

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF  
PADA MATA PELAJARAN PNEUMATIC MENGGUNAKAN  
MACROMEDIA FLASH 8 SISWA KELAS XI KOMPETENSI  
KEAHLIAN ELEKTRONIKA INDUSTRI SMK  
MUHAMMADIYAH PRAMBANAN**

**TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar  
Sarjana Pendidikan Teknik



**Di Susun Oleh:**

**CHOIRUN ANWAR**

**08502244013**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2012**

## PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “Pengembangkan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran *Pneumatic* Menggunakan *Macromedia Flash 8* Siswa Kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan



Yogyakarta, 01 Oktober 2012

Pembimbing Tugas Akhir Skripsi

**Masduki Zakaria, M.T**  
NIP. 19640917 198901 1 001

## PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi yang berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran *Pneumatic* Menggunakan *Macromedia Flash 8* Siswa Kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan" ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 27 September dan dinyatakan lulus.

Nama	Jabatan	Tandatangan	Tanggal
Masduki Zakaria, MT	Ketua Penguji		19/11-12
Muhammad Munir, M.Pd.	Sekretaris Penguji		2/10-12
Adi Dewanto, M.Kom	Penguji		2/10-12

Yogyakarta, 01 Oktober 2012

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



  
**Dr. Moch Bruri Triyono, M.Pd.**

NIP. 19560216 198603 1 003

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Choirun Anwar

NIM : 08502244013

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

Judul Tugas Skripsi : **Pengembangkan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran *Pneumatic* Menggunakan *Macromedia Flash 8* Siswa Kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir Skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 01 Oktober 2012

Penulis



**Choirun Anwar**  
**NIM. 08502244013**

## MOTTO

- ❖ **“Adapun orng-orang yang takut kepada kebesaran Tuhannya, dan menahan diri dari keinginan nafsunya, maka sesungguhnya surgalah tempat tinggalnya.”**

**(QS. An-Naazi'at: 40-41)**

- ❖ **“Barangsiapa yang mengikuti petunjuk-Ku, niscaya tidak ada kekhawatiran atas mereka, dan tidak (pula) mereka bersedih hati.”**

**(QS. Al-Baqarah: 38)**

- ❖ **Iman tanpa ilmu sama dengan pelita ditangan bayi, sedangkan ilmu tanpa iman bagaikan pelita ditangan pencuri.**

**(Ir. Permadi Alibasyah)**

- ❖ **Wahai manusia! Ilmu yang tak membuahkan perbuatan, laksana petir dan Guntur yang tak membawa hujan!**

**(Hadits Qudsi)**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir skripsi ini saya persembahkan untuk:

- ❖ Almarhum Ayah tercinta yang telah memberi teladan dalam perjalanan hidup, dan Ibunda tercinta atas doa-doa, kesabarannya, serta kasih sayang takkan pernah tergantikan.
- ❖ Dwi Rahayu Widiyaningsih, S.Pd. terima kasih atas ketulusan dan dukungan yang selalu diberikan.
- ❖ Tsaqib Zahroni 'Affan yang telah memberikan motivasi melalui senyumannya.
- ❖ M. Arif Muttaqin dan sahabat-sahabat ku yang telah memberikan pengarahan dan pengetahuan dalam penyusunan proyek akhir skripsi ini.
- ❖ Teman-teman PTE kelas D terimakasih atas kerjasamanya selama ini.
- ❖ Almamaterku tercinta Universitas Negeri Yogyakarta.

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF  
PADA MATA PELAJARAN PNEUMATIC MENGGUNAKAN  
MACROMEDIA FLASH 8 SISWA KELAS XI KOMPETENSI  
KEAHLIAN ELEKTRONIKA INDUSTRI SMK  
MUHAMMADIYAH PRAMBANAN**

Oleh  
Choirun Anwar  
NIM. 08502244013

**ABSTRAK**

Tujuan dari tugas akhir skripsi ini untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran *pneumatic* dan mengetahui tingkat kelayakan pengembangan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran *pneumatic* siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (*research and development*). Prosedur Penelitian memalui lima tahap pengembangan, yaitu: analisis, desain, pengembangan, implementasi dan penilaian. Kelima tahap tersebut disebut Daur Hidup Pengembangan Sistem Multimedia dalam Pendidikan. Pengembangan media pembelajaran ini menggunakan Macromedia Flash 8. Penentuan tingkat kelayakan media pembelajaran interaktif *pneumatic* berdasarkan pada uji validasi ahli media oleh dosen ahli media Fakultas Teknik UNY, guru mata pelajaran *pneumatic* Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan dan pendapat siswa melauai angket.

Hasil penelitian tingkat kelayakan pengembangan media pembelajaran *pneumatic* dinyatakan melalui pengujian ahli media, ahli materi dan pendapat siswa. Presentase penilaian yang dilakukan oleh ahli media yaitu dosen ahli media pembelajaran Fakultas Teknik UNY sebesar 80%, sehingga dapat diartikan bahwa pengembangan media pembelajaran *pneumatic* masuk dalam kategori layak digunakan sebagai media pembelajaran. Presentase penilaian ahli materi yaitu guru mata pelajaran *pneumatic* SMK Muhammadiyah Prambanan sebesar 89,23%. Hasil tersebut dapat diartikan bahwa materi dalam pengembangan media pembelajaran *pneumatic* masuk dalam kategori sangat layak. Pendapat siswa selaku *user* mencapai 79,07%, sehingga masuk dalam kategori layak. Siswa dapat memahami materi dan tertarik terhadap penggunaan media pembelajaran interaktif *pneumatic*.

Kata kunci : *pneumatic*, media pembelajaran, interaktif, dan kelayakan.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penyusunan laporan tugas akhir skripsi dengan judul “Pengembangkan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran *Pneumatic* Menggunakan *Macromedia Flash 8* Siswa Kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan” dapat diselesaikan.

Banyak hambatan yang menimbulkan kesulitan dalam penyelesaian penulisan laporan ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak akhirnya kesulitan-kesulitan dapat teratasi. Untuk itu atas segala bentuk bantuan yang telah diberikan, kami sampaikan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Moch Bruri Triyono, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Muhammad Munir, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika.
3. Handaru Jati, Ph. D. selaku koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika dan koordinator penyusunan tugas akhir skripsi.
4. Masduki Zakaria, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam penyusunan tugas akhir skripsi.
5. Para Dosen, Teknisi dan Staf Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman dan bantuannya selama ini sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir skripsi ini.

6. Kepala SMK Muhammadiyah Prambanan beserta guru, karyawan, dan siswa yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.
7. Teman-teman Pendidikan Teknik Elektronika angkatan 2008.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas bantuannya kepada penulis hingga terselesainya laporan praktik industri ini.

Semoga laporan ini memberikan manfaat bagi dunia kependidikan dan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan. Sejalan dengan harapan ini, penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan proyek akhir skripsi ini masih banyak kekurangan dan kekeliruan, untuk itu saran dan kritik sangat diperlukan.

