.10. Halaman Pengambilan Komponen

- e. Halaman *workscreen* (layar kerja), memuat mengenai proses pelaksanaan kegiatan pelatihan diperlihatkan pada Gambar 6.11. Pada halaman ini merupakan halaman inti dari seluruh kegiatan pelatihan. Komponen yang tersedia merupakan komponen yang diambil pada halaman pengambilan komponen. Siswa dapat merangkai komponen berdasarkan Visualisasi 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 pelatihan, selanjutnya tombol “simulasi” yang memuat mengenai simulasi rangkaian dengan melakukan percobaan secara *trial and error*, untuk itu disarankan kepada siswa SMK sebelum melakukan pelatihan terlebih dahulu melakukan simulasi rangkaian. Untuk *form* simulasi rangkaian seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.11 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 pelatihan. Data sheet akan lebih memudahkan siswa untuk melihat layout berdasarkan urutan pin-pin.

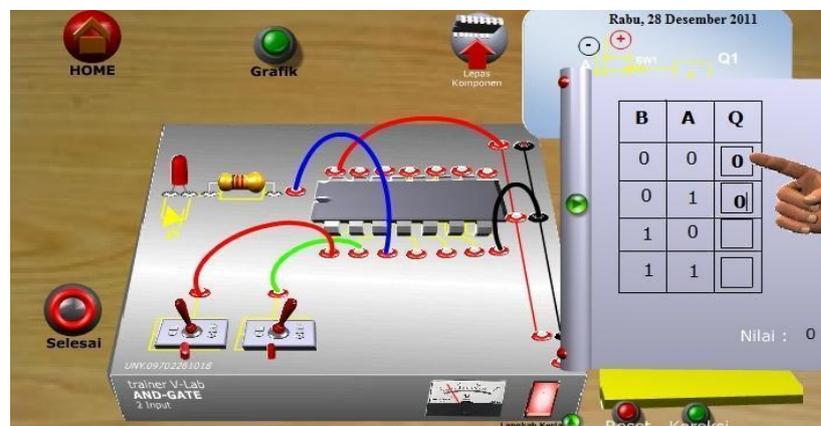


Gambar 6.11. Halaman Layar Kerja (*work screen*)

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.



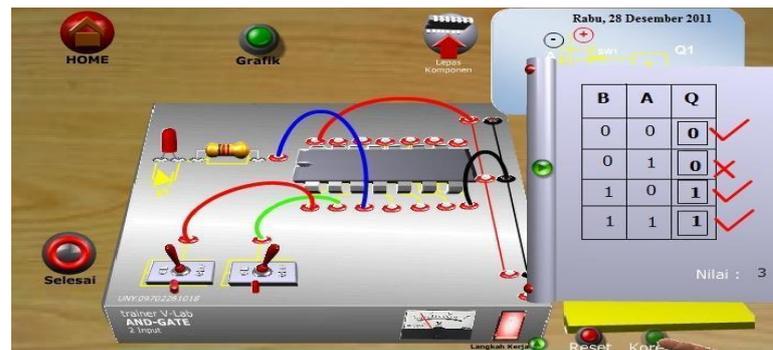
Gambar 6.12. Form Simulasi



Gambar 6.13. Tabel Kebenaran pada Halaman Layar Kerja

Pada Gambar 6.13 memperlihatkan pengisian tabel kebenaran yang ada pada halaman layar kerja. Siswa dapat mengisi tabel kebenaran sesuai dengan proses pelatihan 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

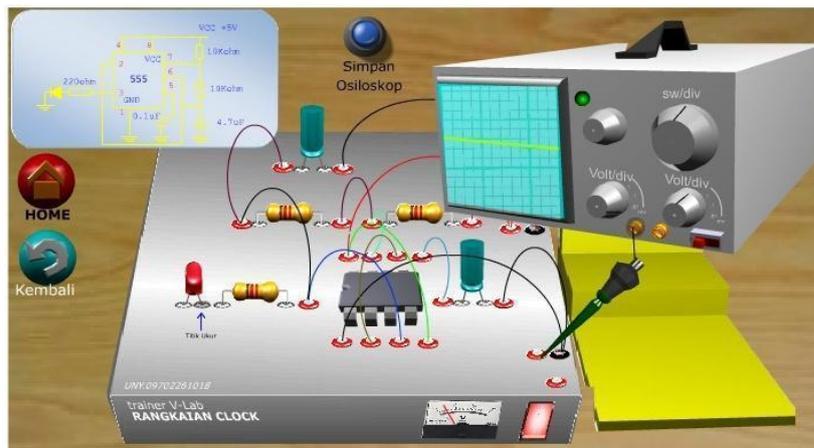
maka LED akan menyala, begitu pula pada output jika LED besar menyala menandakan bahwa nilai output sama dengan 1. Siswa dapat langsung memasukkan angka/nilai kedalam tabel yang telah disediakan.



Gambar 6.14. Evaluasi tabel kebenaran

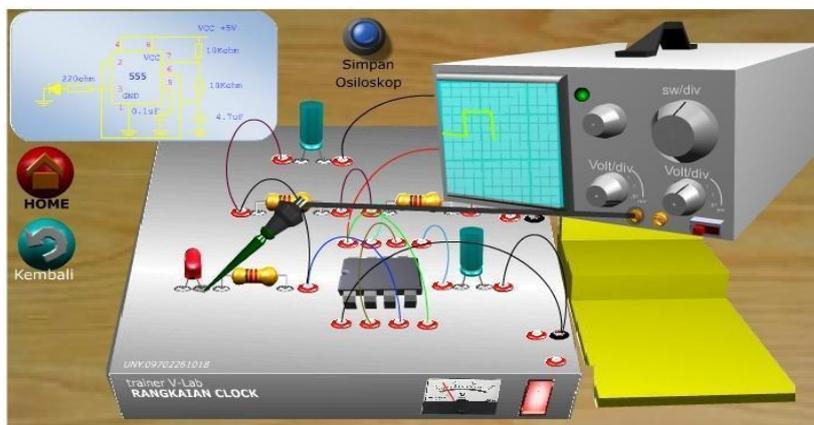
Untuk mengetahui nilai tabel kebenaran seperti disajikan pada Gambar 6.14 yang dimasukkan ke dalam tabel apakah sudah benar/sesuai dengan dasar teori ataukah belum, untuk itu perlu dilakukan evaluasi dengan menekan tombol “koreksi” pada form bagian kanan bawah. Hasilnya akan diberikan melalui tanda centang atau tanda silang jika jawaban salah.

f. Halaman Pengukuran, memuat mengenai aktivitas siswa setelah merangkai komponen untuk memperoleh data maka dilakukan pengukuran terhadap rangkaian melalui alat ukur yang disediakan dalam Virtual Reality. Biasanya dalam lembar kerja siswa (*jobsheet* pelatihan) sudah tertera titik-titik pengukuran. Seperti pada Gambar 6.15 dalam Virtual Reality 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 6.15.



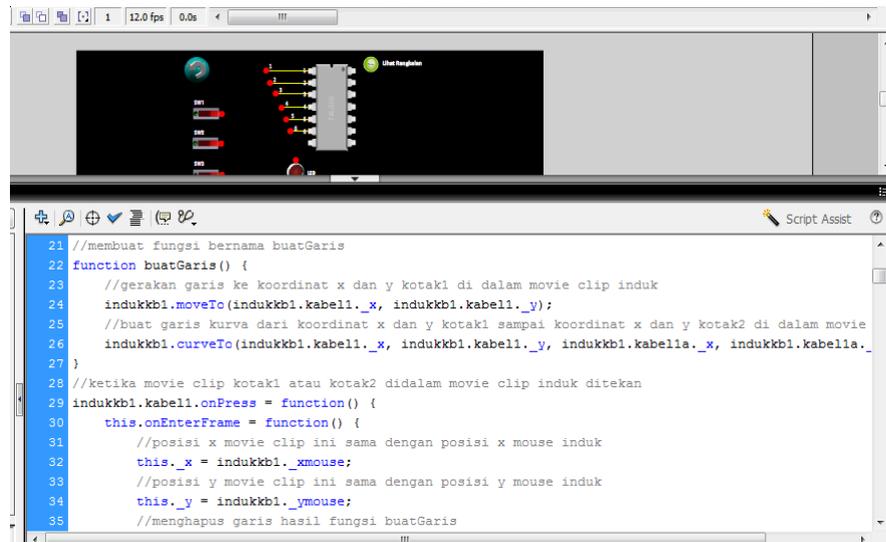
Gambar 6.15. Pengukuran dengan Menggunakan Osiloskop

Keluaran hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar osiloskop. Penggunaan alat ukur *AVO meter* dan osiloskop tergantung dari tujuan pengukuran yang sudah ada dalam modul pelatihan siswa.



Gambar 6.16. Mengukur melalui titik pengukuran

Halaman menu simulasi pada Gambar 6.17 didesain dengan pola interaktif dimana *user* diberikan kebebasan dalam memanipulasi rangkaian, melakukan *trial and error*, melihat hasil *output* dan melakukan eksekusi (*running program*).



Gambar 6.17 Salah Satu *Action Script* pada Halaman Simulasi

Halaman simulasi seperti disajikan pada Gambar 6.17, *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 6.18 ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 6.18 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);
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

}

6.4 Data Validasi dan revisi Produk

Data yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari dua kelompok data, yakni data hasil validasi Ahli dan data Uji Coba kelompok sasaran (Siswa SMK). Data validasi ahli terdiri atas dua yaitu ahli materi dan ahli media. Data yang diperoleh melalui penilaian, saran, dan komentar dari ahli media, ahli materi dan siswa SMK mengenai kualitas *Virtual Reality* yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Data validasi dari ahli media dan ahli materi digunakan sebagai acuan untuk merevisi produk awal sebelum diujicobakan ke kelompok sasaran. Ahli media menitik beratkan evaluasi produk pada aspek media pada pengembangan ini terdiri dari tiga aspek yaitu: aspek tampilan (*Audio Visual*), aspek virtual, dan aspek pemrograman. Sedangkan untuk ahli materi menitik beratkan evaluasi pada materi produk terdiri dari dua aspek yaitu: aspek isi/materi dan aspek desain pelatihan. Uji Coba satu-satu dimaksudkan untuk mengetahui kelemahan, kekurangan dan kesalahan yang terdapat pada *software* sebelum digunakan pada uji coba lapangan.

6.5 Data Validasi Ahli Materi Dan Revisi

a. Deskripsi Data Validasi Ahli Materi

Ahli materi menitikberatkan pada evaluasi *Virtual Reality* pada aspek materi seperti pada aspek materi/isi, dan aspek desain pelatihan. Berdasarkan penilaian ahli materi terhadap mata pelajaran yang dikembangkan diintegrasikan ke dalam Aplikasi *Smartphone* telah layak untuk diujicobakan lebih lanjut dengan beberapa perbaikan kecil. Rincian hasil penilaian diuraikan sebagai berikut:

1) Aspek Isi

Aspek Isi/Materi terdiri atas kualitas materi, kualitas virtual, dan kualitas bahasa. Penilaian ahli materi terhadap aspek ini ditunjukkan pada tabel 6.2. Hasil konversi kuantitatif ke data kualitatif dengan skala 5 melalui ahli media diuraikan dalam tabel 6.2.

Tabel 6.2 Penilaian Aspek Isi/Materi oleh Ahli Materi

NO	ASPEK	JUMLAH SKOR	
		Rerata Skor	Keterangan
A	ASPEK ISI		
	KUALITAS MATERI	4,4	Sangat Baik
	1. Materi relevan dengan topik pembelajaran	4,8	Sangat Baik
	2. Terdiri atas beberapa modul	4,6	Sangat Baik
	3. Pada setiap frame sudah sesuai pembelajaran	4,3	Sangat Baik
	4. Ruang lingkup teori terVisualisasi dalam menu Virtual Reality	4,5	Sangat Baik
	5. Urutan proses pelatihan jelas dan mudah diikuti	4,4	Sangat Baik
	6. Kebenaran konsep	4,3	Sangat Baik
	7. Ketepatan memilih materi pelatihan	4,6	Sangat Baik
	8. Kecukupan materi untuk mencapai tujuan pelatihan	4,5	Sangat Baik
	9. Kesesuaian materi dengan tujuan pelatihan	4,6	Sangat Baik
	10. Kemudahan untuk dipahami	4,4	Sangat Baik
	11. Kedalaman materi	4,1	Baik
	12. Aktualisasi materi	4,1	Baik
	13. Urutan materi pelatihan konsisten dan sistematis	4,5	Sangat Baik
	14. Manajemen materi	4,3	Sangat Baik
	KUALITAS VIRTUAL REALITY	4,4	Sangat Baik
	16. Pada sajian teori menyajikan teori yang lengkap direpresentasikan melalui visual, teks, suara, Visualisasi, dan animasi grafis secara 3-dimensi	4,4	Sangat Baik
	17. Dilengkapi dengan Visualisasi rangkaian atau Visualisasi percobaan	4,5	Sangat Baik
	18. Pengguna dapat menggunakan alat (Virtual Reality tools) dan melihat outputnya seperti pada penggunaan osiloskop dan avometer seperti ketika menggunakan peralatan sebenarnya.	4,5	Sangat Baik
	19. Ketepatan animasi berupa 3-dimensi untuk menjelaskan bahasan yang sulit dipahami	4,3	Sangat Baik
	KUALITAS BAHASA	4,5	Sangat Baik

NO	ASPEK	JUMLAH SKOR	
		Rerata Skor	Keterangan
	21. Keluasan bahasa materi Virtual Reality	4,3	Sangat Baik
	22. Ketepatan penggunaan bahasa dalam materi Virtual Reality	4,8	Sangat Baik

Berdasarkan penilaian 8 (delapan) orang ahli materi mengenai komponen kualitas materi memiliki indikator materi relevan dengan topik pelatihan, terdiri atas beberapa modul pelatihan yang dapat digunakan secara independen dan sesuai kebutuhan (Gerbang dasar, clock, register), pada setiap frame sudah sesuai dengan judul pelatihan, ruang lingkup teori terVisualisasi dalam menu Virtual Reality, urutan proses pelatihan sudah jelas dan dengan mudah dapat diikuti, kebenaran konsep, ketepatan memilih materi pelatihan, kecukupan materi untuk mencapai tujuan pelatihan, kesesuaian materi dengan tujuan pelatihan, kemudahan untuk dipahami, kedalaman materi, aktualisasi materi, urutan materi pelatihan konsisten dan sistematis, dan manajemen materi ditunjukkan melalui tabel 6.2. Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kualitas materi yang disajikan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,4 dalam kategori sangat baik.

Selanjutnya penilaian ahli materi yang menyangkut kualitas virtual terdiri dari indikator yakni pada sajian teori menyajikan teori yang lengkap direpresentasikan melalui teks, suara, Visualisasi, dan animasi grafis secara 3-dimensi, dilengkapi dengan Visualisasi rangkaian atau gambar percobaan, pengguna dapat menggunakan alat (*virtual tools*) dan melihat outputnya seperti pada penggunaan osiloskop dan avometer seperti ketika menggunakan peralatan sebenarnya, dan ketepatan animasi berupa 3-dimensi untuk menjelaskan bahasan yang sulit dipahami. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas virtual dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,4 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli materi yang menyangkut kualitas bahasa terdiri dari indikator yakni keluasan bahasa materi Virtual Reality, dan ketepatan penggunaan bahasa dalam materi Virtual Reality.

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas bahasa dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,5 termasuk dalam kategori sangat baik.