Yogyakarta, 04 September 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan .....	4
F. Manfaat .....	5
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b> .....	6
A. Belajar .....	6

B. Pembelajaran .....	8
C. Media Pembelajaran Interaktif .....	10
1. Pengertian .....	10
2. Kualitas Media Pembelajaran Berbentuk Perangkat Lunak .....	13
3. Nilai Informasi atau Kualitas Informasi .....	17
D. Program Aplikasi Macromedia Flash 8.....	18
E. <i>Pneumatic</i> .....	29
1. <i>Fully-Pneumatic</i> .....	29
2. <i>Electro-Pneumatic</i> .....	40
F. Penelitian Yang Relevan.....	46
G. Kerangka Berfikir .....	47
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>50</b>
A. Metode Penelitian .....	50
B. Prosedur Penelitian .....	50
C. Tempat dan Waktu Penelitian.....	52
D. Responden .....	53
E. Teknik Pengumpulan Data.....	53
F. Instrumen Penelitian .....	53
G. Validitas dan Reliabilitas.....	57
H. Teknik Analisis Data .....	58
<b>BAB IV. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>63</b>
A. Hasil Penelitian .....	63
1. Analisis .....	63

2. Desain .....	65
3. Pengembangan.....	73
4. Implementasi .....	77
5. Penilaian .....	78
B. Pembahasan Hasil Penelitian .....	88
1. Pengembangan Media Pembelajaran.....	88
2. Kelayakan Media Pembelajaran .....	89
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>92</b>
A. Kesimpulan .....	92
B. Saran .....	93
C. Keterbatasan .....	93
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>94</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>96</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Aktuator dengan gerakan lurus .....	32
Tabel 2. Cara membaca simbol katup pneumatik .....	33
Tabel 3. Sistem penomoran katup kontrol arah .....	34
Tabel 4. Metode aktuasi .....	35
Tabel 5. Simbol katup kontrol arah.....	37
Tabel 6. Katup satu arah dan turunanya.....	38
Tabel 7. Katup kontrol aliran .....	39
Tabel 8. Katup tekanan .....	39
Tabel 9. Katup tunda waktu .....	40
Tabel 10. Jenis <i>push button</i> .....	42
Tabel 11. <i>Electromagnetic valve</i> .....	43
Tabel 12. Kisi-kisi instrumen dilihat dari media pembelajaran ( <i>software</i> ).....	55
Tabel 13. Kisi-kisi instrumen dilihat dari materi .....	56
Tabel 14. Kisi-kisi instrumen angket siswa .....	56
Tabel 15. Kriteria skor penilaian angket .....	59
Tabel 16. Kriteria Persentase Skor Tanggapan Ahli Terhadap Skor Ideal .....	61
Tabel 17. Interpretasi Kriteria Penilaian Hasil Validasi Ahli .....	61
Tabel 18. Kriteria Persentase Skor Tanggapan Siswa Terhadap Skor Ideal .....	62
Tabel 19. Interpretasi Kriteria Penilaian Siswa.....	62
Tabel 20. Saran ahli media.....	78
Tabel 21. Penilaian ahli media.....	81

Tabel 22. Hasil Uji <i>Instalability</i> .....	83
Tabel 23. Saran ahli materi .....	84
Tabel 24. Penilaian ahli materi .....	84
Tabel 25. Penilaian siswa.....	86
Tabel 26. Hasil Persentase Kelayakan .....	91

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>The six quality characteristics of a software model ISO 9126</i> .....	13
Gambar 2. Area Kerja pada <i>Macromedia Flash 8</i> .....	20
Gambar 3. <i>Panel Toolbox</i> .....	20
Gambar 4. <i>Panel Timeline</i> .....	22
Gambar 5. <i>Panel Properties Inspector</i> .....	23
Gambar 6. <i>Panel Actions</i> .....	23
Gambar 7. <i>Panel Components</i> .....	24
Gambar 8. <i>Panel Library</i> .....	25
Gambar 9. <i>Panel Align</i> .....	25
Gambar 10. <i>Panel Color Mixer</i> .....	26
Gambar 11. <i>Motion Tween</i> .....	27
Gambar 12. <i>Shape Tween</i> .....	28
Gambar 13. Teknik <i>Guide</i> .....	28
Gambar 14. Teknik <i>Masking</i> .....	29
Gambar 15. Alir sinyal dan komponen-komponen dari suatu sistem Pneumatik .	31
Gambar 16. Alir sinyal dan komponen-komponen dari suatu sistem kontrol elektro-pneumatik .....	41
Gambar 17. Simbol relay .....	43
Gambar 18. Gerbang fungsi AND .....	44
Gambar 19. Gerbang fungsi OR .....	44
Gambar 20. Gerbang fungsi NOT .....	45

Gambar 21. Mengontrol silinder kerja tunggal dengan elektro-pneumatik.....	45
Gambar 22. Kerangka Berpikir.....	49
Gambar 23. Daur Hidup Pengembangan Sistem Multimedia dalam Pendidikan oleh Munir .....	51
Gambar 24. Variabel dan Indikator Penelitian.....	54
Gambar 25. Diagram Alir Perangkat Lunak .....	65
Gambar 26. Diagram Alir Perangkat Lunak Halaman Muka .....	66
Gambar 27. Diagram Alir Perangkat Lunak Halaman Profil.....	66
Gambar 28. Diagram Alir Perangkat Lunak Halaman Materi <i>Full-Pneumatic</i> ....	67
Gambar 29. Diagram Alir Perangkat Lunak Halaman Materi <i>Electro-Pneumatic</i> Evaluasi dan Daftar Pustaka .....	68
Gambar 30. Form Naskah Tampilan Awal .....	69
Gambar 31. Form Naskah Menu Utama .....	69
Gambar 32. Form Naskah Menu Muka .....	70
Gambar 33. Form Naskah Menu Profil .....	70
Gambar 34. Form Naskah Menu Materi <i>Full-Pneumatic</i> .....	71
Gambar 35. Form Naskah Menu Materi <i>Electro-Pneumatic</i> .....	71
Gambar 36. Form Naskah Menu Evaluasi .....	72
Gambar 37. Form Naskah Menu Keluar .....	72
Gambar 38. Tampilan Awal .....	73
Gambar 39. Tampilan Menu Utama .....	73
Gambar 40. Tampilan Halaman Muka .....	
Gambar 41. Tampilan Halaman Profil .....	74

Gambar 42. Tampilan Halaman Komponen <i>Full-Pneumatic</i> .....	75
Gambar 43. Tampilan Halaman Simulasi <i>Full-Pneumatic</i> .....	75
Gambar 44. Tampilan Halaman Simulasi <i>Electro-Pneumatic</i> .....	76
Gambar 45. Tampilan Halaman Evaluasi .....	76
Gambar 46. Tampilan Halaman Simulasi Keluar .....	77
Gambar 47. Grafik Penilaian Ahli Media .....	81
Gambar 48. Grafik Penilaian Ahli Materi.....	85
Gambar 49. Grafik Penilaian Oleh Siswa .....	87
Gambar 50. Foto Halaman Utama Media Pembelajaran .....	159
Gambar 51. Foto Kegiatan Pembelajaran .....	159
Gambar 52. Penjelasan Kontruksi Katup 5/2.....	160
Gambar 53. Foto Kondisi Siswa .....	160

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Ijin Penelitian .....	96
Lampiran 2. Silabus dan RPP .....	100
Lampiran 3. Instrumen Penelitian.....	104
Lampiran 4. Angket Siswa.....	116
Lampiran 5. Validitas dan Reliabilitas.....	122
Lampiran 6. Materi Pembelajaran.....	132
Lampiran 7. Action Scrip.....	152
Lampiran 8. Foto Dokumentasi Penelitian.....	159

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG MASALAH**

SMK merupakan pendidikan menengah yang mengutamakan pengembangan kemampuan peserta didik pada keahlian tertentu, sehingga diharapkan siap untuk memasuki dunia industri. Mutu lulusan pendidikan erat kaitannya dengan proses pelaksanaan pembelajaran yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Penggunaan media pembelajaran merupakan salah satu faktor atau komponen penting dalam proses pembelajaran di sekolah.

Media pembelajaran merupakan sarana untuk menyampaikan pesan pembelajaran dari guru kepada siswa. Pesan pembelajaran dapat berupa teks, grafis, gambar, foto, audio, video dan animasi. Penggunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat merangsang minat serta perhatian siswa, mempermudah siswa dalam memahami sesuatu yang abstrak menjadi lebih konkrit, mempertinggi daya serap siswa sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Dunia industri saat ini banyak yang mengembangkan teknologi otomatisasi. Penggunaan teknologi ini sebagai upaya peningkatan kualitas dan kuantitas hasil produksi. Pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari tentang udara bertekanan. Udara merupakan sumber daya alam yang sangat murah dan mudah didapatkan, sehingga pada aplikasi sekarang ini udara

banyak dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak untuk mengontrol peralatan dan komponen-komponen di dunia industri.

Namun dalam perkembangannya *system pneumatic* dapat dipadukan dengan *system control* lain seperti kendali elektro (elektro-pneumatik). Elektro-pneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja atau tenaga penggerak, sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik, (Dodi dan Indra, 1998: 12).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin mendorong usaha-usaha ke arah pemanfaatan dan pengembangan hasil-hasil teknologi dalam berbagai bidang termasuk bidang pendidikan. Komputer bukan lagi menjadi barang yang langka, tetapi mudah diakses di manapun. Salah satu perangkat lunak (*software*) yang mendukung pengembangan media pembelajaran adalah *Macromedia Flash 8*. *Macromedia Flash* adalah program untuk membuat animasi dan aplikasi web profesional. *Macromedia Flash* juga banyak digunakan untuk membuat game, animasi kartun, dan aplikasi multimedia interaktif seperti demo produk dan tutorial interaktif, (Chandra, 2004: 2).

SMK Muhammadiyah Prambanan merupakan sekolah menengah kejuruan dengan salah satu kompetensi keahlian Elektronika Industri. Jurusan tersebut terdapat mata pelajaran *pneumatic* sebagai bekal siswa-siswinya memasuki dunia industri. Peran media dibutuhkan untuk membantu pembelajaran dapat

berjalan dengan efektif dan efisien. Berdasarkan hasil observasi penulis di SMK Muhammadiyah Prambanan diperoleh bahwa media pembelajaran *pneumatic* yang digunakan dalam proses belajar mengajar masih kurang. Alat yang digunakan untuk melaksanakan praktek mengalami masalah yaitu pada komponen energi suplay (kompresor). Komponen-komponen *pneumatic* yang dibutuhkan untuk melaksanakan praktek kurang, sedangkan harga komponen-komponen *pneumatic* tersebut mahal, sehingga perlu adanya pengembangan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran *pneumatic*.

## **B. IDENTIFIKASI MASALAH**

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, maka dapat dibuat suatu identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Kurangnya media pembelajaran *pneumatic* yang mendukung kegiatan belajar mengajar.
2. Kurangnya media pembelajaran *pneumatic* yang menggunakan animasi.
3. Kurangnya komponen yang tersedia untuk melaksanakan praktek instalasi *electro-pneumatic*.
4. Kurangnya simulasi gerbang logika (*logic gate*) menggunakan rangkaian *electro-pneumatic*.
5. Mahalnya harga komponen-komponen *pneumatic*.
6. Kurangnya pengetahuan siswa tentang aplikasi *pneumatic* di dunia industri.

### **C. BATASAN MASALAH**

Mengingat luasnya lingkup permasalahan yang ada, maka penelitian membatasi pada pengembangan media pembelajaran interaktif mata pelajaran *pneumatic*, serta meneliti tingkat kualitas pengembangan media *pneumatic* oleh ahli melalui *alpha testing* dan oleh siswa melalui *beta testing*.

### **D. RUMUSAN MASALAH**

Dari uraian latar belakang masalah diatas, maka dapat dibuat rumusan permasalahannya sebagai berikut :

1. Bagaimana mengembangkan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran *pneumatic* siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan.
2. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran *pneumatic* siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan.

### **E. TUJUAN**

Skripsi yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran *Pneumatic* Siswa Kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan.” mempunyai beberapa tujuan yaitu:

1. Mengembangkan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran *pneumatic* siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan.
2. Mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran *pneumatic* siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan.

#### **F. MANFAAT**

Manfaat yang bisa didapat dari pengembangan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran *pneumatic* siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan adalah sebagai berikut:

1. Bagi siswa, menjadi referensi untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
2. Bagi lembaga, khususnya jurusan elektronika, dapat membantu siswa untuk belajar mandiri, proses belajar mengajar lebih menarik dan menyenangkan, membantu guru dalam menyampaikan materi pada mata pelajaran *pneumatic*.
3. Bagi dunia usaha dan dunia industri, dapat memberi informasi tentang dasar-dasar sistem *pneumatic*.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Belajar**

Menurut Purwanto (2009: 43) belajar adalah proses untuk membuat perubahan dalam diri siswa dengan cara berinteraksi dengan lingkungan untuk mendapatkan perubahan dalam aspek kognitif, afektif dan psikomotorik. Pada belajar kognitif, prosesnya mengakibatkan perubahan dalam aspek kemampuan berfikir, pada belajar afektif mengakibatkan perubahan dalam aspek merasakan, sedang belajar psikomotorik memberikan hasil belajar berupa keterampilan.

Belajar merupakan proses kognitif untuk memperoleh pengetahuan atau informasi yang di simpan dalam memori jangka panjang (Munir, 2008:147). Sedangkan menurut Gino, dkk (2000: 6) belajar adalah suatu kegiatan yang dapat menghasilkan perubahan tingkah laku, baik potensial maupun actual. Perubahan-perubahan itu, berbentuk kemampuan-kemampuan baru yang dimiliki dalam waktu yang relative lama (konstan). Serta perubahan-perubahan tersebut terjadi karena usaha sadar yang dilakukan oleh individu yang sedang belajar.

Bloom dalam Gino, dkk (2000: 19), menjelaskan tujuan belajar dikelompokkan menjadi tiga kelompok yakni kognitif, psikomotor, dan afektif:

### 1. Ranah Kognitif/ Pengetahuan

Ranah kognitif meliputi enam tingkatan yakni:

- a. Pengetahuan (*Knowledge*)
- b. Pemahaman (*Comprehension*)
- c. Analisis (*Application*)
- d. Sintesis (*Analysis*)
- e. Evaluasian (*Evaluation*)

### 2. Ranah Afektif/ Sikap

- a. Kemampuan menerima (*Receiving*)
- b. Kemauan menanggapi (*Responding*)
- c. Berkeyakinan (*Valuing*)
- d. Penerapan kerja (*Organization*)
- e. Ketelitian (*Correcterzation by value*)

### 3. Ranah Psikomotor

- a. Gerak tubuh (*Body movement*)
- b. Koordinasi gerak (*Finaly coordinated movement*)
- c. Komunikasi non verbal (*non verbal cominication set*)
- d. Perilaku bicara (*Speech behaviors*)

Dari definisi-definisi di atas dapat disimpulkan bahwa belajar usaha sadar yang dilakukan oleh individu untuk mendapatkan perubahan dalam aspek kognitif, afektif dan psikomotorik.

## **B. Pembelajaran**

Menurut Oemar Hamalik (1994: 57) Pembelajaran adalah suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan dan prosedur yang saling mempengaruhi untuk mencapai tujuan pembelajaran, dalam hal ini manusia terlibat dalam sistem pengajaran terdiri dari siswa, guru dan tenaga lainnya, materi meliputi; buku-buku, papan tulis dan lain-lainnya. Fasilitas dan perlengkapan terdiri dari ruang kelas dan audiovisual. Prosedur meliputi jadwal dan metode penyampaian informasi, praktek belajar, ujian dan sebagainya.

Kegiatan belajar-mengajar merupakan suatu kegiatan yang melibatkan beberapa komponen (Gino, dkk, 2000: 30-31):

1. Siswa adalah seseorang yang bertindak sebagai pencari, penerima, dan penyimpan isi pelajaran yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan.
2. Guru adalah seseorang yang bertindak sebagai pengelola kegiatan belajar-mengajar, katalisator belajar-mengajar, peranan lainnya yang memungkinkan berlangsungnya kegiatan belajar-mengajar yang efektif.
3. Tujuan yakni pernyataan tentang perubahan perilaku yang diinginkan terjadi pada siswa setelah mengikuti belajar-mengajar. Perubahan perilaku tersebut mencakup perubahan kognitif, psikomotor dan afektif.
4. Isi pelajaran yakni segala informasi berupa fakta, prinsip dan konsep yang diperlukan untuk mencapai tujuan.

5. Metode yakni cara yang teratur untuk memberikan kesempatan kepada siswa untuk mendapat informasi yang dibutuhkan mereka untuk mencapai tujuan.
6. Media yakni bahan pelajaran dengan atau tanpa peralatan yang digunakan untuk menyajikan informasi kepada siswa agar mereka dapat mencapai tujuan.
7. Evaluasi yakni cara tertentu yang digunakan untuk menilai suatu proses dan hasilnya.