2) Aspek Desain pelatihan

Aspek Aspek desain pelatihan terdiri atas konsistensi dengan jumlah indikator sebanyak 15 butir, kejelasan tujuan dengan jumlah indikator sebanyak 4 butir, strategi pelatihan dengan jumlah indikator sebanyak 7 butir, sajian latihan dan tes dengan jumlah indikator sebanyak 4 butir, pemilihan metode dengan jumlah indikator sebanyak 4 butir, pemilihan bahasa dengan jumlah indikator sebanyak 3 butir dan motivasi dengan jumlah indikator 2 butir. Penilaian ahli materi terhadap aspek ini ditunjukkan pada tabel 6.3. Hasil konversi kuantitatif ke data kualitatif dengan skala 5 melalui ahli media diuraikan dalam Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Penilaian Aspek desain pelatihan oleh Ahli Materi

ASPEK	JUMLAH SKOR	
	Rerata Skor	Keterangan
ASPEK DESAIN PELATIHAN		
KONSISTENSI	4,5	Sangat Baik
23. Menunjukkan komponen dan peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan pelatihan	4,9	Sangat Baik
24. Menyediakan informasi umum mengenai topik pelatihan seperti Pendahuluan, pengenalan komponen	4,5	Sangat Baik
25. Menyediakan link-link ke sumber-sumber belajar pelatihan seperti teori, simulasi, data sheet komponen	4,6	Sangat Baik
26. Disertai petunjuk pelatihan diantaranya petunjuk penggunaan alat dan bahan serta petunjuk keselamatan kerja	4,3	Sangat Baik
27. Disertai pemilihan alat dan bahan pelatihan	4,4	Sangat Baik
28. Disertai dengan Langkah kerja	4,4	Sangat Baik
29. Tersedia petunjuk keselamatan	4,6	Sangat Baik
30. Urutan materi pelatihan dalam frame sistematis	4,9	Sangat Baik
31. Urutan materi pelatihan dalam frame menggambarkan tujuan yang ingin dicapai	4,3	Sangat Baik
32. Ada petunjuk pelatihan siswa dalam frame	4,5	Sangat Baik

ASPEK	JUMLAH SKOR	
	Rerata Skor	Keterangan
33. Adanya tes hasil belajar dalam frame digambarkan dengan mengisi tabel kebenaran output dari rangkaian/gerbang digital	4,5	Sangat Baik
34. Umpan balik proses dan hasil pelatihan siswa terdapat dalam setiap frame pelatihan	4,5	Sangat Baik
35. Tergambar pola interaksi antar siswa dengan Virtual Reality dalam frame	4,0	Baik
36. Kesesuaian kompetensi dasar dengan standar kompetensi	4,1	Baik
37. Ada petunjuk langkah kerja pada latihan/pelatihan	4,5	Sangat Baik
38. KEJELASAN TUJUAN	4,4	Sangat Baik
39. Kejelasan tujuan pelatihan	4,4	Sangat Baik
40. Kejelasan petunjuk pelatihan	4,6	Sangat Baik
41. Kejelasan rumusan standar kompetensi	4,4	Sangat Baik
42. Kejelasan tujuan yang hendak dicapai	4,4	Sangat Baik
43. STRATEGI pelatihan	4,4	Sangat Baik
44. Dengan adanya teori dan animasi dapat membantu pemahaman dan kemampuan siswa yang berbeda beda menjadi paham	4,5	Sangat Baik
45. Mudah menyerap informasi	4,6	Sangat Baik
46. Kejelasan petunjuk keselamatan kerja	4,1	Baik
47. Kemudahan memahami isi dan tujuan pelatihan	4,5	Sangat Baik
48. Virtual Reality berkontribusi untuk meningkatkan pengetahuan	4,4	Sangat Baik
49. Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran pelatihan berupa Virtual Reality	4,3	Sangat Baik
50. Tingkat interaktivitas dengan Virtual Reality	4,8	Sangat Baik
51. SAJIAN LATIHAN DAN TES	4,3	Sangat Baik
52. Dapat dilakukan pengulangan percobaan	4,1	Baik
53. Kecukupan waktu latihan simulator	4,4	Sangat Baik
54. Media ini membantu siswa memperbaiki kesalahan	4,5	Sangat Baik
55. Latihan sangat berguna untuk mengembangkan keterampilan	4,4	Sangat Baik

ASPEK	JUMLAH SKOR	
	Rerata Skor	Keterangan
56. PEMILIHAN METODE PELATIHAN	4,4	Sangat Baik
57. Lingkungan pembelajaran sangat respon terhadap aksi saya	4,5	Sangat Baik
58. sebelum pelatihan, pengguna diarahkan untuk memilih komponen berdasarkan nilai komponen, kode komponen, dan jenis komponen yang dibutuhkan	4,4	Sangat Baik
59. Kejelasan petunjuk pelatihan	4,5	Sangat Baik
60. Kemudahan pemilihan menu pelatihan	4,4	Sangat Baik
61. PEMILIHAN BAHASA	4,4	Sangat Baik
62. Ketepatan pemilihan bahasa dalam petunjuk dan menu Virtual Reality	4,6	Sangat Baik
63. Ketepatan pemilihan bahasa dalam menguraikan materi	4,1	Baik
64. Ketepatan pemilihan bahasa dalam soal latihan dan tes	4,4	Sangat Baik
65. MOTIVASI	4,3	Sangat Baik
66. Pemberian motivasi belajar pada Virtual Reality	4,3	Sangat Baik
67. Pemberian motivasi belajar pada materi Virtual Reality yang dianimasikan secara virtual 3-Dimensi	4,4	Sangat Baik

Berdasarkan penilaian 8 (delapan) orang ahli materi mengenai komponen konsistensi memiliki indikator menunjukkan komponen dan peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan percobaan, menyediakan informasi umum mengenai topik pelatihan seperti Pendahuluan, pengenalan komponen, pengantar elektronika digital), menyediakan *link-link* ke sumber-sumber belajar pelatihan seperti teori, simulasi, *data sheet* komponen, disertai petunjuk pelatihan diantaranya petunjuk penggunaan alat dan bahan serta petunjuk keselamatan kerja, disertai pemilihan alat dan bahan pelatihan, disertai dengan langkah kerja, tersedia petunjuk keselamatan, urutan materi pelatihan dalam frame sistematis, urutan materi pelatihan dalam frame mengVisualisasikan tujuan yang ingin dicapai, ada petunjuk pelatihan siswa dalam frame, adanya tes hasil belajar dalam frame

diVisualisasikan dengan mengisi tabel kebenaran output dari rangkaian/gerbang digital, umpan balik proses dan hasil pelatihan siswa terdapat dalam setiap frame pelatihan, tergambar pola interaksi antar siswa dengan dalam frame, kesesuaian kompetensi dasar dengan standar kompetensi, dan ada petunjuk langkah kerja pada latihan/pelatihan ditunjukkan melalui Tabel 10. Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa konsistensi materi yang disajikan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,5 dalam kategori sangat baik.

Selanjutnya penilaian ahli materi yang menyangkut kejelasan tujuan terdiri dari indikator yakni kejelasan tujuan pelatihan, kejelasan petunjuk pelatihan, kejelasan rumusan standar kompetensi, dan kejelasan tujuan yang hendak dicapai. Berdasarkan Tabel 6.3 dapat disimpulkan bahwa kejelasan tujuan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,4 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli materi yang menyangkut strategi pelatihan terdiri dari indikator yakni dengan adanya teori dan animasi dapat membantu pemahaman dan kemampuan siswa yang berbeda beda menjadi paham, mudah menyerap informasi, kejelasan petunjuk keselamatan kerja, kemudahan memahami isi dan tujuan pelatihan, Virtual Reality berkontribusi untuk meningkatkan pengetahuan, ketepatan penggunaan strategi pembelajaran pelatihan berupa Virtual Reality, tingkat interaktivitas dengan Virtual Reality. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa strategi pelatihan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,4 dalam kategori sangat baik. Penilaian ahli materi yang menyangkut sajian latihan dan tes terdiri dari indikator yakni dapat dilakukan pengulangan percobaan, kecukupan waktu latihan simulator, Virtual Reality ini membantu siswa memperbaiki kesalahan, latihan sangat berguna untuk mengembangkan keterampilan dalam merangkai komponen elektronika digital ditunjukkan melalui Tabel 6.3. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa sajian latihan dan tes dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,3 dalam kategori sangat baik.

Penilaian ahli materi yang menyangkut pemilihan metode terdiri dari indikator yakni lingkungan pembelajaran sangat respon terhadap aksi saya, sebelum pelatihan, pengguna diarahkan untuk memilih komponen berdasarkan nilai komponen, kode komponen, dan jenis komponen yang dibutuhkan, kejelasan

petunjuk pelatihan, dan kemudahan pemilihan menu pelatihan ditunjukkan pada Tabel 6.3. Berdasarkan tabel dapat disimpulkan bahwa pemilihan metode dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,4 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli materi yang menyangkut pemilihan bahasa terdiri dari indikator yakni ketepatan pemilihan bahasa dalam petunjuk dan menu Virtual Reality, ketepatan pemilihan bahasa dalam menguraikan materi, dan ketepatan pemilihan bahasa dalam soal latihan dan tes. Berdasarkan tabel dapat disimpulkan bahwa pemilihan bahasa dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,4 dalam kategori sangat baik. Penilaian yang terakhir ahli materi yang menyangkut pemberian motivasi terdiri dari indikator pemberian motivasi belajar pada tampilan Virtual Reality, pemberian motivasi belajar pada materi Virtual Reality yang dianimasikan secara 3-Dimensi ditunjukkan melalui tabel 6.3. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pemberian motivasi dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,3 dalam kategori sangat baik.

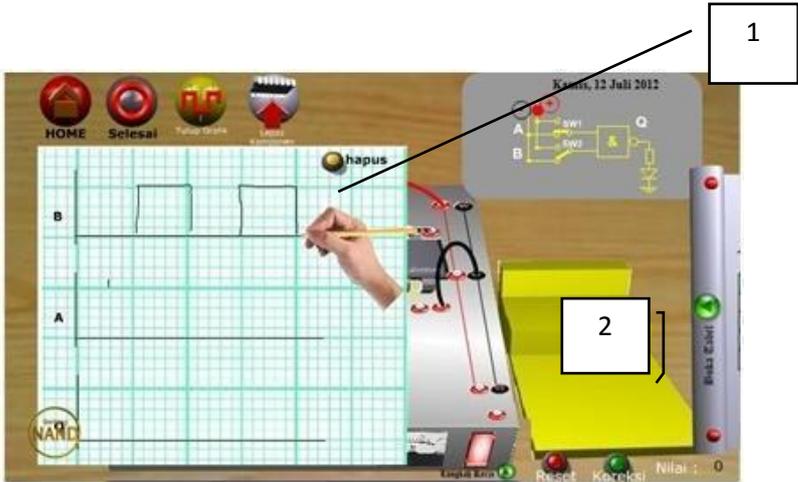
Ahli materi juga mengatakan bahwa secara umum Virtual Reality materi dan Visualisasi animasi 3 Dimensi bagus, kalau bisa tampilan Visualisasi benda detail bisa diperjelas.

b. Revisi Produk Berdasarkan Saran Ahli Materi

Ahli materi memberikan koreksi dan saran berdasarkan bidang keahliannya dalam mengampu mata pelajaran pelatihan elektronika digital di SMK bagi guru dan di perguruan tinggi bagi dosen. Para ahli materi diberikan aplikasi *Virtual Reality* dan sebuah buku panduan penggunaan *Virtual Reality* sebelum melakukan koreksi terhadap produk awal *Virtual Reality* ini. Penilaian dilakukan berdasarkan indikator-indikator pada instrumen yang telah dibuat dan divalidasi oleh *expert judgment* kemudian diberikan kepada penilai dalam hal ini ahli materi. Instrumen terdiri atas tiga bagian. Bagian pertama, terdiri atas pendahuluan menjelaskan mengenai alasan dilakukannya penelitian. Bagian kedua, menjelaskan mengenai proses dan prosedur penilaian. Bagian ketiga, terdiri atas indikator-indikator penilaian produk *Virtual Reality* yang dibuat dalam bentuk tabel bahagian sebelah kiri merupakan indikator dan sebelah kanan

penilaian indikator. Bagian keempat, terdiri atas tabel masukan penilai yang akan menilai kesalahan yang terjadi pada *Virtual Reality*, tabel ini terdiri atas 2 kolom yakni kolom kesalahan dan kolom saran perbaikan. Secara garis besar bagian ini menguraikan revisi berdasarkan saran-saran ahli materi yang telah diuraikan pada deskripsi data dari ahli materi di atas. Proses revisi produk berdasarkan saran dari ahli materi disajikan dalam Tabel 6.4.

Tabel 6.4. Sebelum dan sesudah revisi produk

SEBELUM REVISI	
	
SESUDAH REVISI	
	
1)	Pada menu grafik telah ditambahkan tombol stop untuk menonaktifkan pensil yang digunakan
2)	Telah ditambahkan keterangan teks “buka tabel”

2. Data Validasi Ahli Media dan Revisi

a. Deskripsi Data Validasi Ahli Media

Ahli media menitikberatkan pada evaluasi Virtual Reality pada aspek media seperti aspek tampilan, aspek simulasi, dan aspek pemrograman. Berdasarkan penilaian ahli media terhadap mata pelajaran yang dikembangkan diintegrasikan ke dalam Aplikasi Android telah layak untuk diujicobakan lebih lanjut dengan beberapa perbaikan kecil. Rincian hasil penilaian diuraikan sebagai berikut.

1) Aspek Tampilan

Aspek tampilan (*audio visual*) terdiri atas keterbacaan teks, penggunaan bahasa, kualitas Visualisasi, keserasian dan ketepatan warna, keserasian dan ketepatan musik, teknik tata letak (*layout*), desain dan kemenarikan animasi, desain dan tampilan simulasi, penempatan dan ketepatan *button*, serta kualitas resolusi. Penilaian ahli media terhadap aspek ini ditunjukkan pada tabel 6.5. Hasil konversi kuantitatif ke data kualitatif dengan skala 5 melalui ahli media diuraikan dalam Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Penilaian Aspek Tampilan (*Audio Visual*) oleh Ahli Media

NO	ASPEK	Jumlah Skor	
		Rerata Skor	Keterangan
A	Teks	4,48	Sangat Baik
	1. Ketepatan pemilihan warna teks terhadap <i>background</i>	4,40	Sangat Baik
	2. Penggunaan jenis huruf	4,60	Sangat Baik
	3. Penggunaan ukuran huruf	4,40	Sangat Baik
	4. Ketepatan pengaturan jarak, baris dan alinea	4,40	Sangat Baik
	5. Teks mudah dibaca dan dipahami	4,60	Sangat Baik
B	Bahasa	4,60	Sangat Baik
	6. Bahasa yang digunakan mudah dimengerti	4,60	Sangat Baik
	7. Sesuai dengan EYD (Ejaan yang Disempurnakan)	4,60	Sangat Baik
	8. Kalimat singkat, padat, dan Jelas	4,60	Sangat Baik
C	Visualisasi	4,32	Sangat Baik
	9. Kejelasan bentuk Visualisasi	4,60	Sangat Baik

NO	ASPEK	Jumlah Skor	
		Rerata Skor	Keterangan
	10. Ketepatan ukuran Visualisasi	4,40	Sangat Baik
	11. Kejelasan Visualisasi	4,20	Baik
	12. Kualitas Visualisasi (warna, piksel)	4,00	Baik
	13. Jenis Visualisasi didesain dalam 3-Dimensi	4,40	Sangat Baik
D	Warna	4,43	Sangat Baik
	14. Ketepatan pemilihan warna pada background	4,20	Baik
	15. Keserasian warna tulisan dengan warna background	4,40	Sangat Baik
	16. Keserasian warna pada button dengan background	4,00	Baik
	17. Komposisi warna yang tepat	4,40	Sangat Baik
	18. Merasa betah dan tidak bosan terhadap perpaduan warna	4,60	Sangat Baik
	19. Komposisi warna meningkatkan motivasi	4,40	Sangat Baik
	20. Komposisi warna tidak melelahkan mata	5,00	Sangat Baik
E	Musik	4,12	Baik
	21. Ketepatan pemilihan musik pengiring	4,40	Sangat Baik
	22. Kejelasan audio	4,40	Sangat Baik
	23. Fasilitas/tombol pengaturan volume musik	4,00	Baik
	24. Kesesuaian antara narasi dengan audio	3,80	Baik
	25. Musik meningkatkan imajinasi dan motivasi	4,00	Baik
F	Tata letak	4,53	Sangat Baik
	26. Komposisi layout setiap frame	4,00	Baik
	27. Tampilan desain pembukaan	4,80	Sangat Baik
	28. Pada setiap frame pelatihan terdiri dari langkah/prosedur	4,60	Sangat Baik
	29. Menawarkan tampilan frame yang beraneka ragam	4,40	Sangat Baik
	30. Menu pilihan latihan tersusun berdasarkan urutan materi pelatihan	5,00	Sangat Baik
	31. Komponen alat dan bahan dapat dengan mudah di drag	4,40	Sangat Baik
G	Animasi	4,50	Sangat Baik
	32. Kemenarikan animasi teks	4,40	Sangat Baik
	33. Kemenarikan animasi pada Visualisasi	4,40	Sangat Baik
	34. Animasi 3-Dimensi	4,60	Sangat Baik
	35. Komposisi sound animasi	4,60	Sangat Baik
H	Simulasi	4,60	Sangat Baik

NO	ASPEK	Jumlah Skor	
		Rerata Skor	Keterangan
	36. Menu simulasi	4,80	Sangat Baik
	37. Tampilan simulasi secara simulasi virtual reality (3-Dimensi)	4,60	Sangat Baik
	38. Ketepatan proses simulasi melalui Virtual Reality	4,40	Sangat Baik
I	Button	4,33	Sangat Baik
	39. Penetapan button	4,20	Baik
	40. Konsistensi button	4,20	Baik
	41. Kejelasan warna button terhadap background	4,60	Sangat Baik
J	Resolusi	4,60	Sangat Baik
	42. Kesesuaian resolusi dengan pemilihan objek	4,40	Sangat Baik
	43. Kemampuan visualisasi secara Reality	4,80	Sangat Baik

Berdasarkan penilaian 5 (lima) orang ahli media mengenai komponen teks memiliki indikator ketepatan pemilihan warna teks terhadap background, penggunaan jenis huruf, penggunaan ukuran huruf, ketepatan pengaturan jarak, baris dan alinea, teks mudah dibaca dan dipahami ditunjukkan melalui tabel 6.5. Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa keterbacaan teks dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,48 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut penggunaan bahasa terdiri dari indikator yakni bahasa yang digunakan mudah dimengerti, susunan bahasa sesuai dengan EYD (Ejaan yang Disempurnakan), bahasa yang digunakan dalam kalimat singkat, padat, dan jelas. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahasa dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,60 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut kualitas Visualisasi terdiri dari indikator yakni kejelasan bentuk Visualisasi, ketepatan ukuran Visualisasi, kejelasan Visualisasi, kualitas Visualisasi (warna, piksel), jenis Visualisasi yang ditampilkan didesain dalam bentuk 3-Dimensi. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas Visualisasi dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,32 dengan kategori sangat baik.

Penilaian ahli media yang menyangkut keserasian dan ketepatan warna terdiri dari indikator yakni ketepatan dalam memilih warna pada *background*,

keserasian warna tulisan dengan warna *background*, keserasian warna pada *button* dengan *background*, komposisi atau perpaduan warna yang tepat, merasa betah dan tidak bosan terhadap perpaduan warna, komposisi warna dapat meningkatkan motivasi, komposisi warna tidak melelahkan mata. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa keserasian dan ketepatan warna yang digunakan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,43 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut keserasian dan ketepatan musik terdiri dari indikator yakni ketepatan pemilihan musik pengiring, kejelasan audio, fasilitas/tombol pengaturan volume musik, kesesuaian antara narasi dengan audio, dan penggunaan musik dapat meningkatkan imajinasi dan motivasi. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa keserasian dan ketepatan pemilihan musik yang digunakan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,12 dalam kategori baik. Meskipun pada aspek ini dalam kategori baik, namun masih bisa dikembangkan lagi hingga memiliki kategori sangat baik.