Perubahan perilaku sebagai hasil proses belajar dipengaruhi oleh faktor dari dalam individu (faktor intern) seperti: perhatian, minat, motivasi, kebiasaan, usaha, dan sebagainya; dan faktor dari luar (faktor ekstern) seperti: faktor lingkungan keluarga, sekolah, dan masyarakat. Pembelajaran merupakan usaha sadar dan sengaja oleh guru untuk membuat siswa belajar dengan jalan mengaktifkan faktor intern dan faktor ekstern dalam kegiatan belajar-mengajar (Gino, dkk, 2000: 31-32).

Dari uraian di atas dapat diketahui, bahwa pembelajaran merupakan usaha sadar guru untuk membuat siswa belajar guna mencapai tujuan belajar dengan mengoptimalkan interaksi komponen-komponen belajar-mengajar, prosedur dan fasilitas belajar.

## C. Media Pembelajaran Interaktif

### 1. Pengertian

Menurut (Arsyad, 2007: 3) kata media berasal dari bahasa Latin *medius* yang secara harfiah berarti ‘tengah’, ‘perantara’, atau ‘pengantar’. Arsyad (2007: 4) juga mengungkapkan apabila media itu membawa pesan-pesan atau informasi yang bertujuan instruksional atau mengandung maksud - maksud pengajaran maka media itu disebut media pembelajaran. Menurut Gagne dalam Sadiman (2002: 6) secara umum media pembelajaran dalam pendidikan disebut media, yaitu berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsangnya untuk berpikir. Sedangkan menurut Brigs dalam Sadiman (2002: 6) media adalah segala alat fisik yang dapat menyajikan pesan serta merangsang siswa untuk belajar.

Sadiman (2002: 6) media merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim dan penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, minat dan perhatian sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi. I Wayan Satyasa (2007:3) menyatakan media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan (bahan pembelajaran), sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran, dan perasaan siswa dalam kegiatan belajar untuk mencapai tujuan belajar.

Alat bantu belajar atau media belajar merupakan alat yang dapat membantu siswa belajar untuk mencapai tujuan belajar misalnya media cetak (buku-buku paket), media elektronik (radio, TV, tape recorder, film, animasi, dan lain-lain). Alat bantu belajar atau pembelajaran adalah semua alat yang digunakan dalam kegiatan belajar-mengajar, dengan maksud untuk menyampaikan pesan (informasi) pembelajaran dari sumber (guru maupun sumber lain) kepada penerima (siswa). Informasi yang disampaikan melalui media, harus dapat diterima oleh siswa dengan menggunakan salah satu atau gabungan beberapa alat indera mereka, bahkan lebih baik lagi bila seluruh alat indera siswa mampu dan dapat menerima isi pesan yang disampaikan (Gino, dkk, 2000: 37-38).

Menurut Sudjana & Rivai dalam Arsyad (2007: 24) mengemukakan manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa, yaitu:

1. Pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
2. Bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga dapat lebih dipahami oleh siswa dan memungkinkannya menguasai dan mencapai tujuan pembelajaran.
3. Metode mengajar akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga siswa tidak bosan dan guru tidak kehabisan tenaga, apalagi kalau guru mengajar pada setiap jam pelajaran.

4. Siswa dapat lebih banyak melakukan kegiatan belajar sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, memerankan, dan lain-lain.

Menurut Sri Maryani (2009: 3) interaktif berarti bersifat saling mempengaruhi. Artinya antara pengguna (user) dan media (program) ada hubungan timbal balik, user memberikan respon terhadap permintaan/tampilan media (program), kemudian dilanjutkan dengan penyajian informasi/ konsep berikutnya yang disajikan oleh media (program) tersebut.

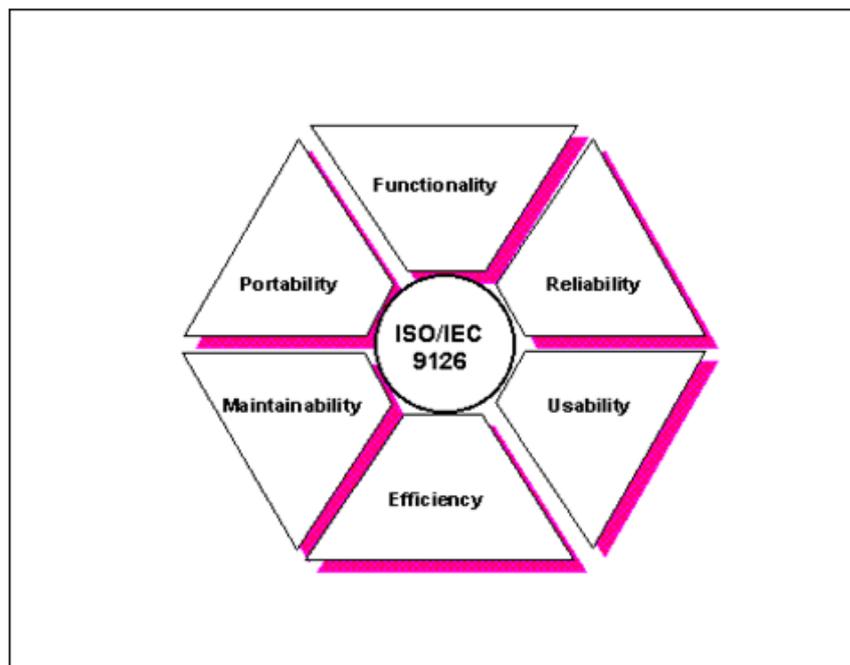
Arsyad (2007: 100) mengungkapkan bahwa interaksi dalam lingkungan pembelajaran berbasis komputer pada umumnya meliputi tiga unsur, yaitu (1) urutan - urutan instruksional yang dapat disesuaikan, (2) jawaban/ respons atau pekerjaan siswa, (3) umpan balik yang dapat disesuaikan. Umpan balik disebut juga dengan interaktif. Multimedia interaktif menurut Agus Suheri (2006: 3), adalah suatu multimedia yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna, sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Aspek interaktif pada multimedia dapat berupa navigasi, simulasi, permainan dan latihan soal.

Uraian di atas dapat disimpulkan media pembelajaran interaktif adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan

(informasi) yang bertujuan instruksional atau mengandung maksud-maksud pengajaran dari guru kepada siswa serta memiliki hubungan timbal balik antara pengguna (*user*) dengan media tersebut.

## 2. Kualitas Media Pembelajaran Berbentuk Perangkat Lunak (*Software*)

Berander dkk (2005: 13) menyebutkan dalam ISO 9126 mengemukakan sebuah standar atau faktor-faktor untuk menilai kualitas software ada enam jenis. Enam ukuran kualitas yang ditetapkan, yaitu fungsionalitas (*Functionality*), kehandalan (*reliability*), kebergunaan (*usability*), efisiensi, portabilitas, serta keterpeliharaan (*maintainability*).



Gambar 1. *The six quality characteristics of a software model ISO 9126* dalam <http://www.cse.dcu.ie/essiscope/sm2/9126ref.html>

Nurhadisaputra (2011: 15) ISO 9126 mengidentifikasi enam karakteristik kualitas perangkat lunak utama, yaitu:

1. *Functionality*: kemampuan perangkat lunak dalam memenuhi fungsi produk perangkat lunak yang menyediakan kepuasan kebutuhan pengguna.

Fungsionalitas perangkat lunak memiliki 5 sub-karakteristik, yaitu :

a. *Suitability*: Kemampuan perangkat lunak untuk menyediakan serangkaian fungsi yang sesuai untuk tugas-tugas tertentu dan tujuan pengguna.

b. *Accuracy*: Kemampuan perangkat lunak dalam memberikan hasil yang presisi dan benar sesuai dengan kebutuhan.

c. *Security*: Kemampuan perangkat lunak untuk mencegah akses yang tidak diinginkan, menghadapi penyusup (*hacker*) maupun otorisasi dalam modifikasi data.

d. *Interoperability*: Kemampuan perangkat lunak untuk berinteraksi dengan satu atau lebih sistem tertentu;

e. *Compliance*: Kemampuan perangkat lunak dalam memenuhi standar dan kebutuhan sesuai peraturan yang berlaku.

2. *Reliability*: kemampuan perangkat lunak untuk perawatan dengan level performansi. Reliability atau keandalan perangkat lunak memiliki 3 sub-karakteristik, yaitu :

a. *Maturity*: Kemampuan perangkat lunak untuk menghindari kegagalan sebagai akibat dari kesalahan dalam perangkat lunak.

- b. *Fault tolerance*: Kemampuan perangkat lunak untuk mempertahankan kinerjanya jika terjadi kesalahan perangkat lunak.
  - c. *Recoverability*: Kemampuan perangkat lunak untuk membangun kembali tingkat kinerja dan memulihkan data yang rusak.
3. *Usability*: kemampuan yang berhubungan dengan penggunaan perangkat lunak. *Usability* perangkat lunak memiliki 3 sub-karakteristik, yaitu :
- a. *Understandibility*: Kemampuan perangkat lunak dalam kemudahan untuk dipahami.
  - b. *Operability*: Kemampuan perangkat lunak dalam kemudahan untuk dioperasikan.
  - c. *Attractiveness*: Kemampuan perangkat lunak dalam menarik pengguna
4. *Efficiency*: kemampuan yang berhubungan dengan sumber daya fisik yang digunakan ketika perangkat lunak dijalankan. Efisiensi perangkat lunak memiliki 2 sub-karakteristik, yaitu:
- a. *Time behavior*: Kemampuan perangkat lunak dalam memberikan respon dan waktu pengolahan yang sesuai saat melakukan fungsinya.
  - b. *Resource behavior*: Kemampuan perangkat lunak dalam menggunakan sumber daya yang dimilikinya ketika melakukan fungsi yang ditentukan.
5. *Maintainability*: kemampuan yang dibutuhkan untuk membuat perubahan perangkat lunak. *Maintainability* memiliki 4 sub-karakteristik, yaitu:

- a. *Analyzability*: Kemampuan perangkat lunak dalam mendiagnosis kekurangan atau penyebab kegagalan.
  - b. *Changeability*: Kemampuan perangkat lunak untuk dimodifikasi tertentu.
  - c. *Stability*: Kemampuan perangkat lunak untuk meminimalkan efek tak terduga dari modifikasi perangkat lunak.
  - d. *Testability*: Kemampuan perangkat lunak untuk dimodifikasi dan divalidasi perangkat lunak lain.
6. *Portability*: kemampuan yang berhubungan dengan kemampuan perangkat lunak yang dikirim ke lingkungan berbeda. *Portability* memiliki 4 sub-karakteristik, yaitu:
- a. *Adaptability*: Kemampuan perangkat lunak untuk diadaptasikan pada lingkungan yang berbeda-beda.
  - b. *Instalability*: Kemampuan perangkat lunak untuk diinstal dalam lingkungan yang berbeda-beda.
  - c. *Co-existence*: Kemampuan perangkat lunak untuk berdampingan dengan perangkat lunak lainnya dalam satu lingkungan dengan berbagi sumber daya.
  - d. *Replaceability*: Kemampuan perangkat lunak untuk digunakan sebagai pengganti perangkat lunak lainnya.

### **3. Nilai Informasi atau Kualitas Informasi**

Menurut Amsyah (2001: 316) nilai informasi ditentukan oleh lima karakteristiknya, yaitu:

#### **1. Ketelitian**

Ketelitian didefinisikan sebagai perbandingan dari informasi yang benar dengan jumlah seluruh informasi yang dihasilkan pada suatu proses pengolahan data tertentu.

#### **2. Ketepatan waktu**

Ketepatan waktu merupakan karakteristik informasi yang penting. Bukan hanya bernilai baru atau lama, tetapi tepat waktu atau setidaknya saat informasi diperlukan. Bila informasi diperlukan sewaktu-waktu maka diharapkan informasi tersebut dapat disediakan secepat waktu yang diperlukan.

#### **3. Kelengkapan**

Kelengkapan sangat penting dalam pengambilan keputusan. Sering kali kegiatan bisnis yang memerlukan pengambilan keputusan secara cepat menjadi tertunda hanya karena kurang lengkapnya informasi yang ada.

#### **4. Ringkas**

Informasi yang bernilai lebih cenderung bersifat seperti suatu kesimpulan, dan akan lebih jelas dan bernilai tinggi bila dapat disertai dengan bagan, gambar, grafik, tabel, dan bentuk lainnya.

#### 5. Kesesuaian (*Relevan*)

Informasi yang bernilai tinggi tentu saja mempersyaratkan pula unsur yang kelima yaitu sesuai (*relevan*). Informasi hendaklah sesuai dengan keperluan pekerjaan atau manajemen dan sesuai (*relevan*) pula dengan tujuan yang akan dicapai.

### **D. Program Aplikasi *Macromedia Flash 8***

Menurut Chandra (2004: 2) *Macromedia Flash* adalah program untuk membuat animasi dan aplikasi web profesional. Bukan hanya itu, *Macromedia Flash* juga banyak digunakan untuk membuat game, animasi kartun, dan aplikasi multimedia interaktif seperti demo produk dan tutorial interaktif. *Macromedia flash 8* merupakan sebuah program aplikasi yang distandarkan untuk menggambar grafis dan animasi yang dipasang pada *website*. Dalam perkembangannya, *Macromedia Flash 8* mulai beradaptasi dengan penggunaannya (*user*) selain sebagai pembuatan *website flash* kini digunakan juga sebagai pembuatan logo, *movie*, *game*, presentasi, *screen saver* serta CD interaktif. Hal yang paling baru adalah *flash* kini dapat berkomunikasi dengan telepon dan pembuatan aplikasi-aplikasi lainnya.

Kelebihan lain yang dimiliki program *Macromedia Flash* adalah mampu membuat tombol interaktif dengan sebuah *movie* atau objek yang lain. *Macromedia Flash* mampu membuat perubahan transparansi warna dalam *movie*. *Macromedia Flash* mampu membuat perubahan animasi dari satu

bentuk ke bentuk lain dan mampu membuat gerakan animasi dengan mengikuti alur yang telah ditetapkan. Dengan *Macromedia Flash*, file dapat dikonversi dan dipublikasikan (*publish*) ke dalam file aplikasi (.exe).

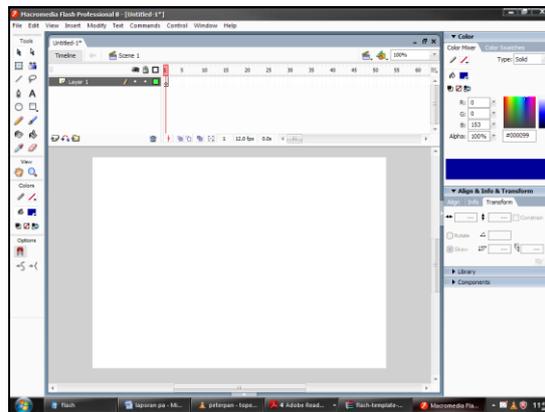
Dalam menggunakan aplikasi ini ada beberapa persyaratan sebelum diinstal ke komputer untuk menjamin bahwa program dapat berjalan secara optimum yaitu:

- Processor : Intel Pentium III-800 MHz
- Memori : 128 MB (dianjurkan 256 MB)
- CD-Rom : 52X
- Harddisk : 10 GB
- Monitor : SVGA 1024x768 pixel dengan kedalaman warna 16 bit.
- Dilengkapi dengan browser seperti Internet Explorer 5.0 atau versi terbaru.