Penilaian ahli media yang menyangkut teknik tata letak (*layout*) terdiri dari indikator yakni komposisi pengaturan *layout* setiap frame, tampilan desain pembukaan, pada setiap frame pelatihan terdiri dari langkah/prosedur, menawarkan tampilan frame yang beraneka ragam, menu pilihan latihan tersusun berdasarkan urutan materi pelatihan, komponen alat dan bahan dapat dengan mudah di *drag*. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa teknik tata letak (*layout*) yang digunakan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,53 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut desain dan kemenarikan animasi terdiri dari indikator yakni kemenarikan animasi teks, kemenarikan animasi pada Visualisasi, animasi 3-Dimensi, komposisi *sound* animasi. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa desain dan kemenarikan animasi yang digunakan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,50 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut desain dan tampilan simulasi terdiri dari indikator yakni menu simulasi, tampilan simulasi secara simulasi (3-Dimensi), dan ketepatan proses simulasi. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa desain dan tampilan simulasi yang digunakan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,60 dalam

kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut penempatan dan ketepatan *button* terdiri dari indikator yakni penetapan *button*, konsistensi *button*, dan kejelasan warna *button* terhadap *background*. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penempatan dan ketepatan *button* yang digunakan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,33 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut kualitas resolusi terdiri dari indikator yakni kesesuaian resolusi dengan pemilihan objek, kemampuan *visualisasi Reality*. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas resolusi dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,60 dalam kategori sangat baik.

2) Aspek Virtual Reality

Aspek virtual reality terdiri atas penjelasan konsep abstrak dan kompleks terdiri dari 5 butir indikator, aplikasi nyata terdiri dari 5 butir indikator, bentuk pelatihan terdiri dari 5 butir indikator, kelengkapan fasilitas terdiri dari 4 butir indikator, teknik animasi dan Visualisasi 3-dimensi terdiri dari 2 butir indikator, pembuktian teori terdiri dari 1 butir indikator, dan metodologi terdiri dari 2 butir indikator. Penilaian ahli media terhadap aspek ini ditunjukkan pada tabel 6.6. Hasil konversi kuantitatif ke data kualitatif dengan skala 5 melalui ahli media diuraikan dalam Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Penilaian Aspek Virtual oleh Ahli Media

NO.	ASPEK	Jumlah Skor	
		Rerata	Keterangan
II. ASPEK VIRTUAL REALITY			
A.	Penjelasan Konsep Abstrak dan Kompleks	4,40	Sangat Baik
	Mampu menjelaskan konsep yang abstrak dan kompleks	4,40	Sangat Baik
	Mampu melihat proses yang sangat sulit di observasi	4,20	Baik
	Menjauhkan siswa dari sikap Apersepsi melalui tayangan virtual reality	4,60	Sangat Baik
	Menyediakan sarana simulasi pendukung secara virtual yang mampu memperjelas konsep dan pemahaman	4,60	Sangat Baik
	Memberikan penguatan dan fleksibilitas untuk eksplorasi	4,20	Baik

NO.	ASPEK	Jumlah Skor	
		Rerata	Keterangan
B.	Aplikasi Nyata	4,52	Sangat Baik
	Tampilan komponen dan peralatan bersifat 3-dimensi (tampak pada lingkungan nyata)	4,40	Sangat Baik
	Ketersediaan komponen pengukuran secara virtual (osiloskop, voltmeter)	4,60	Sangat Baik
	Desain dan komponen program menawarkan <i>tools</i> untuk membangun sistem kontrol (merangkai komponen) melalui metode desain grafis	4,40	Sangat Baik
	Disertai simulasi ledakan jika terjadi kesalahan sambungan sehingga lebih aman digunakan.	4,60	Sangat Baik
	Disertai aplikasi nyata	4,60	Sangat Baik
C.	Bentuk pelatihan	4,60	Sangat Baik
	Dilengkapi dengan petunjuk penggunaan alat ukur	4,40	Sangat Baik
	Bentuk eksperimen: kolaboratif dan simulasi virtual reality bersifat interaktif	4,80	Sangat Baik
	Bersifat Problem based learning, terdapat masalah yang hendak diselesaikan	4,60	Sangat Baik
	Menyediakan sarana Interaktivitas	4,60	Sangat Baik
	Bersifat aplikatif, komunikatif, dan interaktif	4,60	Sangat Baik
D.	Kelengkapan	4,20	Baik
	Menyediakan fasilitas sistem <i>trial and error</i> dalam merangkai dan menghubungkan komponen pada form simulasi	4,20	Baik
	Menyediakan daftar <i>glosarium</i> (Istilah penting yang digunakan dalam proses pelatihan)	4,40	Sangat Baik
	Menyediakan referensi berupa <i>data sheet</i> komponen	4,20	Baik
	Menyediakan navigasi bantuan	4,00	Baik
E.	Teknik Animasi dan Visualisasi	4,60	Sangat Baik
	Kemudahan memahami dan mengingat isi materi melalui penjelasan secara virtual berbasis 3-dimensi	4,40	Sangat Baik
	Pada visualisasi komponen model simulasi dianimasikan dengan menggunakan teknik desain grafis 3-dimensi sehingga kelihatan seperti nyata	4,80	Sangat Baik
F.	Pembuktian Teori	4,80	Sangat Baik
	Mampu membuktikan teori	4,80	Sangat Baik
G.	Metodologi	4,40	Sangat Baik
	Dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis daripada keterampilan observasi siswa	4,40	Sangat Baik
	Pembelajaran bersifat Kontekstual <i>learning</i>	4,40	Sangat Baik

Berdasarkan penilaian 5 (lima) orang ahli media mengenai penjelasan konsep abstrak dan kompleks terdiri dari indikator mampu menjelaskan konsep yang abstrak dan kompleks, mampu melihat proses yang sangat sulit di observasi, menjauhkan siswa dari sikap apersepsi melalui tayangan virtual, menyediakan sarana simulasi pendukung secara virtual yang mampu memperjelas konsep dan pemahaman, dan memberikan penguatan dan fleksibilitas untuk eksplorasi ditunjukkan melalui tabel diatas. Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa penjelasan konsep abstrak dan kompleks dalam laboratorium virtual dengan rerata skor 4,40 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut penerapan aplikasi nyata terdiri dari indikator yakni tampilan komponen dan peralatan bersifat 3-dimensi (tampak pada lingkungan nyata), ketersediaan komponen pengukuran secara virtual (osiloskop, *voltmeter*), desain dan komponen program menawarkan *tools* untuk membangun sistem kontrol (merangkai komponen) melalui metode desain grafis, disertai simulasi ledakan jika terjadi kesalahan sambungan sehingga lebih aman digunakan, disertai aplikasi nyata. Berdasarkan tabel 6.6 dapat disimpulkan bahwa penerapan aplikasi nyata yang digunakan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,52 dalam kategori sangat baik.

Penilaian ahli media yang menyangkut bentuk pelatihan terdiri dari indikator yakni dilengkapi dengan petunjuk penggunaan alat ukur (tata cara menggunakan CRO dan multimeter) dan bahan yang digunakan (tata cara menghitung Resistansi, LED, menentukan pin IC), bentuk eksperimen: kolaboratif dan simulasi bersifat interaktif, bersifat *problem based learning*, terdapat masalah yang hendak diselesaikan (mis. Merangkai komponen hingga berhasil), menyediakan sarana interaktivitas terutama dalam memVisualisasi grafik dan mengisi tabel kebenaran melalui frame yang disediakan, bersifat aplikatif, komunikatif, dan interaktif. Berdasarkan Tabel 6.6 dapat disimpulkan bahwa bentuk pelatihan yang digunakan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,60 dalam kategori sangat baik.

Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut kelengkapan terdiri dari indikator yakni menyediakan fasilitas sistem *trial and error* dalam merangkai

dan menghubungkan komponen pada form simulasi, menyediakan daftar *glosarium* (istilah penting yang digunakan dalam proses pelatihan), menyediakan referensi berupa data sheet komponen, dan menyediakan navigasi bantuan. Berdasarkan Tabel 6.6 dapat disimpulkan bahwa kelengkapan dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,20 dalam kategori baik. Meskipun pada aspek ini dalam kategori baik, namun masih bisa dikembangkan lagi hingga memiliki kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut teknik animasi dan gambar terdiri dari indikator yakni kemudahan memahami dan mengingat isi materi melalui penjelasan secara virtual berbasis 3-dimensi, pada visualisasi komponen model simulasi dianimasikan dengan menggunakan teknik desain grafis 3-dimensi sehingga kelihatan seperti nyata. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa teknik animasi dan Visualisasi dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,60 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut pembuktian teori terdiri dari indikator mampu membuktikan teori. Berdasarkan Tabel 6.6 dapat disimpulkan bahwa kualitas resolusi dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,80 dalam kategori sangat baik.

Terakhir penilaian ahli media yang menyangkut metodologi terdiri dari indikator yakni dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis daripada keterampilan observasi siswa, pembelajaran bersifat kontekstual *learning*. Berdasarkan Tabel 6.6 dapat disimpulkan bahwa metodologi dalam *virtual reality* dengan rerata skor 4,40 dalam kategori sangat baik.

3) Aspek Pemrograman

Aspek pemrograman terdiri atas pemrograman, interaksi, navigasi, animasi, simulasi dan efisiensi. Penilaian ahli media terhadap aspek ini ditunjukkan pada Tabel 6.7. Hasil konversi kuantitatif ke data kualitatif dengan skala 5 melalui ahli media diuraikan dalam tabel 6.7.

Tabel 6.7 Penilaian Aspek Pemrograman oleh Ahli Media

NO.	ASPEK	Jumlah Skor	
		Rerata	Keterangan
III. ASPEK PEMROGRAMAN			
A	Pemrograman	4,59	Sangat Baik
	Tidak terdapat error saat program dijalankan	4,80	Sangat Baik
	Dapat berjalan dengan baik	4,40	Sangat Baik
	Dapat dikelola dengan mudah	4,60	Sangat Baik
	Mudah digunakan dan sederhana dalam pengoperasiannya	4,60	Sangat Baik
	Ketepatan memilih software/tools untuk pengembangan	4,60	Sangat Baik
	Dapat dijalankan diberbagai hardware dan software yang ada	4,00	Baik
	Pemaketan mudah dalam eksekusi	4,60	Sangat Baik
	Ada petunjuk instalasi dan penggunaan	4,60	Sangat Baik
	sebagian atau seluruh <i>Virtual Reality</i> dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media lain	4,20	Baik
	Desain dan komponen program menawarkan tools untuk membangun sistem kontrol (merangkai komponen) melalui metode desain grafis	5,00	Sangat Baik
	Ketepatan urutan penyajian materi latihan	4,60	Sangat Baik
	Program memberikan alternatif/percabangan sajian	4,60	Sangat Baik
	pelatihan dapat diulangi setiap saat sehingga meningkatkan pemahaman dan keterampilan	4,80	Sangat Baik
B	Interaksi <i>Virtual Reality</i>	4,63	Sangat Baik
	Tingkat interaktivitas siswa dengan media <i>Virtual Reality</i>	4,60	Sangat Baik
	Kemudahan berinteraksi dengan media <i>Virtual Reality</i>	4,60	Sangat Baik
	Kejelasan petunjuk penggunaan	4,60	Sangat Baik
	Masing-masing topik disertai latihan untuk evaluasi	4,80	Sangat Baik
	Program dilengkapi skor penilaian	4,60	Sangat Baik
	Materi dapat diulang kapan saja untuk meningkatkan keterampilan	4,80	Sangat Baik
	Program mampu menyediakan tampilan alternatif	4,60	Sangat Baik
	Kemudahan pencarian topik pelatihan tanpa harus memulai dari awal	4,60	Sangat Baik
	Ketenangan dan kesenangan dalam menjalankan program <i>Virtual Reality</i>	4,60	Sangat Baik
	Pengguna tidak merasa bosan	4,80	Sangat Baik
	Menyediakan sarana pemberian tugas dan latihan	4,40	Sangat Baik

NO.	ASPEK	Jumlah Skor	
		Rerata	Keterangan
	Kesesuaian materi latihan dengan topik pelatihan	4,60	Sangat Baik
C	Navigasi	4,51	Sangat Baik
	Kejelasan struktur organisasi	4,60	Sangat Baik
	Kemudahan penggunaan button	4,60	Sangat Baik
	Navigasi sederhana : <i>user friendly</i>	4,60	Sangat Baik
	kejelasan memilih menu	4,20	Baik
	Kemudahan dalam mengingat sistem navigasi	4,20	Baik
	Kebebasan dalam menjelajah	4,60	Sangat Baik
	Merasa terkontrol selama kegiatan pelatihan	4,00	Baik
	Dapat masuk dan keluar (exit) program setiap saat	4,80	Sangat Baik
	Urutan tampilan (dapat kembali atau maju ke langkah selanjutnya)	5,00	Sangat Baik
D	Animasi	4,07	Baik
	Kecepatan animasi	4,00	Baik
	Pengaturan animasi	4,00	Baik
	Presentasi animasi	4,20	Baik
E	Simulasi	4,70	Sangat Baik
	Simulasi bersifat interaktif <i>Virtual Reality</i>	4,80	Sangat Baik
	<i>Virtual Reality</i> mudah diakses	4,60	Sangat Baik
F	Efisiensi	4,20	Baik
	Efisiensi narasi	4,20	Baik
	Efisiensi penggunaan frame	4,20	Baik

Berdasarkan penilaian 5 (lima) orang ahli media mengenai pemrograman memiliki indikator memiliki kemampuan autorun, tidak terdapat *error* saat program dijalankan, dapat berjalan dengan baik, dapat dikelola dengan mudah, mudah digunakan dan sederhana dalam pengoperasiannya, ketepatan memilih *software/tools* untuk pengembangan, dapat dijalankan diberbagai hardware dan software yang ada, pemaketan mudah dalam eksekusi, ada petunjuk instalasi dan penggunaan, sebagian atau seluruh *Virtual Reality* dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media lain, desain dan komponen program menawarkan tools untuk membangun sistem kontrol (merangkai komponen) melalui metode

desain grafis, ketepatan urutan penyajian materi latihan, program memberikan alternatif/percabangan sajian, pelatihan dapat diulangi setiap saat sehingga meningkatkan pemahaman dan keterampilan. Berdasarkan Tabel 6.7 dapat disimpulkan bahwa pemrograman dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,59 dalam kategori sangat baik.

Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut interaksi terdiri dari indikator yakni tingkat interaktivitas siswa dengan media, kemudahan berinteraksi dengan media, kejelasan petunjuk penggunaan, masing-masing topik disertai latihan untuk evaluasi, program dilengkapi skor penilaian, materi dapat diulang kapan saja untuk meningkatkan keterampilan, program mampu menyediakan tampilan alternatif, kemudahan pencarian topik pelatihan tanpa harus memulai dari awal, ketenangan dan kesenangan dalam menjalankan program ini, pengguna tidak merasa bosan, menyediakan sarana pemberian tugas dan latihan, serta kesesuaian materi latihan dengan topik pelatihan. Berdasarkan Tabel 6.7 dapat disimpulkan bahwa interaksi dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,63 dalam kategori sangat baik.

Penilaian ahli media yang menyangkut navigasi terdiri dari indikator yakni kejelasan struktur organisasi, kemudahan penggunaan button, navigasi sederhana: *user friendly*, kejelasan memilih menu, Kemudahan dalam mengingat sistem navigasi, kebebasan dalam menjelajah, merasa terkontrol selama kegiatan pembelajaran latihan, dapat masuk dan keluar (*exit*) program setiap saat, dan urutan tampilan (dapat kembali atau maju ke langkah selanjutnya). Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan navigasi dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,51 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut animasi terdiri dari indikator yakni kecepatan animasi, pengaturan animasi, dan presentasi animasi. Berdasarkan Tabel 6.7 dapat disimpulkan bahwa animasi dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,07 dalam kategori baik. Meskipun pada aspek ini dalam kategori baik, namun masih bisa dikembangkan lagi hingga memiliki kategori sangat baik.

Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut simulasi terdiri dari indikator yakni simulasi bersifat interaktif 3-dimensi, dan simulasi mudah

diakses. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa simulasi dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,70 dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian ahli media yang menyangkut efisiensi terdiri dari indikator yakni efisiensi narasi, dan efisiensi penggunaan frame. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan efisiensi dalam Virtual Reality dengan rerata skor 4,20 dalam kategori baik. Meskipun pada aspek ini dalam kategori baik, namun masih bisa dikembangkan lagi hingga memiliki kategori sangat baik.

Berkaitan dengan kebenaran aspek tampilan (*Audio Visual*), Virtual dan pemrograman, ahli media memberikan saran-saran untuk memperbaiki software Virtual Reality seperti pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Jenis Kesalahan dan Perbaikan Oleh Ahli Media

No.	Bagian yang salah	Jenis kesalahan	Saran perbaikan
1.	Tombol tutup pada bagian menu utama	Tombol tutup terpisah dengan form petunjuk penggunaan	Sebaiknya tombol tutup berada dalam form petunjuk (1 Group)
2.	Informasi petunjuk penggunaan pada setiap percobaan selalu tertutup dengan alat dan bahan	Aspek Tampilan	Lakukan pergeseran pada lembar petunjuk tepat di bawah alat dan bahan
3.	Penjelasan tentang kabel pada tombol kabel tertutupi dengan petunjuk "klik tahan...dst".	Aspek Tampilan	Menggeser ke atas penjelasan tentang kabel tersebut tepat di samping tombol kabel
4.	Pemrograman	Running text terlalu cepat	Kurangi kecepatan hingga jelas terbaca
5.	Tampilan	Warna alur rangkaian tidak kontras dengan background dan terlalu tipis	Buat warna kontras dan pertebal jalur rangkaian
6	Virtual	Buat volume sendiri untuk narator dan musiknya	

Selain saran diatas ahli media juga memberikan beberapa saran, antara lain sebagai berikut.