## **1. Area Kerja Macromedia Flash Profesional 8**

### **a. *Stage***

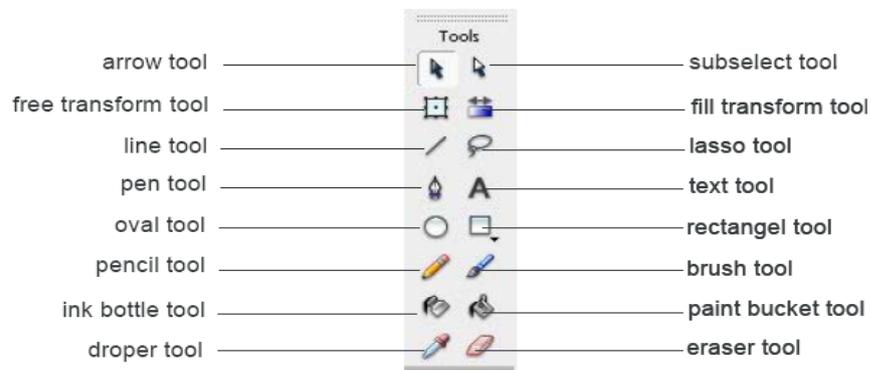
*Stage* dipergunakan sebagai daerah tempat meletakkan objek. Objek-objek yang terletak didalam *stage* akan ditampilkan dalam *movie*, sedangkan yang berada di luar *stage* tidak.



Gambar 2. Area Kerja pada *Macromedia Flash 8*

### b. Panel *Toolbox*

*Tollbox* merupakan alat bantu/kerja dalam menggambar suatu objek seperti garis, lingkaran, persegi empat, *text*, pemberi warna. Juga dapat dipergunakan untuk menghapus, memperbesar/memperkecil, maupun memilih objek.



Gambar 3. *Panel Toolbox*

*Arrow tool* digunakan untuk memilih dan memindahkan objek.

*Subselect tool* untuk memodifikasi titik-titik suatu garis pada gambar.

*Line tool* untuk membuat garis.

*Lasso tool* di gunakan untuk memilih bagian dari objek atau memilih objek yang tidak teratur.

*Pen tool* untuk menambah atau mengurangi titik-titik pada garis suatu gambar.

*Text tool* di gunakan untuk menulis teks.

*Oval tool* untuk membuat gambar lingkaran atau oval.

*Rectangle tool* untuk menggambar persegi atau kotak.

*Pencil tool* untuk menggambar bentuk yang teratur.

*Brush tool* untuk menggambar bebas dengan sistem seperti kuas.

*Ink bottle tool* untuk mewarnai atau menambah warna outline suatu objek.

*Paint bucket tool* untuk mengidentifikasi warna fill suatu objek.

*Dropper tool* untuk mengambil warna suatu bidang.

*Eraser tool* digunakan untuk menghapus sebagian atau seluruh objek yang tidak diinginkan.

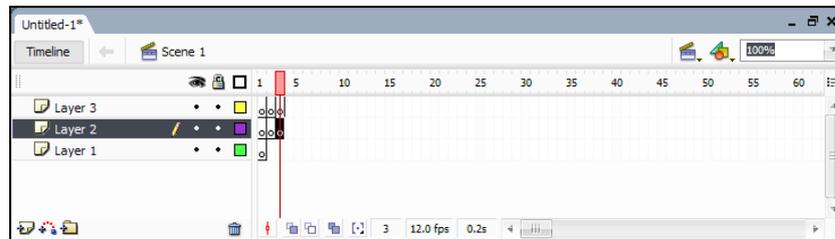
*Free transform tool* untuk mentransformasi bentuk suatu objek.

*Fill transform tool* untuk mentransformasi fill dari suatu objek.

### **c. Panel *Timeline***

*Time line* merupakan tempat dimana animasi objek akan dijalankan. *Time line* juga berfungsi untuk menentukan kapan suatu objek dimunculkan atau dihilangkan berdasarkan satuan waktu. Pada *time line* terdapat

*frame*, *layer* dan *playhead*. *Time Line* mempunyai tugas mengatur waktu dan pemunculan objek-objek tertentu.



Gambar 4. Panel *Timeline*

Komponen-komponen utama dari *time line* adalah *layer*, *frame*, dan *playhead*.

### 1) *Frame*

*Frame* merupakan segmen-segmen dari *movie* yang akan dijalankan secara bergantian. *Frame* juga sering digunakan sebagai pengontrol untuk jalannya animasi. Biasanya *frame* secara *default* akan berada pada *line* pertama dan dalam kondisi yang *blank* (kosong).

### 2) *Layer*

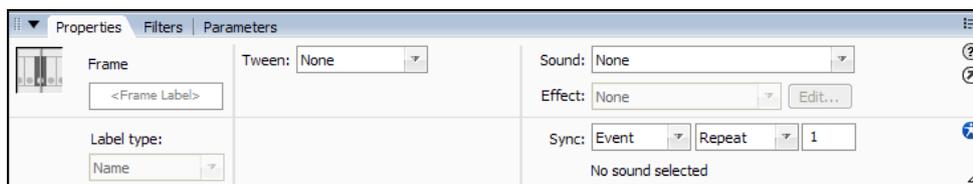
*Layer* merupakan lapisan-lapisan yang berfungsi sebagai pemisah antara satu objek dengan objek yang lain. Urutan posisi *layer* menentukan tampilan masing-masing *layer* tersebut yang akan dijalankan secara bersamaan.

### 3) *Play Head*

*Play head* dipergunakan untuk menunjuk posisi dari *frame* yang sedang dijalankan.

#### d. Panel *Properties Inspector*

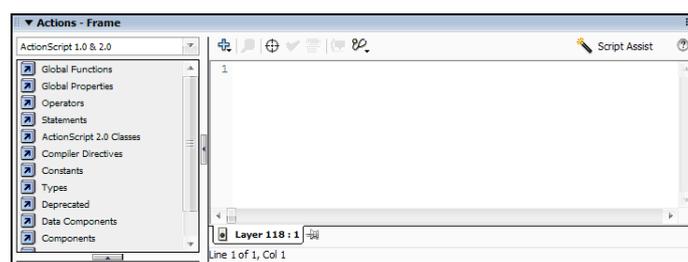
Panel *Properties Inspector* adalah sebuah jendela panel yang berisikan berbagai atribut objek. Contohnya adalah pengaturan *stage* tampilan panel *properties inspector* secara otomatis dapat berganti-ganti tergantung objek yang kita pilih.



Gambar 5. Panel *Properties Inspector*

#### e. Panel *Actions*

Panel *actions* merupakan sebuah panel yang berfungsi untuk membuat atau menyediakan kebutuhan untuk berinteraksi dengan bahasa pemrograman *ActionScript* dan pada Panel *action* juga dapat digunakan interaksi antara bahasa pemrograman yang lain.

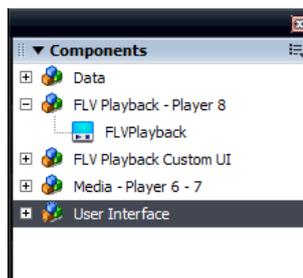


Gambar 6. Panel *Actions*

#### f. Panel *Components*

Panel *components* adalah sebuah jendela Panel yang berisikan klip-klip *movie* yang kompleks dan memiliki parameter-parameter yang telah

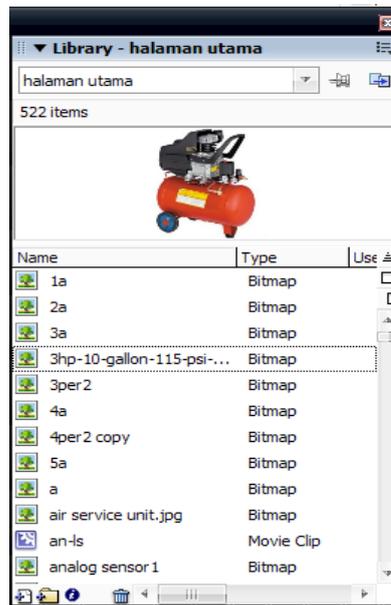
didefinisikan dan serangkaian metode-metode *ActionScript* yang dapat diset ulang dan diberi opsi-opsi tambahan sesuai dengan kebutuhan. Perlu diketahui bahwa panel *components* menggantikan fungsi *smart clips* pada versi *macromedia flash* yang terdahulu.