1. Secara umum aplikasi ini telah dapat digunakan dengan mudah sebagai alat bantu pelatihan untuk tingkat SMK.
2. Semua percobaan pelatihan berfungsi dengan baik seperti yang diharapkan sesuai skenario pembelajaran. Hanya sebelum dilakukan uji coba tentu perlu

dilakukan penyempurnaan khususnya pada beberapa aspek tampilan seperti yang disebutkan diatas. Selain itu jika memungkinkan perlu ditambahkan teori teori dasar yang cukup (teks/ audio/ video) untuk menjadikan aplikasi ini menjadi semakin sempurna.

3. Secara umum programnya sudah baik, walaupun demikian masih terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki antara lain misalnya pada bagian pelatihan agar lebih interaktif biarkan siswa memilih gerbang yang ingin dipakai artinya kabel-kabel penghubung tidak perlu disediakan akan tetapi cukup dengan mengklik titik tertentu untuk dihubungkan, selanjutnya diikuti suara panduan instruksi yang harus dilakukan, jika terdapat kesalahan dalam menginterpretasi instruksi ada peringatan kesalahan.
4. Untuk Visualisasi skematik/sisipan sebaiknya menggunakan Visualisasi vektor agar tidak terlihat pecah.
5. Pada halaman utama jangan menggunakan jenis huruf yang berkaki, diganti dengan jenis huruf Arial. Ahli media juga mengatakan bahwa secara umum Virtual Reality sangat bagus digunakan dan programnya sudah baik.

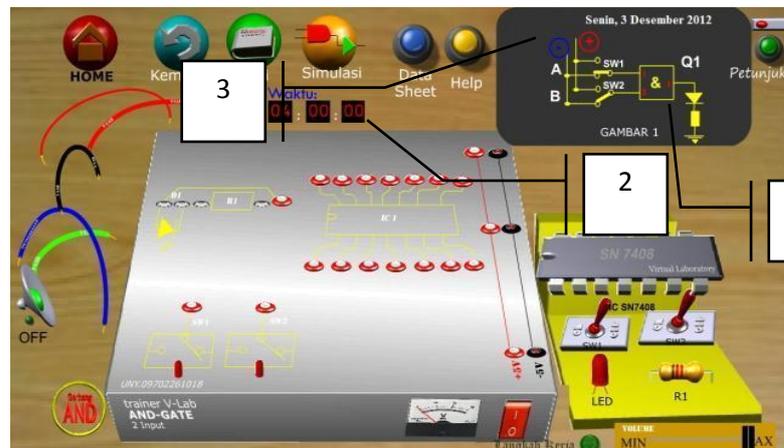
b. Revisi Produk Berdasarkan Saran Ahli Media

Pada bagian ini diuraikan proses revisi berdasarkan saran-saran ahli media dan ahli komunikasi visual yang telah diuraikan pada deskripsi data dari ahli media di atas. Pada proses revisi produk *virtual reality*, ahli komunikasi visual banyak memberikan masukan dari segi tampilan *virtual reality*. Penyampaian Visualisasi, desain Visualisasi, hingga teks disampaikan oleh ahli komunikasi visual harus selaras dengan konsep *virtual reality* yang akan menyajikan aspek realitas (kenyataan virtual) untuk itu diperlukan komunikasi dari media yang disampaikan benar-benar telah memenuhi persyaratan-persyaratan virtual yakni lingkungan yang mampu membawa siswa seolah berada dalam ruang pelatihan.

SEBELUM REVISI



SESUDAH REVISI



- 1) Frame ini merupakan *frame workscreen*, pada frame ini telah dilakukan revisi berdasarkan masukan dari ahli media dan ahli pemrograman. Menurut ahli pemrograman bahwasanya Visualisasi rangkaian yang berada di sebelah kanan atas perlu dikontraskan warna latar belakangnya, agar Visualisasi rangkaiannya kelihatan dengan jelas.
- 2) Selanjutnya *timer* perlu direvisi dengan mengganti warna

tulisan dan diberi bingkai agar kelihatan jelas dan fokus.

3) Untuk *frame* yang direvisi juga telah ditambahkan satu tombol “*help*” yang fungsinya untuk memberikan informasi kepada user/siswa bagaimana atau langkah apa yang harus dilakukan jika berada pada *frame* ini.

3. Data Produk pada Uji Coba satu-satu

Setelah produk media pelatihan *Virtual Reality* divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli komunikasi visual selanjutnya produk dimaksud diujicobakan. Uji Coba tahap pertama adalah uji coba satu-satu. Ujicoba ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi berbagai permasalahan baik kelemahan, kekurangan, maupun kesalahan yang ada pada produk *Virtual Reality*. Data yang diperoleh dari ujicoba ini dimaksudkan sebagai masukan untuk melakukan revisi.

Pengumpulan data pada ujicoba ini dilakukan dengan menggunakan instrumen berupa evaluasi dan melakukan pengamatan (observasi). Evaluasi digunakan untuk mendapatkan data berupa penilaian peserta didik mengenai kualitas media Lab Simulasi yang terdiri dari aspek isi, aspek desain pelatihan, aspek tampilan (*audio visual*), aspek virtual, dan aspek pemrograman. Sedangkan pengamatan (observasi) digunakan untuk memperoleh data mengenai motivasi peserta didik dalam melaksanakan pelatihan dan daya tarik menggunakan media *Virtual Reality*.

a. Deskripsi Data Uji Coba Satu-satu

Uji Coba satu-satu dilakukan di ruang rapat SMKN 10 Makassar. Responden pada ujicoba ini terdiri dari 6 siswa SMKN 10 Makassar yang mewakili karakteristik guru elektronika digital yang memiliki kemampuan/prestasi rendah, sedang, dan tinggi. Instrumen yang digunakan telah disesuaikan dengan kemampuan siswa dan telah divalidasi oleh ahli.

1) Aspek Isi

Penilaian aspek Isi untuk uji coba satu-satu ini dilakukan oleh 6 orang siswa SMK. Komponen dalam aspek isi yang dinilai adalah kualitas materi, kualitas virtual, dan kualitas bahasa. Masing-masing komponen terbagi atas beberapa indikator yang sekaligus menjadi butir pertanyaan bagi siswa. Rangkuman hasil penilaian ditunjukkan pada tabel 6.9.

Tabel 6.9 Skor Aspek Isi Pada Uji Coba Satu-Satu

NO.	KOMPONEN	JUMLAH INDIKATOR	RERATA SKOR	KRITERIA
1	Kualitas Materi	4	4,33	Sangat Baik
2	Kualitas Virtual	4	4,67	Sangat Baik
3	Kualitas Bahasa	2	4,42	Sangat Baik
Rerata Skor Keseluruhan			4,47	Sangat Baik

Item-item yang dinilai pada aspek isi masuk dalam kriteria sangat baik yang disajikan pada Tabel 6.9. Secara keseluruhan jumlah rerata skor aspek isi adalah 4,47 dikonversikan dalam skala 5 masuk dalam kriteria baik. Rerata hasil evaluasi siswa untuk komponen kualitas materi adalah 4,33 atau berada dalam kriteria sangat baik.

Sedangkan untuk komponen kualitas virtual diperoleh rerata hasil evaluasi 4,67 atau berada dalam kriteria sangat baik dan rerata hasil evaluasi terhadap kualitas bahasa adalah 4,42 atau kriteria sangat baik.

2) Aspek Desain pelatihan

Penilaian siswa terhadap aspek desain pelatihan yang terdiri dari komponen-komponen antara lain konsistensi, kejelasan tujuan, strategi pelatihan, sajian latihan dan tes, pemilihan metode, pemilihan bahasa, dan motivasi yang ada pada Virtual Reality. Hasil evaluasi terhadap komponen konsistensi diperoleh rerata 4,29 atau berada dalam kategori sangat baik. Sedangkan untuk komponen kejelasan tujuan yang diharapkan dalam latihan elektronika digital melalui Virtual Reality diperoleh rerata hasil evaluasi 4,25 atau berada dalam kategori sangat baik. Selanjutnya untuk komponen strategi pelatihan diperoleh rerata skor 4,25

atau berada dalam kategori sangat baik dan rerata hasil evaluasi siswa terhadap komponen sajian latihan dan tes diperoleh 4,44 atau berada dalam kriteria sangat baik. Sementara penilaian siswa terhadap aspek pemilihan metode masih rendah sekitar 4,08 atau berada dalam kriteria baik begitupula penilaian siswa terhadap pemilihan bahasa diperoleh rerata hasil evaluasi 4,17 atau berada dalam kategori baik.

Selain itu penilaian siswa terhadap motivasi berada dalam kategori sangat baik dengan rerata hasil evaluasi 4,67. Dengan demikian rerata keseluruhan untuk aspek desain pelatihan yang dinilai oleh enam orang siswa diperoleh rerata skor keseluruhan 4,31 atau berada dalam kategori sangat baik seperti yang diperlihatkan pada Tabel 6.10.

Tabel 6.10 Skor Aspek Desain pelatihan Pada Uji Coba Satu-Satu

No.	KOMPONEN	JUMLAH INDIKATOR	RERATA SKOR	KRITERIA
1	Konsistensi	7	4,29	Sangat Baik
2	Kejelasan tujuan	2	4,25	Sangat Baik
3	Strategi pelatihan	4	4,25	Sangat Baik
4	Sajian latihan dan tes	3	4,44	Sangat Baik
5	Pemilihan metode	4	4,08	Baik
6	Pemilihan bahasa	3	4,17	Baik
7	Motivasi	2	4,67	Sangat Baik
Rerata skor keseluruhan			4,31	Sangat Baik

3) Aspek Tampilan (*Audio Visual*)

Hasil evaluasi dalam uji coba satu-satu oleh enam siswa SMK menunjukkan bahwa komponen teks memiliki rerata 4,37 dengan kriteria sangat baik. Komponen bahasa memiliki rerata 4,67 atau kriteria sangat baik. Komponen Visualisasi yang disajikan dalam setiap frame dinilai dengan rerata 4,71 atau kriteria sangat baik. Komponen warna memiliki rerata 4,21 atau kriteria sangat baik. Komponen pengiring dan pemilihan musik memiliki rerata 4,33 atau kriteria sangat baik. Komponen tata letak memiliki rerata 4,58 atau kriteria sangat baik.

Komponen animasi memiliki rerata skor 4,54 atau kriteria sangat baik. Komponen simulasi memiliki rerata skor 4,61 atau dengan kategori sangat baik. Komponen button memiliki rerata skor 4,44 atau dengan kategori sangat baik. Komponen resolusi memiliki rerata skor 4,38 atau dengan kategori sangat baik.

Rangkuman hasil penilaian rerata keseluruhan skor 4,49 atau berada dengan kategori sangat baik. Hal ini memberikan penguatan bahwa aspek tampilan telah memenuhi syarat untuk dijadikan tampilan dalam Virtual Reality seperti yang disajikan dalam tabel 6.11.

Tabel 6.11 Skor Aspek Tampilan (*Audio Visual*) Pada Uji Coba Satu-Satu

NO.	KOMPONEN	JUMLAH INDIKATOR	RERATA SKOR	KRITERIA
1	Teks	5	4,37	Sangat Baik
2	Bahasa	3	4,67	Sangat Baik
3	Visualisasi	5	4,71	Sangat Baik
4	Warna	7	4,21	Sangat Baik
5	Musik	5	4,33	Sangat Baik
6	Tata letak	6	4,58	Sangat Baik
7	Animasi	4	4,54	Sangat Baik
8	Simulasi	3	4,61	Sangat Baik
9	Button	3	4,44	Sangat Baik
10	Resolusi	2	4,38	Sangat Baik
Rerata Skor Keseluruhan			4,49	Sangat Baik

4) Aspek Virtual

Hasil evaluasi terhadap uji coba satu-satu dimana enam orang siswa menilai komponen penjelasan konsep abstrak dan kompleks memiliki rerata 4,56 atau kriteria sangat baik. Komponen aplikasi nyata memiliki rerata 4,67 atau kriteria sangat baik. Komponen bentuk pelatihan memiliki rerata 4,59 atau kriteria sangat baik. Komponen kelengkapan memiliki rerata 4,29 atau kriteria sangat baik. Komponen teknik animasi dan Visualisasi 3-dimensi memiliki rerata 4,75 atau kriteria sangat baik. Secara keseluruhan aspek virtual yang dikembangkan

memenuhi kategori sangat baik, hal itu terlihat dari rerata skor keseluruhan bernilai 4,57. Dengan hasil ini program Virtual Reality telah memenuhi persyaratan untuk dapat digunakan dalam pelaksanaan kegiatan latihan. Rangkuman penilaian disajikan dalam Tabel 6.12.

Tabel 6.12 Skor Aspek Virtual Pada Uji Coba Satu-Satu

NO.	KOMPONEN	JUMLAH INDIKATOR	RERATA SKOR	KRITERIA
1	Penjelasan Konsep Abstrak Dan Kompleks	3	4,56	Sangat Baik
2	Aplikasi Nyata	3	4,67	Sangat Baik
3	Bentuk pelatihan	5	4,59	Sangat Baik
4	Kelengkapan	4	4,29	Sangat Baik
5	Teknik Animasi Dan Visualisasi 3-Dimensi	2	4,75	Sangat Baik
Rerata Skor Keseluruhan			4,57	Sangat Baik

5) Aspek Pemrograman

Penilaian yang terakhir dalam uji coba satu-satu adalah pada aspek pemrograman. Komponen pemrograman memiliki rerata 4,53 atau dengan kriteria sangat baik. Komponen interaksi memiliki rerata 4,53 atau dengan kriteria sangat baik. Selanjutnya komponen navigasi memiliki rerata 4,42 atau dengan kriteria sangat baik. Komponen animasi memiliki rerata 4,42 atau dengan kriteria sangat baik. Komponen simulasi memiliki rerata 4,50 atau dengan kriteria sangat baik. Komponen efisiensi memiliki rerata 4,61 atau dengan kriteria sangat baik. Dengan demikian jumlah rerata keseluruhan untuk aspek pemrograman ini adalah 4,51 atau dengan kriteria sangat baik. Hasil ini memberikan kesimpulan bahwa program *Virtual Reality* telah memenuhi persyaratan untuk dapat digunakan sebagai media pelatihan. Rangkuman hasil penilaian disajikan dalam Tabel 6.13.

Tabel 6.13 Skor Aspek Pemrograman Pada Uji Coba Satu-Satu

NO.	KOMPONEN	JUMLAH INDIKATOR	RERATA SKOR	KRITERIA
-----	----------	------------------	-------------	----------

1	Pemrograman	10	4,53	Sangat Baik
2	Interaksi	10	4,53	Sangat Baik
3	Navigasi	8	4,42	Sangat Baik
4	Animasi	2	4,50	Sangat Baik
5	Simulasi	3	4,50	Sangat Baik
6	Efisiensi	3	4,61	Sangat Baik
Rerata Skor Keseluruhan			4,51	Sangat Baik

Secara keseluruhan aspek yang dinilai dari hasil uji coba satu-satu adalah 4,53 termasuk dalam kriteria sangat baik, melalui pengamatan (observasi) terhadap siswa SMK juga diperoleh beberapa masukan sebagai berikut:

1. salah seorang siswa mengatakan sulit untuk menggambar diagram, sebaiknya menggunakan mouse khusus untuk menggambar
2. beberapa siswa mengatakan bahwa laboratorium yang dikembangkan hampir keseluruhan sangat baik.

b. Revisi Produk Berdasarkan Uji Coba Satu-satu

Sebelum media Virtual Reality diujicobakan ke tahap selanjutnya, produk direvisi sesuai dengan saran masukan dari responden. Revisi yang dilakukan berdasarkan saran responden pada uji coba satu-satu adalah sebagai berikut:

- a. untuk menggambar diagram atau grafik pada form *workscreen* maka pada frame grafik diberikan script pada program agar kepekaan mouse terhadap gerakan mempunyai taraf normal sehingga dalam menarik garis dengan menggunakan mouse lebih mudah.
- b. agar siswa lebih tepat dan menggambar grafik, maka dibutuhkan *interface I/O* berupa mouse 3D. Mouse ini berguna untuk menggambar garis lebih efisien.

6.6 Analisis Keefektifan dan Kepraktisan Penggunaan Virtual Reality

Pada Uji Coba lapangan untuk menguji keefektifan produk Virtual Reality, maka disebarkan angket kepada 5 orang guru mata pelajaran pelatihan elektronika

digital diantaranya seorang guru SMKN 2 Makassar, tiga orang guru SMKN 10 Makassar , dan seorang guru SMK Muhammadiyah 2 Bontoala. Salah satu cara menentukan keefektifan dan kepraktisan model adalah melalui penilaian ahli dan praktisi berdasarkan hasil penguasaan teori dan pengalaman yang dimilikinya menyatakan bahwa model Virtual Reality dapat dikatakan efektif atau tidak. Hasil dari penilaian angket mengenai keefektifan produk disajikan pada Tabel 6.14.

Tabel 6.14 Penilaian Keefektifan produk

KOMPONEN YANG DINILIAI	Rerata Skor	Kategori
Indikator Keefektifan		
1. Tercapainya peningkatan unjuk kerja (kompetensi siswa)	4,2	Baik
2. Siswa memperlihatkan aktivitas latihan yang meningkat	4,8	Sangat Baik
3. Peningkatan unjuk kerja peserta didik untuk penuntasan materi	4,8	Sangat Baik
4. Respon langsung peserta didik terhadap pertanyaan balikan	4,6	Sangat Baik
5. Mengajukan pertanyaan langsung atau tanggapan dengan mengangkat tangan	4,4	Baik
Rerata Skor Keseluruhan	4,56	Sangat Baik

Dari Tabel 6.14 untuk menilai keefektifan produk *Virtual Reality* diberikan beberapa indikator penilaian mengenai tercapainya peningkatan kerja (kompetensi guru) diperoleh rerata skor 4,2 atau berada dalam kategori baik. Penilaian terhadap peningkatan aktivitas siswa diperoleh rerata skor 4,8 atau berada dalam kategori sangat baik. Penilaian terhadap peningkatan unjuk kerja peserta didik untuk penuntasan materi diperoleh skor 4,8 atau dalam kategori sangat baik. Selanjutnya penilaian terhadap respon langsung peserta didik terhadap pertanyaan balikan yang diberikan selama proses pelatihan diperoleh rerata skor 4,6 atau berada dalam kategori sangat baik. Terakhir penilaian terhadap respon siswa dengan mengajukan pertanyaan atau tanggapan dengan

mengangkat tangan diperoleh skor 4,4 atau berada dalam kategori baik. Dengan demikian rerata keseluruhan keefektifan produk diperoleh rerata skor 4,56 atau berada dalam kategori sangat baik. Hal ini berarti bahwa produk yang dikembangkan berdasarkan tanggapan guru mata pelajaran latihan di SMK memenuhi syarat efektifitas produk yang sangat baik.

Selanjutnya untuk melihat produk Virtual Reality yang dikembangkan dalam penelitian ini telah memenuhi syarat praktis melalui beberapa indikator penilaian seperti yang disajikan pada Tabel 6.15, diperoleh rerata skor keseluruhan aspek 4,9 dalam kategori sangat baik. Indikator-indikator yang menyatakan kepraktisan dijabarkan dengan empat indikator penilaian sebagai berikut: Pertama, siswa dapat melaksanakan dan menyelesaikan pelatihan secara objektif sesuai alur dan prosedur dalam Virtual Reality diperoleh rerata skor 4,8 atau berada dalam kategori sangat baik. Hal ini sangat praktis jika dibandingkan pada saat pelatihan pada laboratorium konvensional satu peralatan dilatihkan oleh 4-5 orang siswa sehingga penyelesaian pelatihan tidak berjalan secara objektif karena hanya seorang yang mengerjakan dan yang lainnya hanya menonton, juga pada laboratorium konvensional hanya siswa yang cerdas saja yang bisa melakukan latihan dengan baik. Kedua, Guru dapat langsung melakukan penilaian dan skoring terhadap hasil pelatihan siswa yang disimpan dalam database program Virtual Reality diperoleh rerata skor 5 atau dengan kategori sangat baik. Berbeda halnya pada laboratorium konvensional guru harus mengamati siswa satu persatu dengan seksama berjalannya proses pelatihan yang dilakukan oleh siswa. Ketiga, Virtual Reality yang tersimpan dalam komputer dapat langsung diakses oleh siswa untuk melakukan pelatihan diperoleh rerata skor 5 dengan kategori sangat baik. Semua yang dibutuhkan dalam Virtual Reality telah disediakan termasuk alat dan bahan, alat ukur, dan *data sheet book* diperoleh rerata skor 4,8 dengan kategori sangat baik.

Tabel 6.15 Penilaian Kepraktisan produk

KOMPONEN YANG DINILIAI	Rerata	Kategori
------------------------	--------	----------

	Skor	
Indikator Kepraktisan		
1. Siswa dapat melaksanakan dan menyelesaikan pelatihan secara objektif sesuai alur dan prosedur dalam Virtual Reality	4,8	Sangat Baik
2. Guru dapat langsung melakukan penilaian dan skoring terhadap hasil pelatihan siswa yang disimpan dalam database program Virtual Reality	5	Sangat Baik
3. Virtual Reality yang tersimpan dalam komputer dapat langsung diakses oleh siswa untuk melakukan pelatihan	5	Sangat Baik
4. Semua yang dibutuhkan dalam Virtual Reality telah disediakan termasuk alat dan bahan, alat ukur, dan data sheet book	4,8	Sangat Baik
Rerata Skor Keseluruhan	4,9	Sangat Baik

6.7 Analisis Efisiensi Virtual Reality

Hasil pengamatan mengenai efisiensi Virtual Reality memiliki beberapa indikator yakni efisiensi waktu pelatihan, keterbantuan pelatihan dengan media berbasis simulasi, dan latihan mandiri/ melakukan kegiatan pelatihan tanpa bergantung pada instruktur/guru. Pengamat melakukan pengamatan pada 3 SMK (SMKN 2 Makassar, SMKN 10 Makassar, dan SMK Muhammadiyah 2 Bontoala Makassar). Dari hasil pengamatan di SMKN 2 Makassar diperoleh bahwa waktu pelatihan elektronika digital dengan menggunakan Virtual Reality dapat mengefisiensi waktu 60 Menit jika dibandingkan dengan pelatihan konvensional hal ini dibuktikan dengan penyelesaian topik pelatihan yang dapat diselesaikan dengan waktu yang lebih cepat (Tabel 6.16). pelatihan elektronika dengan memanfaatkan Virtual Reality akan sangat membantu guru dan siswa dengan keterbatasan alat dan bahan. Selanjutnya indikator kegiatan pelatihan rata-rata siswa mampu melakukan kegiatan latihan secara mandiri tanpa bantuan dari instruktur, siswa sekali bertanya mengenai penempatan komponen yang ada dalam Virtual Reality.

Selanjutnya hasil pengamatan pada SMKN 10 Makassar diperoleh kesimpulan mengenai efisiensi penggunaan waktu relatif lebih cepat 73,46 menit

jika dibandingkan dengan pelatihan konvensional (Tabel 6.16). SMKN BPPKT RSBI memiliki peralatan pelatihan yang cukup lengkap untuk itu mengenai indikator ketergantungan pelatihan dengan media berbasis simulasi berdasarkan hasil pengamatan sangat membantu siswa dalam mengamati konsep yang abstrak hal ini berdasarkan pengamatan banyak siswa setelah melakukan pelatihan melalui Virtual Reality kebanyakan dari mereka membuka form animasi dan form aplikasi. Sehingga peneliti berkesimpulan bahwa peralatan yang lengkap seharusnya didukung oleh Virtual Reality yang dapat digunakan oleh siswa sebagai persiapan sebelum memasuki laboratorium yang sesungguhnya. Siswa menggunakan Virtual Reality dengan serius dan guru mengamati dengan berjalan di sekeliling siswa yang sedang melaksanakan latihan menggunakan Virtual Reality, kebanyakan siswa menanyakan kepada guru mengenai hal yang teknis dalam pengoperasian Virtual Reality. Dari hasil pengamatan juga diperoleh siswa lebih banyak berdiskusi dengan sesamanya jika terdapat hal yang tidak diketahui dalam Virtual Reality.

Pengamatan terakhir yang dilakukan pada SMK Muhammadiyah 2 Bontoala Makassar, sekolah ini merupakan salah satu SMK swasta yang ada di Makassar dengan jumlah peminat yang mendaftar cukup banyak setiap tahunnya. Pengamat menyimpulkan bahwa waktu pelatihan lebih cepat 45 menit dibandingkan dengan pelatihan konvensional (Tabel 6.16). Jika dibandingkan dengan SMKN 2 Makassar dan SMKN BPPKT RSBI efisiensi waktu pelatihan di SMK Muhammadiyah masih relatif kurang efisien dikarenakan kecanggungan siswa dalam menjalankan Virtual Reality masih tinggi. Keterbatasan peralatan yang ada di SMK Muhammadiyah 2 Bontoala menjadikan media pelatihan elektronika digital sangat membantu. Mengenai kegiatan latihan mandiri, siswa SMK memperlihatkan keseriusan dalam kegiatan latihan. Berdasarkan hasil observasi dari pengamat, siswa mampu melakukan kegiatan pelatihan tanpa bergantung pada instruktur/guru. Hal ini terlihat kurangnya siswa yang bertanya mengenai materi pelatihan.

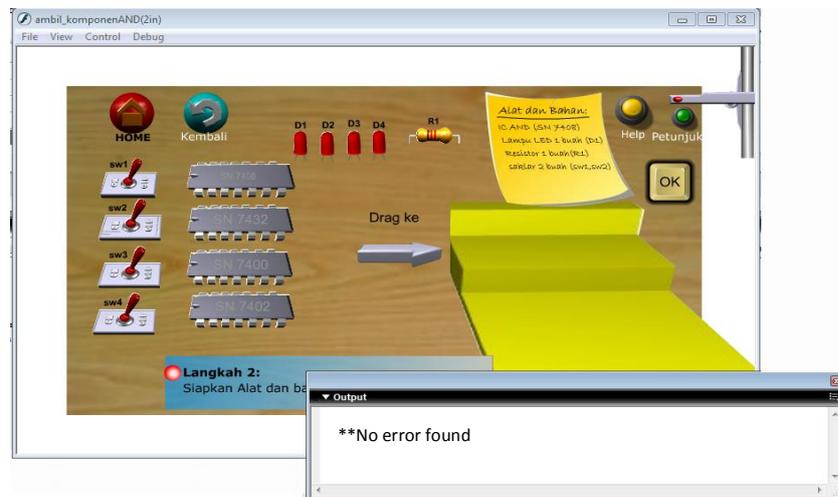
Tabel 6.16 Waktu pelatihan

NO	NAMA SEKOLAH	Waktu Yang Disediakan setiap topik	Rerata Waktu Penyelesaian (menit)		
			pelatihan Konvensional	pelatihan Virtual Reality	Selisih (menit)
1	SMKN 2 Makassar	4 X 45 menit	137,69	77,69	60,00
2	SMKN 10 Makassar	4 X 45 menit	141,15	67,69	73,46
3	SMK Muh 2 Mksr	4 X 45 menit	141,54	96,54	45,00

Pengujian Perangkat Lunak (*software*) Virtual Reality

Pengujian *software* merupakan investigasi yang dilakukan untuk memberikan informasi kepada pengguna tentang kualitas produk Virtual Reality sedang diuji. Pengujian *software* juga dapat dinyatakan sebagai proses untuk memvalidasi dan memverifikasi bahwa program *software* Virtual Reality: 1) memenuhi persyaratan teknis; 2) bekerja seperti yang diharapkan, dan 3) dapat diimplementasikan dengan karakteristik yang sama.

Tujuan utama pengujian Virtual Reality adalah untuk mendeteksi kegagalan perangkat lunak sehingga cacat dapat ditemukan dan diperbaiki. Pada pengujian perangkat lunak Virtual Reality seringkali berisi pemeriksaan kode seperti yang disajikan pada Gambar 6.19 terlihat bahwa hasil eksekusi program pada salah satu halaman ambil komponen menunjukkan tidak adanya program yang mengalami kegagalan, hal ini ditunjukkan pada kotak dialog *output* program *macromedia flash* yang menyatakan “*no error found..*”



Gambar 6.19 Pengujian Perangkat Lunak

6.8 Integrasi Metodologi Virtual Reality

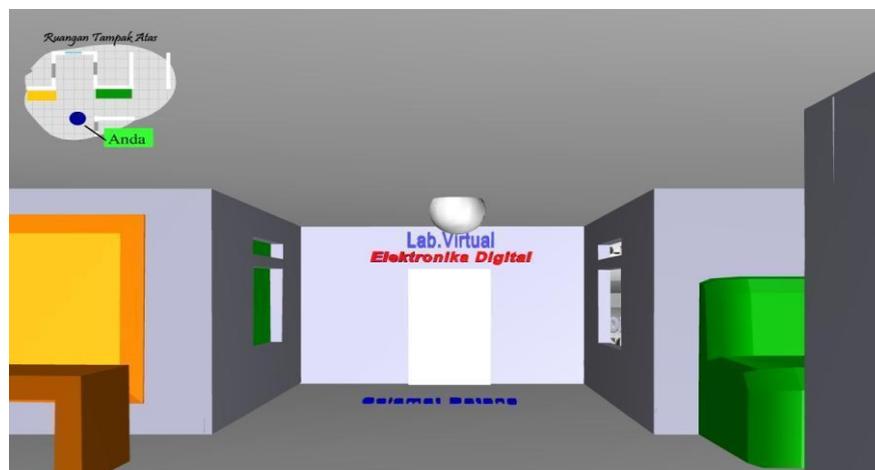
Virtual Reality terbentuk atas beberapa bagian komponen yang mendukung, untuk itu diperlukan adanya metodologi dalam mendesain sebuah Virtual Reality. Pendekatan desain/metodologi memungkinkan dikembangkannya Virtual Reality untuk semua bidang studi tanpa terbatas pada kursus atau pelatihan. Integrasi ini menyangkut arsitektur dan organisasi yang dimiliki sebuah Virtual Reality 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 latihan adalah merupakan komponen yang penting bagi siswa teknik khususnya siswa SMK. Pembelajaran latihan di SMK salah satu prinsipnya adalah bagaimana membuktikan suatu teori. Menurut Banerji (1996) yang memberikan poin utama bahwasanya siswa teknik sangat komplit 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 Virtual Reality 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 6.20 dan siswa membuka pintu ruang laboratorium diperlihatkan pada Gambar 6.20.



Gambar 6.20 Salah satu halaman *studio room* (i)

Pada Gambar 6.20, untuk membuka pintu ruangan digunakan 2 metode yakni melalui gagang pintu dan melalui *password*. Password yang digunakan dalam Virtual Reality 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 Virtual Reality *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.

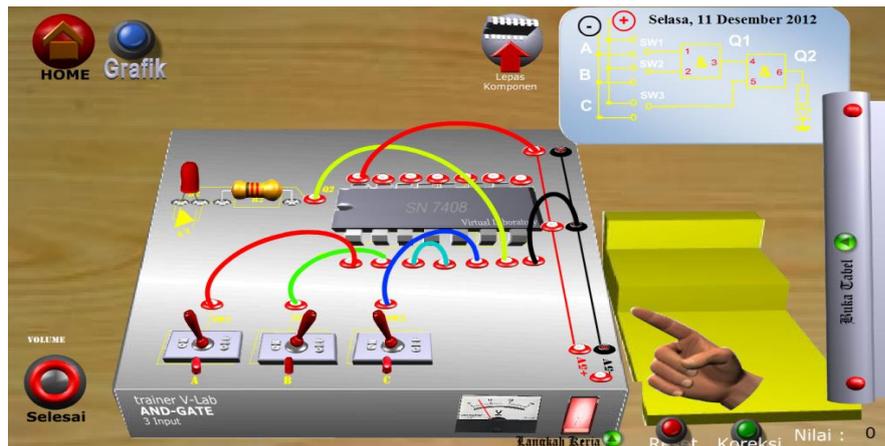
Pada Virtual Reality yang dikembangkan mencakup aspek interaktif dan proses kontrol dengan mempertimbangkan desain dari aspek ergonomik dan psikologi. Pada halaman *workscren* menyediakan cara: 1) input, memungkinkan pengguna untuk memanipulasi sistem; 2) output, memungkinkan sistem untuk menunjukkan efek manipulasi pengguna disajikan pada Gambar 6.21.



Gambar 6.21 Salah satu bentuk user interface pada Virtual Reality

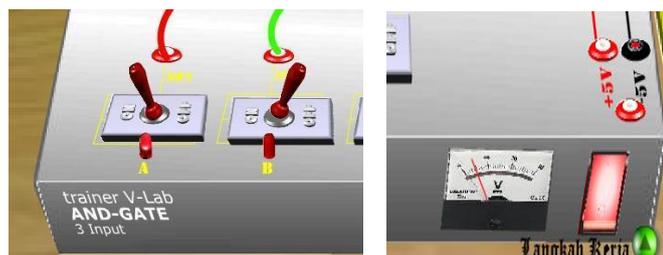
Pada Gambar 6.21 diperlihatkan sebuah tampilan layar kerja (*workscren*) yang memungkinkan pengguna untuk dapat melakukan proses manipulasi dengan memasang komponen dan kabel sesuai dengan gambar rangkaian yang terletak pada sebelah kanan atas halaman. Di dalam melakukan pemasangan komponen pengguna 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 diperlihatkan pada Gambar 6.22 dan jika tidak berarti masih terdapat pemasangan komponen yang keliru atau terlupakan untuk itu perlu dilakukan review ulang.



Gambar 6.22 Salah satu bentuk user interface pada Virtual Reality

Pada Gambar 6.22 terlihat bahwa trainer sudah dapat dijalankan dengan ditandainya nyala lampu pada trainer dan penunjukan voltmeter dengan nilai penunjukan 5 Volt.