Gambar 7. Panel *Components*

#### **g. Panel *Library***

Panel *Library* di dalam *macromedia flash 8* digunakan sebagai tempat menyimpan objek yang telah dibuat di dalam *stage*. Objek yang ada di *library* dapat digunakan secara berulang-ulang dalam *library* banyak terdapat objek seperti gambar, tombol, *sound* dan *movie clip*. Di bawah ini merupakan *library button* yang disediakan dari standar *Macromedia Flash 8*.

Gambar 8. Panel *Library*

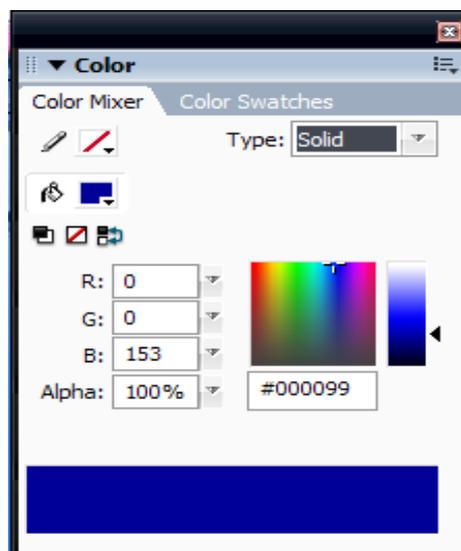
#### h. Panel *Align*

Panel *align* merupakan suatu jendela perintah yang berfungsi untuk menentukan posisi suatu objek di dalam *stage*. Panel *align* terdiri dari empat atribut yaitu *align*, *distributor*, *match size* dan *space*.

Gambar 9. Panel *Align*

### i. Panel *Color Mixer*

Panel *color mixer* adalah sebuah jendela panel yang digunakan untuk mengedit suatu warna. Dalam *color mixer* terdapat tiga jenis warna yaitu *solid*, *linear* dan *radial*. Ketiga jenis warna ini dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.



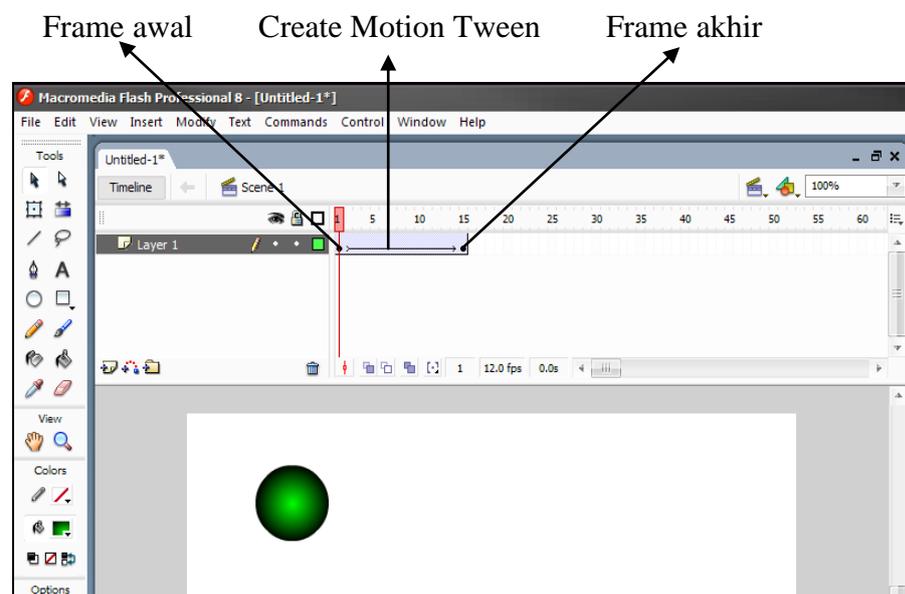
Gambar 10. Panel *Color Mixer*

## 2. Dasar Animasi

### a. *Motion Tween*

*Motion Tween* adalah animasi yang digunakan untuk menggerakkan objek yang sudah dikonversi ke dalam bentuk simbol berdasarkan batas suatu *keyframe* tertentu. Simbol-simbol dalam *flash* yaitu *movie clip*, *button* dan *graphic*. Cara pembuatan animasi *motion tween* adalah: tentukan *frame* awal dari animasi, buat objek animasi, konversi objek ke

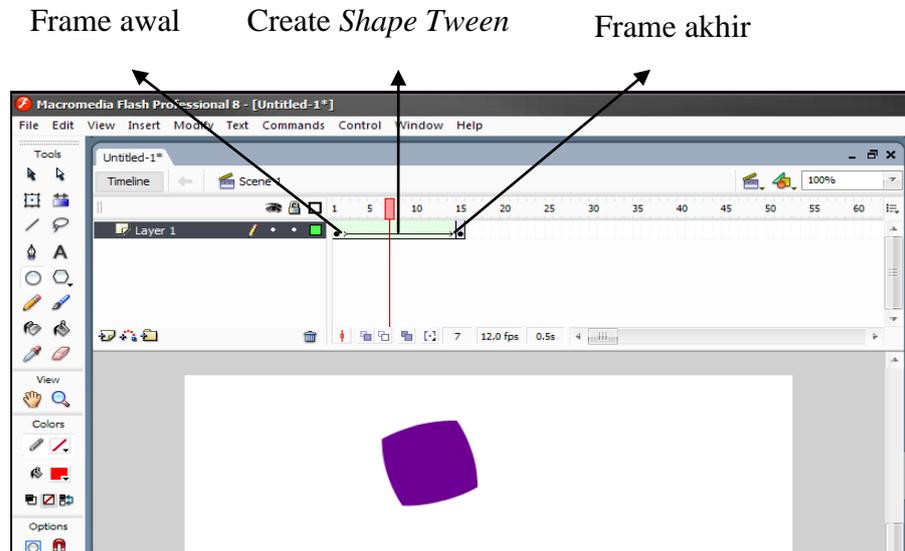
dalam symbol yang diinginkan, tentukan *frame* akhir dari animasi, sisipkan *create motion tween* diantara *frame* awal dan *frame* akhir sehingga muncul garis panah, pada *frame* akhir tentukan letak posisi objek. Eksekusi animasi dengan *test movie*.



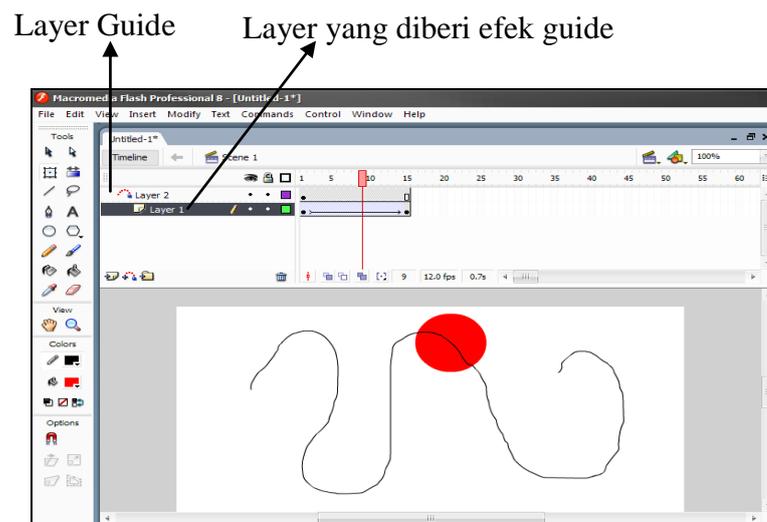
Gambar 11. *Motion Tween*

#### b. *Shape Tween*

*Shape Tween* adalah animasi yang digunakan untuk mengubah satu bentuk ke bentuk yang lain. Objek harus berupa objek normal (objek ter-break a part). Cara pembuatan animasi *shape tween* sama seperti pada *motion tween*, 34 perbedaannya objek tidak dalam bentuk simbol. Animasi ini posisi objek tidak berubah, hanya mengalami perubahan bentuk.