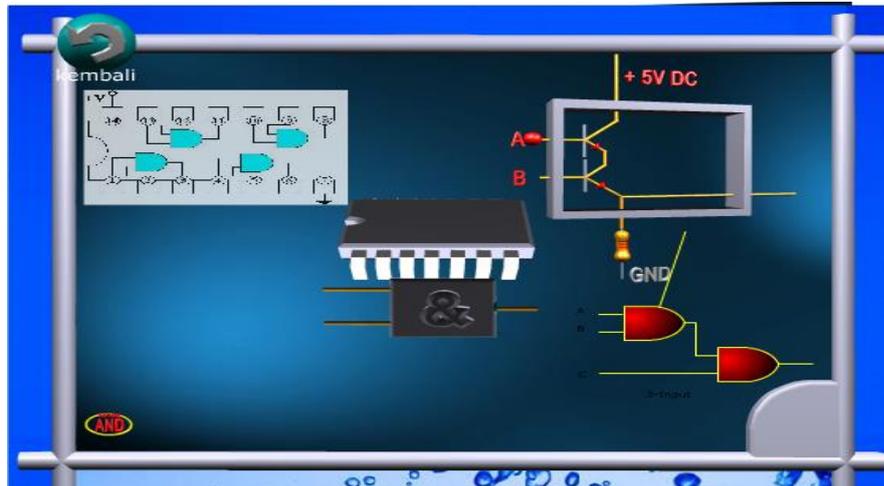


Gambar 6.23 Indikator Input dan output *user interface*

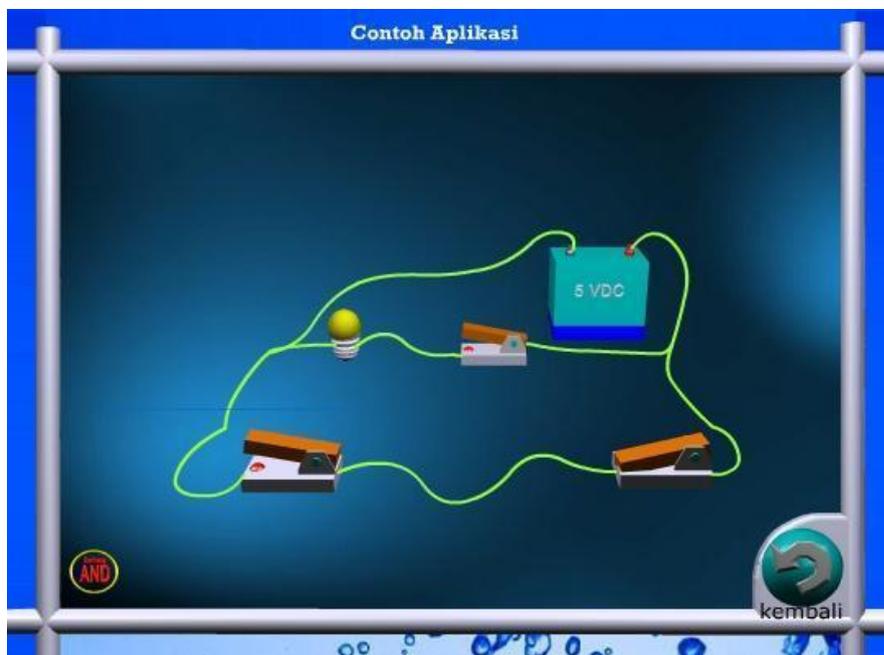
c. *Virtual Simulation Modeling*

Representasi dalam Virtual Reality didesain dalam bentuk 3 dimensi. Semua data ditampilkan dalam bentuk 3-dimensi seperti layaknya pada tampilan yang sebenarnya disajikan pada Gambar 6.23. 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 6.24 dan 6.25.



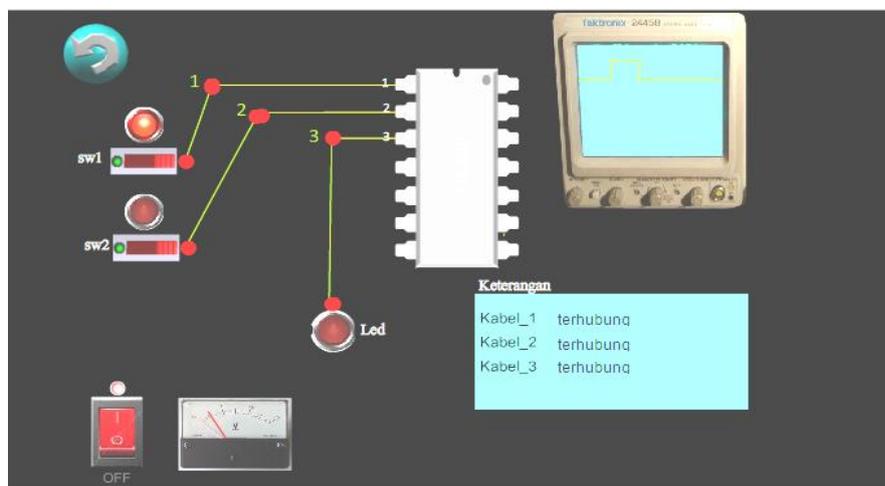
Gambar 6.24 Salah satu halaman teori yang memberikan model simulasi 3-D secara virtual



Gambar 6.25 Salah satu halaman teori yang memberikan Aplikasi simulasi 3-D secara virtual

d. *Interactive Tools*

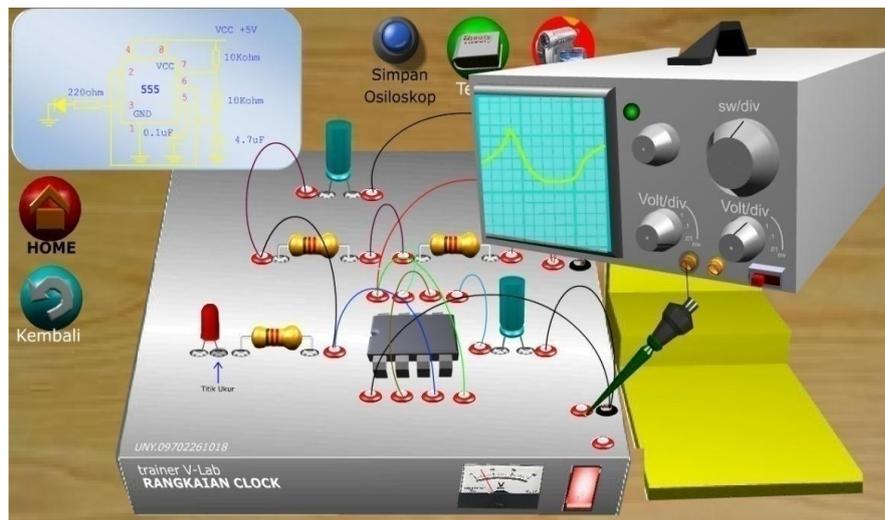
Pada Virtual Reality yang dikembangkan sebuah didesain halaman yang menggabungkan berbagai aplikasi media visual dan audio kedalamnya, serta dapat terkontrol secara interaktif dengan sebuah aplikasi kontrol untuk memberi kemudahan penggunanya dalam memproses atau mencari informasi yang diperlukan secara beruntun maupun secara acak melalui sistem navigasi logika interaktif. *Interactive tools* pada Virtual Reality ini dapat diperoleh dengan melakukan proses penyambungan kabel dari satu komponen ke komponen lainnya melalui halaman simulasi seperti yang diperlihatkan Gambar 6.26.



Gambar 6.26 Salah satu *interactive tools* melalui halaman simulasi

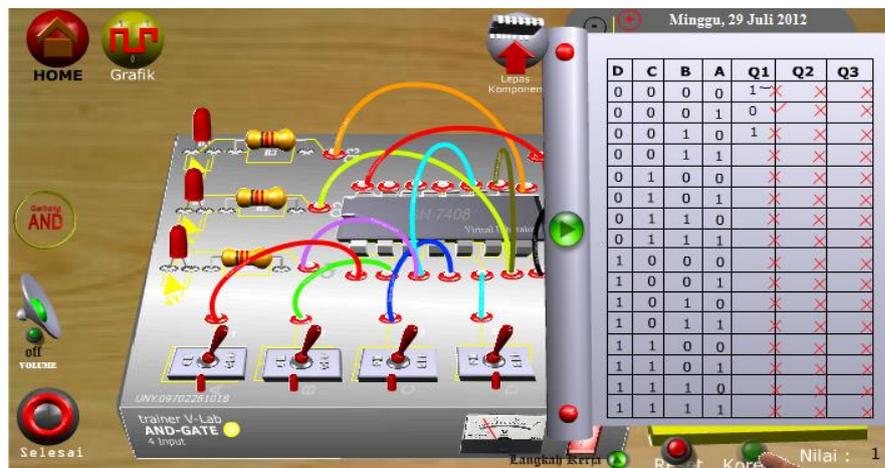
Interactive tools dikembangkan dengan menggunakan garis penghubung yang menghubungkan kaki-kaki komponen. Garis penghubung pada halaman ini berfungsi sebagai kabel penghubung. *Interactive tools* dalam Virtual Reality ini sangat bermanfaat untuk mengVisualisasikan karakteristik komponen dan alat ukur. 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 6.27 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 6.27 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 6.27 Salah satu *Interactive Tools* melalui penggunaan Osiloskop

Halaman lain yang dikembangkan berdasarkan prinsip *interactive tools* adalah pada halaman *workscreens* yakni saat mengisi tabel kebenaran disajikan pada Gambar 6.28. Proses pelatihan 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 pelatihan. 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 6.28.



Gambar 6.28 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 (rhetorical), olah rasa (estetika) yang kreatif dan inovatif (baru, asli, lancar dan luwes).

Virtual Reality yang dikembangkan banyak mengacu pada unsur-unsur visualisasi antara lain: 1) mendukung materi ajar dan desain pelatihan, 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, Visualisasi dan elemen visual lain); 3) Olah pesan (verbal) yang ada pada pelatihan konvensional diubah menjadi pesan visual, dengan memperhatikan tanda-tanda pesan visual yang dimengerti, mudah, gampang dan nyaman dilihat/dibaca; 4) dengan memperbanyak Visualisasi yang relevan untuk setiap item bahasan teori.

Visualisasi *form* Virtual Reality pada Gambar 6.29 dan Gambar 6.30 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 6.29 Salah satu halaman petunjuk dan keselamatan kerja dengan representasi visual

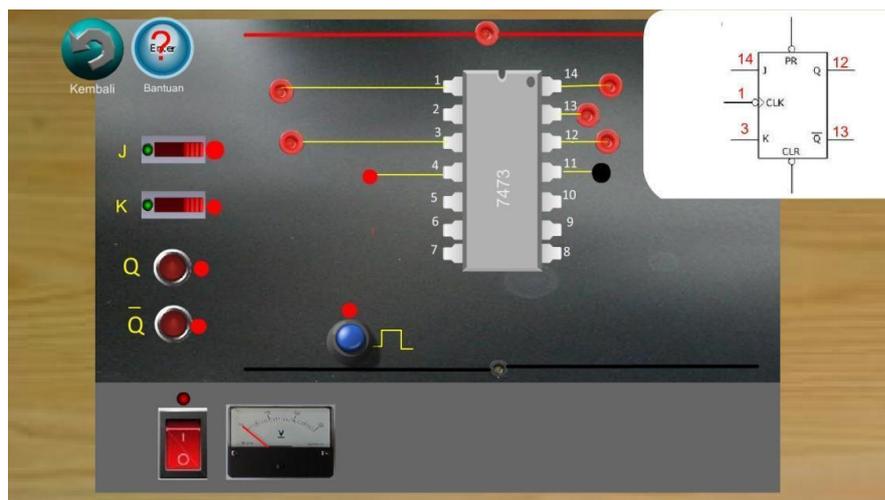


Gambar 6.30 Salah satu halaman petunjuk dan keselamatan kerja dengan representasi visual

f. *Virtual Workspace*

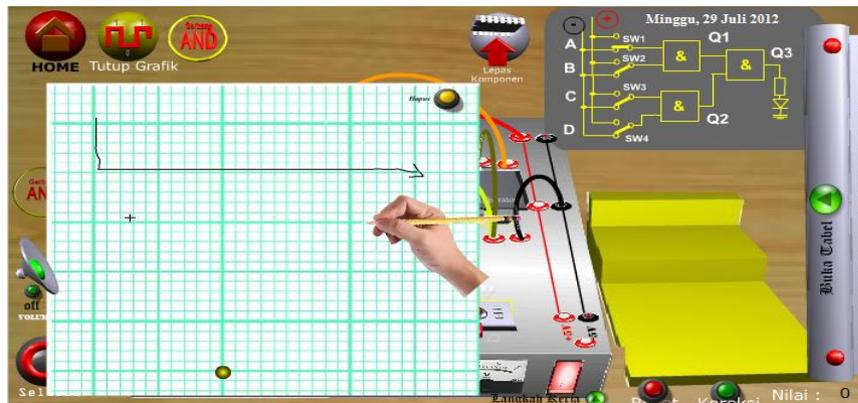
Pelatihan secara “*hands-on*” dikembangkan oleh ahli pendidikan dan ilmu sains yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan investigasi terhadap sebuah rangkaian. Proses pelatihan bagi siswa akan memberikan keterampilan observasi, prediksi, penalaran deduktif, pemodelan konseptual, membangun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

Menggunakan manipulasi secara virtual seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.31 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 6.31 Halaman *Workscreen* dalam Virtual Reality

Pada Gambar 6.31 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 6.32.



Gambar 6.32 Salah satu halaman *worksreen* dengan fasilitas gambar grafik

g. *Authoring Tools*

Banyak software yang dapat digunakan untuk merancang multimedia. Untuk Virtual Reality 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 *Swishmax*, *Macromedia Flash* dan pengolahan grafis 3-Dimensi menggunakan *3Ds-Max* serta pengolahan animasi 3-Dimensi menggunakan *Swift 3D Ver. 2*.

h. *Kajian Produk Akhir*

Model Virtual Reality mata pelajaran Elektronika Digital merupakan salah satu bentuk multimedia interaktif yang dapat mendukung kegiatan latihan konvensional di laboratorium riil. Produk akhir dari pengembangan ini adalah Aplikasi smartphone Virtual Reality dalam mata pelajaran Elektronika Digital yang dikemas dalam satu keping *Compact Disk* yang berisikan Virtual Reality untuk keperluan kegiatan pelatihan. Pada proses pengembangannya diawali dengan studi pendahuluan yakni analisis kebutuhan mata pelajaran yang menjadi objek pembuatan Virtual Reality. Dari analisis kebutuhan tersebut terungkap bahwa di SMK masih memiliki peralatan yang terbatas dan belum mencukupi untuk kegiatan latihan, selanjutnya kegiatan pelatihan secara virtual berbasis

simulasi sangat dibutuhkan oleh siswa, rencana pelatihan 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 di banyak jurusan seperti halnya Elektronika Komunikasi, TKJ, Audio Video. Kelengkapan untuk pelatihan mata pelajaran elektronika di SMK masih kurang dan memerlukan peralatan sedang peralatan yang ada saat ini alat dan bahan untuk latihan 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 latihan yang memiliki sub pokok bahasan yang banyak namun waktu yang terbatas dalam melaksanakan pelatihan, hal ini lah yang menjadi kendala dalam mengefektifkan mata pelajaran elektronika digital.

Setelah melihat kondisi dan kebutuhan mengenai perlunya sebuah strategi pembelajaran yakni pembelajaran pelatihan 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 pelatihan berbasis simulasi dalam hal ini menggunakan *Macromedia Flash MX*, *Macromedia Flash Professional 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 uji coba satu-satu sebanyak 6 orang.

Beberapa keunggulan dari produk Virtual Reality yang dikembangkan seperti dikemukakan sebagai berikut.

1. Virtual Reality sangat membantu dalam melakukan perakitan sebuah rangkaian dalam bentuk 3 dimensi dan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran latihan, melalui eksplorasi 3D siswa dapat mengerti mengenai suatu masalah yang abstrak.
2. Virtual Reality memberikan fasilitas kegunaan dan interaktivitas yang tinggi
3. pelatihan Elektronika Digital dengan menggunakan pengembangan model Virtual Reality itu memperlihatkan tanggapan yang sangat bagus dan membuat siswa cepat mengerti dan cepat memahami pelajaran tersebut.
4. Melalui Virtual Reality siswa mampu mengetahui hal-hal yang selama ini belum sepenuhnya saya dapatkan dan dapat mengasah kemampuan mereka.
5. Pendekatan pelatihan dengan Virtual Reality siswa lebih mengerti dan lebih mudah memahami cara pengerjaan dan tidak membosankan.
6. pelatihan dengan lingkungan yang berbasis simulasi dapat menampilkan objek alat dan bahan latihan secara 3-Dimensi meliputi struktur dan fungsinya, siswa SMK dapat mempelajari prinsip sistem dengan cepat, efektif, dan interaktif serta navigator 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 latihan tanpa harus mengikuti jadwal yang ada di laboratorium riil
9. membutuhkan interaksi, lebih menekankan partisipasi yang aktif daripada pasif.
10. Tidak akan ada korsleting listrik (electric shock) jika terjadi kesalahan sambungan yang dilakukan oleh siswa sehingga aman digunakan
11. Pada Virtual Reality mengenai tingkat bahaya, biaya yang tinggi dalam pengadaan alat dan bahan, dan pelatihan yang komplit dapat direalisasikan ke dalam Virtual Reality

12. Juga kemudahan menggunakan Virtual Reality ini karena sifatnya autorun hanya memasukkan CD media Virtual Reality ke perangkat CD ROM komputer peserta didik langsung menyala dan langsung jalan.
13. Virtual Reality memiliki lingkungan yang dinamis untuk dikembangkan, pencapaian pengetahuan, dan peningkatan keterampilan.

Berdasarkan kajian yang diuraikan diatas pengembangan Virtual Reality mata pelajaran Elektronika Digital di SMK khususnya dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan 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.

Selain melakukan penelitian juga melakukan Kuliah umu dengan tema “Self Efficacy” yang terkait dengan penelitian. Penyampaian materi oleh Narasumber dari BOE VEDC Malang yakni **Dr. Rafie Pawellangi, M.T., M.Pd** memberikan poin penting terkait dengan Self Efficacy yang akan menjadi bahan penting dalam penelitian ini. Sehingga indikator-indikator Self Efficacy dapat terpenuhi untuk Tahun ke-2 Nanti.

Melakukan Sosialisasi dan kuliah umum, dilaksanakan di FT





Gambar 2. Melaksanakan kegiatan Kuliah tamu dan diskusi terkait Program Pelatihan di Siswa SMK Dalam Rangka Meningkatkan Kompetensi Kejuruan Dan bagaimana cara meningkatkan Self Efficacy di dunia Industri.

Status Luaran

Tabel 2. Tabel ketercapaian Luaran

No	Jenis Luaran				Indikator Capaian
	Katogori	Sub Kategori	Wajib	Tam-bahan	TS
1	Artikel Ilmiah dimuat di Jurnal Internasional	Internasional bereputasi 200 terbaik (Q1)		√	Submit pada Jurnal bereputasi Q1 Bukti Submit dan diterima Ada pada Laman Bima
2	Artikel Ilmiah dimuat di Jurnal Internasional	Internasional Terindeks Database Internasional		√	Telah terbit pada World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences https://wjaets.com/content/potential-utilization-virtual-reality-learning-vocational-school-teachers
3	Artkel Ilmiah dimuat di Prosiding	Internasional Terindeks Scopus		√	Telah di Submit pada www.wcasetkualalumpur.com Bukti Submit dan diterima Ada pada Laman Bima
		Internasional Terindeks Data base Internasional		√	Telah di Submit pada https://www.scienc.euzbekistan.org/tas hkent Bukti Submit dan diterima Ada pada Laman Bima
4	Hak Kekayaan Intelektual (HAKI)	Paten	√		Draft
		Hak Cipta	√		Tercatat dan Telah Terbit Sertifikat

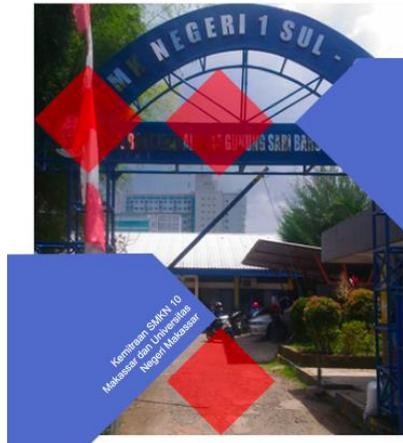
5	Teknologi Tepat Guna	√		Produk
6	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/ Rekayasa Sosial	√		Produk
7	Buku Ajar (ISBN)		√	Draft
9	Buku Referensi (ISBN)		√	Telah Terbit pada UNM Press ISBN: 978-623-387-133-4
9	Book Chapter		√	Draft

Bukti Dokumen Ada dalam Dokumen Google Drive :

https://drive.google.com/drive/folders/128yWTnwHXxQCW_-KHFjAd1lZMDEFvavg?usp=share_link

Penelitian ini merupakan program penelitian antara perguruan tinggi dengan SMK, dalam hal ini adalah SMK Negeri 10 Makassar yang pelaksanaannya dikoordinasikan oleh LP2M UNM, pihak industri, yang diorientasikan ke arah kebijakan strategis yang terkait dengan Model Virtual Reality Training berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Bagi Siswa SMK, metode/teknologi tepat guna/rekayasa sosial yang dipatenkan dan bermanfaat untuk SMK.





SMKN 10 Makassar

Model Virtual Reality Training (VRT) berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Siswa SMK Dalam Rangka Meningkatkan Kompetensi Kejuruan Dan Self Efficacy

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

Komisi SMKN 10 Makassar dan Universitas Negeri Makassar

Kerjasama Mitra

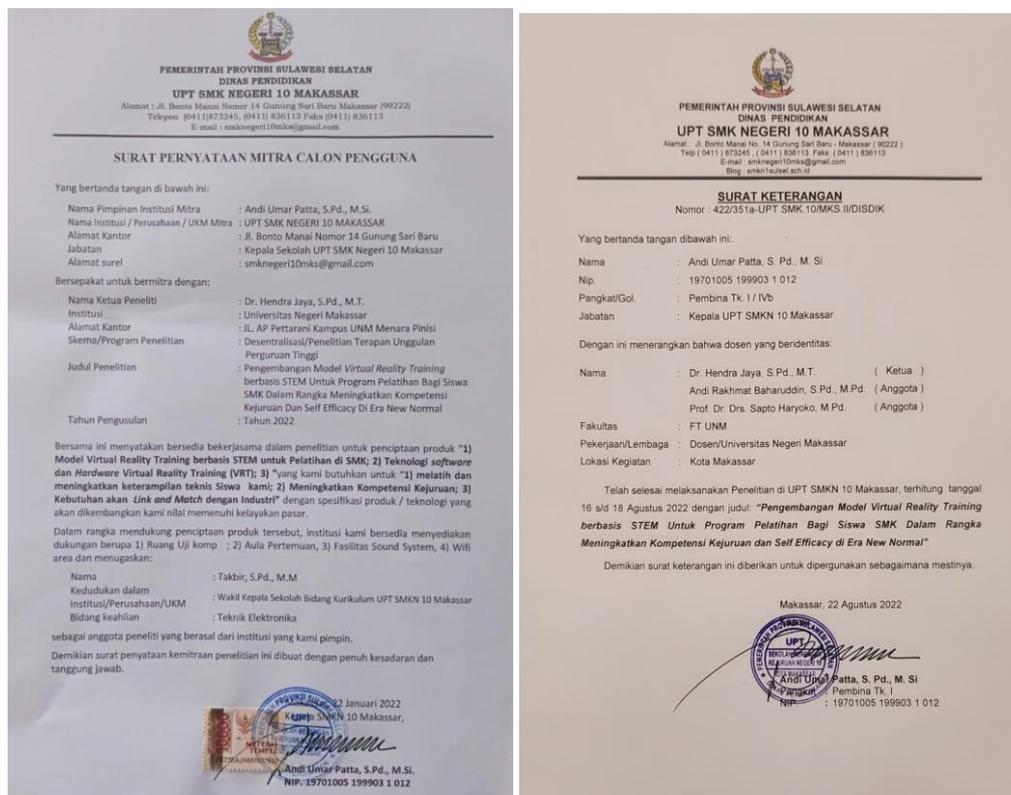


Kerjasama SMKN 10 Makassar Universitas Negeri Makassar

Penelitian ini merupakan program penelitian antara perguruan tinggi dengan SMK, dalam hal ini adalah SMK Negeri 10 Makassar yang pelaksanaannya dikoordinasikan oleh LPDM UNM, pihak industri, yang diorientasikan ke arah kebijakan strategis yang terkait dengan Model Virtual Reality Training berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Bagi Siswa SMK, metode/teknologi tepat guna/teknologi sosial yang dipatenkan dan bermanfaat untuk SMK.



Gambar E.1. Mitra Kerjasama



Gambar E.2. Dokumen kerjasama mitra

Kendala atau Kesulitan/ Hambatan Penelitian :

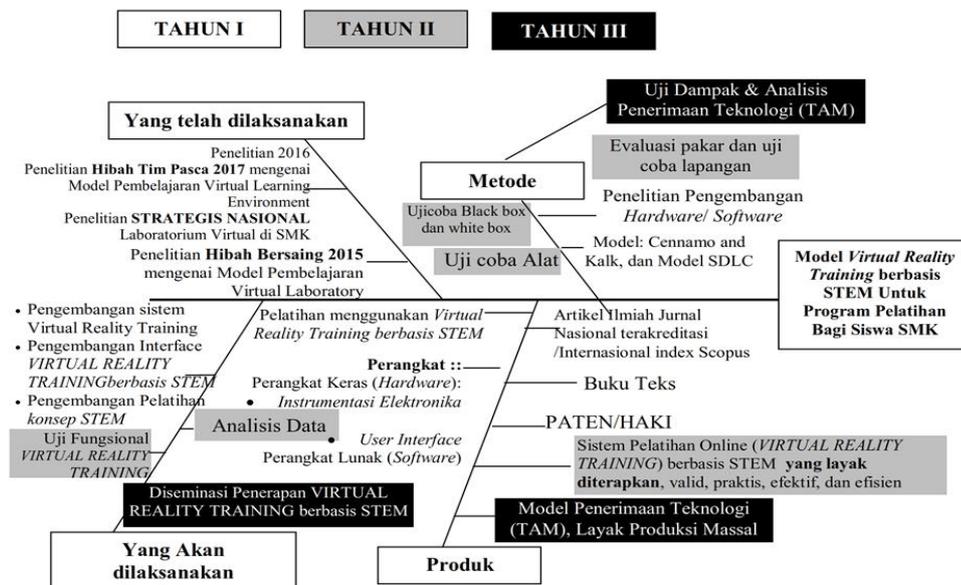
Pada penelitian ini **tidak mengalami kendala Apapun** dan Akan berjalan sesuai dengan tahapan yang telah direncanakan sebelumnya. Terkait dengan luaran penelitian berupa publikasi. Tahun Pertama adalah tahapan analisis kebutuhan terhadap Penelitian yang dilaksanakan sehingga masih memerlukan variasi data untuk dimasukkan pada artikel ilmiah. Dan Akan dilanjutkan pada Tahun ke-2 untuk Penerapannya.

Penelitian ini menghasilkan sebuah produk model pelatihan virtual Reality berbasis STEM. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Bagaimana gambaran kondisi pelatihan di SMK
2. Bagaimana mengembangkan Model VRT berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Bagi Siswa SMK Dalam Rangka Meningkatkan Kompetensi Kejuruan Dan Self Efficacy

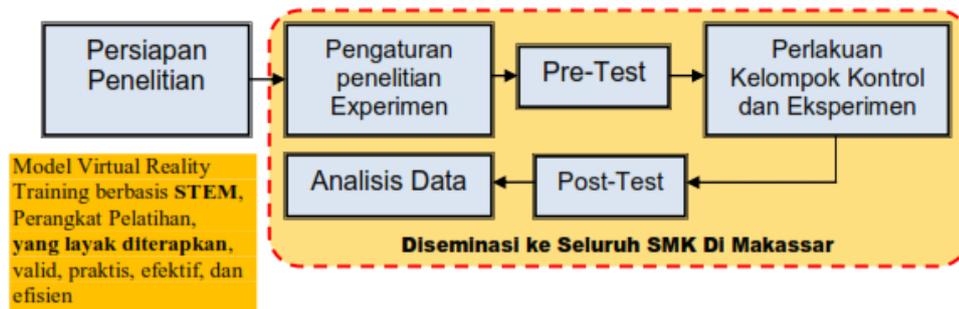
3. Bagaimana validitas, efektivitas, dan praktikalitas Model VRT berbasis STEM.

Penelitian dilaksanakan dalam 3 tahap, pada tahap pertama akan dihasilkan sebuah produk model pelatihan virtual Reality berbasis STEM yang dilaksanakan melalui prosedur penelitian yang telah ditetapkan. Rencana tahap berikutnya adalah mengembangkan penelitian ini dengan memfokuskan pada penelitian dan publikasi tentang **Model Virtual Reality**. Adapun Tahapan selanjutnya yang akan dilaksanakan dijelaskan melalui fishbone diagram sebagai berikut (Gambar G.1): (Tahun ke.2 dengan warna Abu-abu).



Gambar G.1 Fishbone Diagram Penelitian

Penelitian tahap 2 (tahun Kedua)

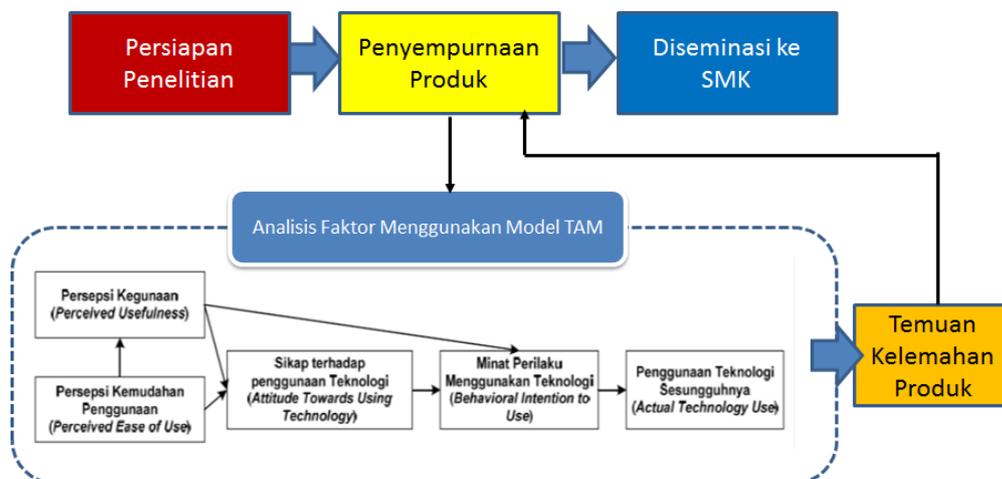


Gambar G.2. Prosedur Penelitian Tahap-2

Setelah diperoleh validitas, efektivitas, dan praktikalitas melalui uji lapangan di seluruh SMK di Makassar, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan Diseminasi. Dalam kegiatan diseminasi ini akan diperoleh tanggapan pengguna bagaimana Model Virtual Reality Training berbasis STEM layak diterapkan (Gambar G.3).

Dalam kegiatan diseminasi ini akan diperoleh tanggapan pengguna bagaimana Model Penerimaan Virtual Reality Training, akan dikaji bagaimana persepsi kegunaan, persepsi kemudahan penggunaan, sikap, minat, dan penggunaan teknologi sesungguhnya (Gambar G.3).

Penelitian tahap 3 (tahun Ketiga)



Gambar 12. Prosedur Penelitian Tahap-3 Penyempurnaan Produk Hingga Desiminasi

8	Pembuatan artikel dan publikasi ke jurnal internasional		√	√	√	√								
9	Pembuatan Draft PATEN/HAKI			√	√	√	√	√						
10	Pendaftaran hasil invensi PATEN/HAKI			√	√	√	√	√						
11	Pembuatan laporan Akhir							√	√					

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

- 1 Fasilitas Pembelajaran sesuai kebutuhan Dunia usaha dan dunia Industri masih mencukupi dengan 63.7% memenuhi kebutuhan, dan 36.3% tidak memenuhi kebutuhan, sedangkan untuk Fasilitas Uji kualitas Produk diperoleh data 65.6% memenuhi kecukupan dan 34.4% belum memenuhi kecukupan.
- 2 Guru sangat respon terhadap *Virtual Reality*. Dari sebanyak 85 responden, hanya 8,3 % yang menyatakan ketidaksetujuannya sedangkan 36,1 % setuju, dan 55,6% sangat setuju jika kegiatan pelatihan *Virtual Reality* dapat dilaksanakan.
- 3 Model Pelatihan *Virtual Reality* yang dikembangkan memenuhi kriteria Valid, Praktis, dan efektif.

6.2 Saran

1. Sekolah sebaiknya menggunakan perangkat pelatihan virtual reality untuk memberikan bekal awal siswa sebelum terjun ke Industri
2. Dibutuhkan penelitian lanjutan tahap ke-2 dan ke-3 untuk melihat kelayakan lapangan terhadap pelatihan virtual reality yang telah dikembangkan sehingga akan memberikan sumbangan kebijakan (*Policy Brief*)

DAFTAR PUSTAKA

1. BAPPENAS. (2019). Kebijakan Pendidikan Dan Pelatihan Vokasi 2020-2024. Deputi Bidang Kependudukan dan Ketenagakerjaan Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS.
2. Hendra Jaya, L Lumu, S Haryoko, S Suhaeb. (2020). Development of Remote Laboratory for Distance Learning Practicum Online And Real-Time Digital Electronics Subjects. *Journal of Educational Science and Technology (EST)* 6 (1), 56-64. <https://doi.org/10.26858/est.v6i1.12006>
3. Anuela Di Cara dan Kazutoshi Chatani. (2019). Pembelajaran Jarak Jauh Dan Digital Di Bidang TVET. ILO/Japan Multi-bilateral Programme.
4. Nataliia Osipova. (2019). Technologies of Virtual and Augmented Reality for Hig Education and Secondary School. Kherson State University, 27, Universitetska St., 73000, Kherson, Ukraine. http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_258.pdf
5. García, A. A., Bobadilla, I. G., Figueroa, G. A., Ramírez, M. P., & Román, J. M. (2016). Virtual reality training system for maintenance and operation of high-voltage overhead power lines. *Virtual Reality*, 20(1), 27-40.
6. Carlson, P., Peters, A., Gilbert, S. B., Vance, J. M., & Luse, A. (2015). Virtual Training: Learning Transfer of Assembly Tasks. *IEEE Transactions on visualization and computer graphics*, 21(6), 770-782. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2015.2393871>
7. Tony Demarinis, (2018). Real learning in a virtual world : How VR can improve learning and training outcomes. Deloitte Insights is an imprint of Deloitte Development LLC.
8. Aveva. (2018). Immersive Virtual Reality Training
9. Matthew Budman, (2018). Real learning in a virtual world: How VR can improve learning and training outcomes. Deloitte Development LLC. All rights reserved.
10. Shannon K.T. Bailey, 2017. Using Virtual Reality for Training Maintenance Procedures. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference. Paper No. 17108. (I/ITSEC) 2017).
11. Gavish, N., Gutiérrez, T., Webel, S., Rodríguez, J., Peveri, M., Bockholt, U., & Tecchia, F. (2015). Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 778-798. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.815221>
12. National STEM Education Center. (2014). STEM education network manual. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.

13. Bybee, R. W. The case for STEM education: Challenges and opportunity. Arlington, VI: National Science Teachers Association (NSTA) Press. 2013
14. Debora, Ruth.,Pramono, Rudy.(2022). Implementation of STEM Learning Method to Develop Children's Critical Thinking and Problem Solving Skills.Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini. Volume 6 Issue 3 (2022) Pages 1221-1232, ISSN: 2549-8959 (Online) 2356-1327 (Print). <https://DOI:10.31004/obsesi.v6i3.1722>
15. Awaluddin, Y. (2018). Efektivitas program guru pembelajar dalam peningkatan kompetensi guru IPS SMP dengan moda daring murni dan daring kombinasi: studi evaluatif dan komparatif. Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan, 3 (1), 1-16. <https://dx.doi.org/10.24832/jpnk.v3i1.717>
16. Mi Kyoung Jin. (2018). Design of Evaluation Areas Based on Type of Mobile-Based Virtual Reality Training Content. Hindawi. Mobile Information Systems. Volume 2018, Article ID 2489149, 9 pages. <https://doi.org/10.1155/2018/2489149>
17. RIP UNM. (2020)
18. Dwi Yuniarti. (2019). Pengaruh Pelatihan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia dalam Meningkatkan Kinerja Guru Pada SMK Negeri 1 Muntok. Efektor, Volume 6 Issue 1, 2019, Pages 98 – 106 Available online at: <http://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/efektor-e> DOI: <https://doi.org/10.29407/e.v6i1.12794>
19. Yuli Kartika Efendi. (2017). Pelaksanaan Program Pendidikan Pelatihan Di Dinas Tenaga Kerja Transmigrasi Dan Kependudukan Pemerintah Propinsi Jawa Timur. KHAZANAH PENDIDIKAN Jurnal Ilmiah Kependidikan, Vol. X, No. 2 (Maret 2017). <http://dx.doi.org/10.30595/jkp.v10i2.1514>
20. Hendarman, dkk. (2016). Revitalisasi Pendidikan Vokasi. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
21. Dwiny Meidelfi, (2018). Visualisasi 3D Gedung dengan Konsep Virtual Reality Berbasis Android: Studi Kasus. Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi. Volume 18 Number 1, 2018. ISSN: 1411 – 3411 (p) ISSN: 2549 – 9815 (e) <https://DOI:10.24036/invotek.v18i1.264>
22. Mantasia dan Hendra Jaya. 2016. Model Pembelajaran Kebencanaan Berbasis Virtual Sebagai Upaya Mitigasi Dan Proses Adaptasi Terhadap Bencana Alam Di SMP. PAEDAGOGIA Jurnal Penelitian Pendidikan, ISSN 0126-4109. Vol. 19 No. 1 Tahun 2016. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v19i1.36089>
23. Fat'hah Noor Prawita.2019. Front.O VR: Sistem Pelatihan Hotel Front Desk Officer Berbasis Realitas Virtual. e-Proceeding of Applied Science. ISSN : 2442-5826 : Vol.5, No.2 Agustus 2019.
24. Sapto Haryoko, Hendra Jaya, Lu'mu. 2018. Pengembangan Model Dan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pendekatan Virtual Learning Environment Yang Berorientasi Industri Untuk Mata Pelajaran Produktif Di Sekolah Menengah Kejuruan. PENELITIAN TIM PASCASARJANA. Dibiayai Oleh:

direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2018 Nomor: 146/UN36.9/PL/2018.

25. T. Im and S.-Y. Kim, (2017). “Virtual reality based total station training content development,” *Journal of Digital Contents Society*, vol. 18, no. 4, pp. 631–639, 2017. <https://doi.org/10.9728/DCS.2017.18.4.631>
26. E.-J. Song and S.-H. Lee, (2017). “A study on NCS-based virtual training content analysis,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 21, no. 3, pp. 651–656, 2017. <https://doi.org/10.6109/JKIICE.2017.21.3.651>
27. THIAGO VILELA CRUZ. 2018. Virtual reality in the architecture, engineering and construction industry. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre Em Engenharia Civil — Especialização Em Construções Civis
28. Jeffery W. Smith. 2017. Development and Analysis of Virtual Reality Technician-Training Platform and Methods. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC) 2017
29. Torlakson, Tom. (2014). Innovate. California: Californians Dedicated to Education Foundation
30. Abouhashem, A.; Abdou, R.M.; Bhadra, J.; Siby, N.; Ahmad, Z.; Al-Thani, N.J. COVID-19 Inspired a STEM-Based Virtual Learning Model for Middle Schools—A Case Study of Qatar. *Sustainability* 2021, 13, 2799. <https://doi.org/10.3390/su13052799>
31. Peter Truchly, Martin Medvecky. 2019.STEM education supported by virtual laboratoryincorporated in self-directed learning process. *Journal of ELECTRICAL ENGINEERING*, VOL 70 (2019), NO4, 332–344. <https://DOI:10.2478/jee-2019-0065>
32. Hendra Jaya, GD Dirawan, Sapto Haryoko. 2016. Effectiveness the use of Virtual Laboratories in Improving Vocational Competence and Character Behavior for Students Vocational High School in Makassar. *International Journal of Applied Engineering Research* 11 (9), 6396-6401



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR (UNM)
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Menara Pinisi Lantai 10 Jalan Andi Pangeran Pettarani Makassar
Telpon (0411) 865677, Fax(0411) 861377 Kode Pos 90222
Laman: www.unm.ac.id email: lppm@unm.ac.id & lemlitunm@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN
Nomor:4169/UN36.11/LP2M/2022

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T.
NIP : 19611016198803 1 006
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNM

Dengan ini menerangkan bahwa,

Nama : Dr. Hendra Jaya, S.Pd, M.T
NIP : 198209072005011001
Fakultas : FT UNM

Telah melaksanakan penelitian dengan judul:

“Pengembangan Model Virtual Reality Training berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Bagi Siswa SMK Dalam Rangka Meningkatkan Kompetensi Kejuruan Dan Self Efficacy Di Era New Normal”

Penelitian ini dilaksanakan sampai bulan November 2022

Skema Penelitian: Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi T.A. 2022

Anggota Peneliti : Andi Rakhmat Baharuddin, S.Pd, M.Pd & Prof. Dr. Drs. Sapto Haryoko, M.Pd

Demikian surat keterangan dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Makassar, 30 November 2022
Ketua

Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T., IPU.
NIP.19611016198803 1 006





64

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI**
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR (UNM)
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Menara Pimisi UNM Lt. 10 Jalan A. Pangerang Pettarani, Makassar
Telepon: 0411-865677 Fax: 0411-861377
Laman: www.unm.ac.id Email: lppm@unm.ac.id & lemlitunm@yahoo.co.id

**KONTRAK PELAKSANAAN PROGRAM PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2022**

ANTARA

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR**

DENGAN

**KETUA TIM PELAKSANA PENELITIAN
SKEMA PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**

Nomor: 2408/UN36.11/LP2M/2022

Pada hari ini Senin tanggal Tiga puluh bulan Mei tahun Dua ribu dua puluh dua, kami yang bertandatangan dibawah ini:

1. Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T., IPU : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M), Universitas Negeri Makassar, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Negeri Makassar, yang berkedudukan di Jl. Andi Pangerang Pettarani Makassar, untuk selanjutnya disebut PIHAK KESATU;
2. Dr. Hendra Jaya, S.Pd, M.T : Dosen FT Universitas Negeri Makassar, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama peneliti dan Ketua Tim Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2022 untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA, secara bersama-sama selanjutnya disebut PARA PIHAK. PARA PIHAK sepakat mengikatkan diri dalam Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian Tahun Anggaran 2022 yang selanjutnya disebut Kontrak Penelitian, dengan ketentuan dan syarat sebagai berikut:

**PASAL 1
RUANG LINGKUP PENELITIAN**

PIHAK KESATU memberi pekerjaan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima pekerjaan tersebut dari PIHAK KESATU, untuk melaksanakan dan menyelesaikan Pelaksanaan Program Penelitian Tahun Anggaran 2022 Skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi dengan judul:

“Pengembangan Model Virtual Reality Training berbasis STEM Untuk Program Pelatihan Bagi Siswa SMK Dalam Rangka Meningkatkan Kompetensi Kejuruan Dan Self Efficacy Di Era New Normal”.

PASAL 2
SUMBER DANA PENELITIAN

PIHAK KESATU memberikan pendanaan Kontrak penelitian yang bersumber pada DIPA Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Disrektorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Tahun Anggaran 2022, Nomor SP DIPA-Nomor SP DIPA-023.17.1.690523/2022 revisi ke-02 tanggal 22 April 2022

PASAL 3
NILAI KONTRAK PENELITIAN

- (1) PIHAK KESATU memberikan pendanaan Kontrak Penelitian dengan nilai kontrak sebesar **Rp.220.000.000 (Dua ratus dua puluh juta rupiah)** yang di dalam nilai kontrak tersebut sudah termasuk seluruh biaya pajak sesuai peraturan perundang-undangan;
- (2) Pendanaan pelaksanaan program penelitian dengan nilai kontrak sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibayarkan kepada PIHAK KEDUA ke rekening sebagai berikut:
 - Nama penerima pada rekening : HENDRA JAYA
 - Nomor Rekening : 809481492
 - Nama Bank : Bank BNI
- (3) PIHAK KESATU tidak bertanggungjawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana, yang disebabkan oleh kesalahan PIHAK KEDUA dalam menyampaikan informasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2);

PASAL 4
NILAI DAN TAHAPAN PEMBAYARAN

- (1) Dana pelaksanaan penelitian sebagaimana nilai kontrak yang dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1) dibayarkan oleh PIHAK KESATU kepada PIHAK KEDUA secara bertahap kepada rekening peneliti melalui mekanisme transfer, dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran **tahap pertama (70%)** sebesar **Rp.154.000.000 (Seratus lima puluh empat juta rupiah)** setelah PIHAK KEDUA menandatangani kontrak;
 - b. Pembayaran tahap pertama sebagaimana dimaksud pada huruf a, akan dibayarkan dengan ketentuan apabila revisi proposal penelitian dan surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian telah diunggah ke laman yang ditentukan oleh DRPTM;
 - c. Pembayaran **tahap kedua (30%)** sebesar **Rp.66.000.000 (Enam puluh enam juta rupiah)** dibayarkan setelah pelaksana peneliti mengunggah Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) ke laman yang ditentukan oleh DRPTM paling lambat tanggal 16 Agustus 2022; dan
 - d. Apabila pembayaran tahap pertama sebagaimana dimaksud pada huruf a cair setelah tanggal 9 Agustus 2022, pelaksana penelitian mengunggah Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) ke laman yang ditentukan oleh DRPTM paling lambat 2 (dua) minggu setelah dana cair.
- (2) Keberlanjutan pendanaan penelitian lanjutan untuk tahun anggaran berikutnya diberikan berdasarkan hasil penilaian atas capaian penelitian tahun sebelumnya yang dilakukan oleh Komite Penilaian Keluaran Penelitian dan/atau *Reviewer* Keluaran Penelitian.
- (3) PIHAK KEDUA harus menyampaikan surat pernyataan telah menyelesaikan seluruh pekerjaan yang dibuktikan dengan pengunggahan pada laman yang ditentukan oleh DRPTM paling lambat tanggal 20 November 2022 dengan melampirkan dokumen sebagai berikut:
 - a. Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB); dan
 - b. Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian
- (4) Khusus untuk dana pembayaran 30% yang baru cair setelah tanggal 13 November 2022, PIHAK KEDUA mengunggah dokumen sebagaimana dimaksud pada ayat (3) paling lambat 2 (dua) minggu setelah dana dicairkan.

PASAL 5
JANGKA WAKTU PENYELESAIAN

Jangka waktu pelaksanaan penelitian dimulai sejak tanggal 10 Mei hingga 20 Nov 2022.

PASAL 6
HAK DAN KEWAJIBAN PARA PIHAK

- (1) Hak dan Kewajiban PIHAK KESATU:
- a. PIHAK KESATU mempunyai hak menerima dokumen hasil unggahan di laman yang ditentukan oleh DRPTM sebagai berikut:
 - a) revisi proposal penelitian,
 - b) surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian
 - c) catatan harian pelaksanaan penelitian,
 - d) laporan kemajuan pelaksanaan penelitian,
 - e) Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan,
 - f) laporan akhir Penelitian, (dilaporkan pada tahun terakhir pelaksanaan penelitian), dan
 - g) luaran Penelitian
 - b. PIHAK KESATU berhak untuk mendapatkan dari PIHAK KEDUA laporan kemajuan, laporan akhir, SPTB, luaran wajib, dan luaran tambahan penelitian;
 - c. PIHAK KESATU mempunyai berkewajiban:
 - a) memberikan pendanaan penelitian kepada PIHAK KEDUA;
 - b) melakukan pemantauan dan evaluasi;
 - c) melakukan penilaian luaran penelitian; dan
 - d) melakukan validasi luaran tambahan.
- (2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA:
- a. PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari PIHAK KESATU dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1);
 - b. PIHAK KEDUA berkewajiban untuk bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
 - c. PIHAK KEDUA berkewajiban mengunggah revisi proposal penelitian, surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian, catatan harian pelaksanaan penelitian, laporan kemajuan pelaksanaan penelitian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB), Laporan Akhir Penelitian, Luaran Wajib dan Luaran Tambahan Penelitian yang telah dilaksanakan ke laman yang ditentukan oleh DRPTM paling lambat 20 November tiap tahun Anggaran berjalan;
 - d. PIHAK KEDUA berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* Laporan Kemajuan, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan, Laporan Akhir Penelitian (dilaporkan pada tahun terakhir pelaksanaan penelitian), Luaran Wajib dan Luaran Tambahan Penelitian kepada PIHAK KESATU, paling lambat 20 November tiap tahun Anggaran berjalan sebanyak 2 (dua) eksemplar ke LP2M UNM.

PASAL 7
LAPORAN PELAKSANAAN PENELITIAN

Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir/hasil Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2d) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. Bentuk/ukuran kertas A4 ditulis dalam format *font Times New Romans* Ukuran 12 *Spasi* 1,5;
- b. Warna sampul muka Orange
- c. Di bawah bagian cover ditulis:

Dibiayai oleh :

Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat,
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Sesuai dengan Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian
Tahun Anggaran 2022

Nomor: 122/E5/PG.02.00.PT/2022

PASAL 8
MONITORING DAN EVALUASI

PIHAK KESATU dalam rangka pemantauan dan evaluasi akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian ini sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

PASAL 9
TARGET LUARAN

- (1) PIHAK KEDUA berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian sebagaimana yang dijanjikan dalam proposal penelitian yang diunggah ke laman yang ditentukan oleh DRPTM
- (2) PIHAK KEDUA diharapkan dapat mencapai target luaran tambahan penelitian bagi yang mendapatkan dana tambahan
- (3) PIHAK KEDUA berkewajiban untuk melaporkan dan mengunggah ke laman yang ditentukan oleh DRPTM perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan (2) kepada PIHAK KESATU.

PASAL 10
PENILAIAN LUARAN

- (1) Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- (2) Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai/tdk valid maka dana tambahan yang sudah diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.

PASAL 11
PENGGANTIAN KEANGGOTAAN

- (1) Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan Penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi.
- (2) Apabila ketua tim pelaksana penelitian tidak dapat menyelesaikan penelitian atau mengundurkan diri, maka PIHAK KEDUA wajib menunjuk pengganti ketua tim pelaksana penelitian yang merupakan salah satu anggota tim setelah mendapat persetujuan dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi.
- (3) Dalam hal tidak terdapat pengganti ketua tim pelaksana penelitian sesuai dengan syarat dan ketentuan dalam panduan penelitian, maka penelitian dibatalkan dan dana dikembalikan ke Kas Negara.

PASAL 12
PAJAK

Ketentuan pengenaan pajak pertambahan nilai dan/atau pajak penghasilan dalam rangka pelaksanaan kegiatan penelitian ini wajib dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA sesuai dengan peraturan perundang-undangan di bidang perpajakan

PASAL 13
KEKAYAAN INTELEKTUAL

- (1) Hak kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan
- (2) Setiap publikasi, makalah, dan/atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian ini wajib mencantumkan Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan

- Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi sebagai pemberi dana
- (3) Pencantuman nama sebagaimana dimaksud pada ayat (2), paling sedikit mencantumkan nama Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

PASAL 14 INTEGRITAS AKADEMIK

- (1) Pelaksana penelitian wajib menjunjung tinggi integritas akademik yaitu komitmen dalam bentuk perbuatan yang berdasarkan pada nilai kejujuran, kredibilitas, kewajaran, kehormatan, dan tanggung jawab dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan.
- (2) Penelitian dilakukan sesuai dengan kerangka etika, hukum dan profesionalitas, serta kewajiban sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (3) Penelitian dilakukan dengan menjunjung tinggi standar ketelitian dan integritas tertinggi dalam semua aspek penelitian

PASAL 15 KEADAAN KAHAR

- (1) Apabila terjadi keadaan kahar (*force majeure*) suatu keadaan yang terjadi di luar kehendak PARA PIHAK dalam kontrak, dan tidak dapat diperkirakan sebelumnya, sehingga kewajiban yang ditentukan dalam kontrak menjadi tidak dapat dipenuhi, maka PARA PIHAK sepakat tidak akan saling menuntut pelaksanaan pemenuhan ketentuan dalam Kontrak Penelitian ini.
- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan memaksa (*force majeure*) dalam Kontrak Penelitian ini adalah bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blockade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, huru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap pelaksanaan Kontrak Penelitian ini.
- (3) Apabila terjadi keadaan memaksa (*force majeure*) maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan memaksa (*force majeure*), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak yang berwajib, dan PARA PIHAK dengan itikad baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

PASAL 16 PENYELESAIAN PERSELISIHAN

- (1) Dalam hal terjadi perselisihan atau perbedaan penafsiran terkait Kontrak Penelitian ini, PARA PIHAK sepakat untuk menyelesaikannya secara musyawarah dan mufakat.
- (2) Dalam hal tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang berlaku dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri.

PASAL 17 AMANDEMEN KONTRAK

Apabila terdapat hal lain yang belum diatur atau terjadi perubahan dalam Kontrak Penelitian ini, maka akan dilakukan Amandemen Kontrak Penelitian

PASAL 18 SANKSI

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Kontrak Penelitian telah berakhir, PIHAK KEDUA tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2), maka PIHAK KEDUA dikenai sanksi administratif;
- (2) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul-judul proposal yang diajukan pada program penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran/itikad buruk yang tidak sesuai dengan

kaidah ilmiah, maka kegiatan penelitian tersebut dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA dikenai sanksi administratif.

- (3) Sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan (2) dapat berupa penghentian pembayaran dan/atau Ketua Tim Pelaksana Penelitian tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

PASAL 19 LAIN-LAIN

- (1) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikuti sertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh PARA PIHAK, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

PASAL 20 PENUTUP

Kontrak Penelitian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK dalam rangkap 3 (tiga) asli bermeterai cukup yang biayanya dibebankan kepada PIHAK KEDUA, untuk tiap-tiap PIHAK dan memiliki kekuatan hukum yang sama

PIHAK KESATU



Prof. Dr. Ir. H. Bakhrul A. Rauf, M.T., IPU
NIP: 196110161988031006

PIHAK KEDUA

Dr. Hendra Jaya, S.Pd, M.T
NIP: 198209072005011001