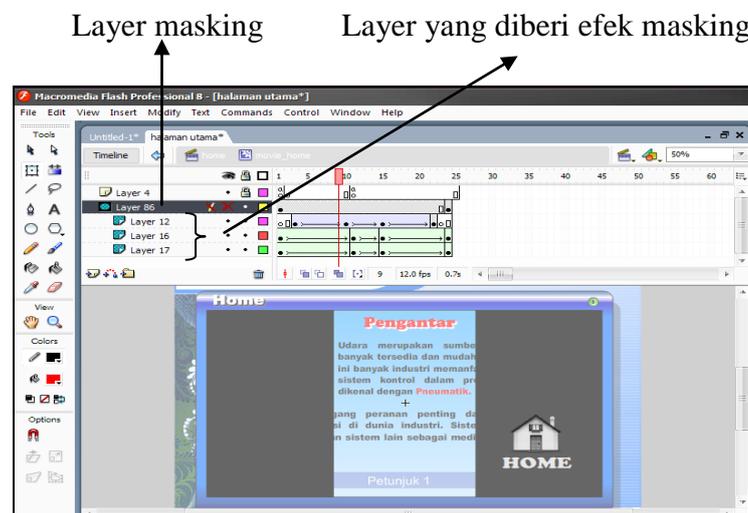
Gambar 12. *Shape Tween*c. Teknik *Guide*

Teknik *guide* adalah teknik menggerakkan animasi sesuai *guide* yang telah dibuat pada *layer guide*. *Guide* yang dibuat berupa garis yang mempunyai arah dan lintasan tertentu

Gambar 13. Teknik *Guide*

#### d. Teknik *Masking*

Teknik *masking* digunakan untuk menyembunyikan isi *layer* lain tetapi akan ditampilkan saat *movie* dijalankan. Animasi *masking* mempunyai dua metode dasar, yang pertama adalah area *masking* yang bergerak sedang objek yang *dimask* diam, yang kedua adalah area *masking* yang diam sedang objek yang *dimask* bergerak. Kedua teknik tersebut akan menampilkan animasi yang berbeda.



Gambar 14. Teknik *Masking*

## E. Pneumatic

### 1. *Fully-Pneumatic*

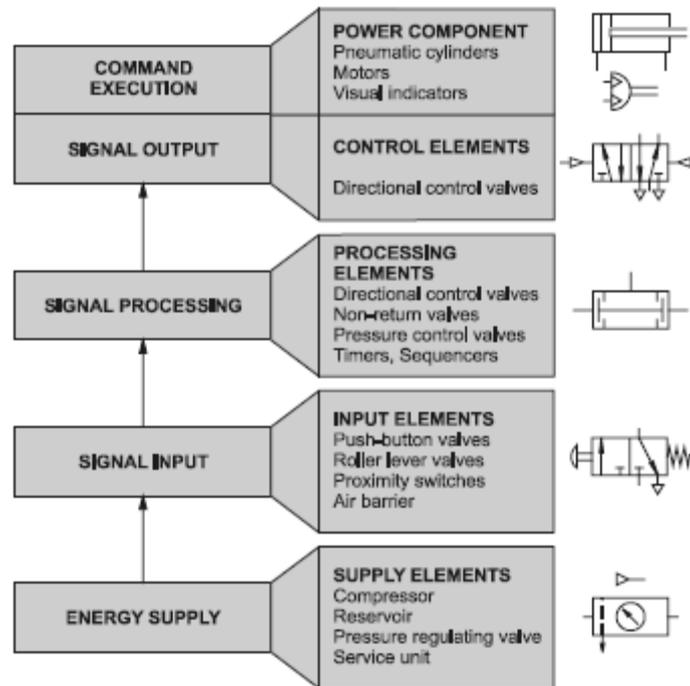
#### a. Pengertian *Fully-Pneumatic*

*Pneumatic* berasal dari bahasa Yunani, yaitu '*pneuma*' yang berarti napas atau udara. Jadi pneumatik adalah ilmu yang berkaitan dengan gerakan maupun kondisi yang berkaitan dengan udara. Dahulu udara

hanya digunakan untuk keperluan terbatas, seperti menambah tekanan udara ban mobil atau motor, membersihkan kotoran, dan sejenisnya. Dewasa ini banyak industri yang menggunakan sistem pneumatik dalam proses produksi sebagai upaya peningkatan kualitas dan kuantitas hasil produksinya, seperti industri makanan, industri elektronik, industri perakitan mobil, dan sebagainya. *Fully pneumatic system* merupakan sebuah metode untuk mengoperasikan sebuah *actuator* hanya dengan *pneumatic* (udara) tanpa menggunakan *electric*.

**b. Komponen-komponen *pneumatic***

Sistem pneumatik memiliki bagian-bagian yang mempunyai fungsi berbeda mulai dari elemen input sampai komponen tenaga. Elemen sistem pada pneumatik secara garis besar dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 15. Alir sinyal dan komponen-komponen dari suatu sistem Pneumatik (P. Croser, F. Ebel, 1999: 20)

### 1) Aktuator

Aktuator adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi kerja yang dimanfaatkan. Aktuator pneumatik dapat digolongkan menjadi 2:

a) Gerakan lurus (gerakan linear) :

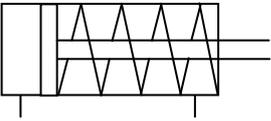
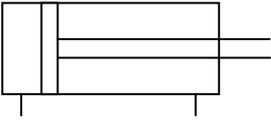
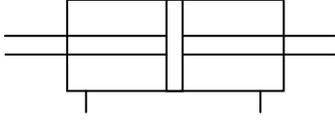
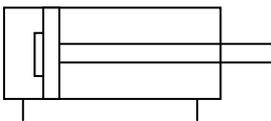
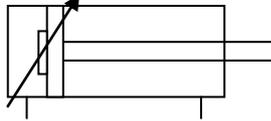
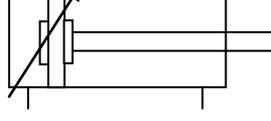
i. Silinder kerja tunggal

Silinder ini mendapat suplai udara hanya dari satu sisi saja. Untuk mengembalikan keposisi semula biasanya digunakan pegas.

ii. Silinder kerja ganda

Silinder ini mendapat suplai udara kempa dari dua sisi. Konstruksinya hampir sama dengan silinder kerja tunggal. Keuntungannya adalah bahwa silinder ini dapat memberikan tenaga kepada dua belah sisinya.

Tabel 1. Aktuator dengan gerakan lurus

Slinder kerja tunggal	
Silinder kerja ganda	
Silinder kerja ganda dengan batang piston sisi ganda	
Silinder kerja ganda dengan bantalan udara tetap dalam satu arah, tak mampu diatur	
Silinder kerja ganda dengan bantalan udara tunggal, mampu diatur	
Silinder kerja ganda dengan bantalan udara sisi ganda, mampu diatur	

(P.Croser, 1994: 42)

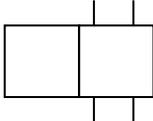
b) Gerakan putar (aktuator rotari)

Aktuator rotari ada yang dapat melakukan gerakan putar kontinu dan ada pula yang berputar terbatas pada sudut putar yang terbatas. Motor pneumatik pada umumnya berkecepatan tinggi, dapat diatur kecepatannya atau tidak dapat diatur.

2) **Katup Kontrol Arah**

Katup kontrol arah adalah bagian yang berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan arah udara. Katup kontrol arah diwakili oleh jumlah saluran dan jumlah posisi. Setiap posisi digambarkan sebagai kotak. Cara membaca simbol katup pneumatik:

Tabel 2. Cara membaca simbol katup pneumatik

Posisi pensaklaran katup diwakili oleh kotak	
Jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi pensaklaran katup	
Garis menunjukkan lintasan aliran, panah menunjukkan arah aliran	
Posisi tutup ditunjukkan dalam kotak oleh garis blok	
Sambungan (saluran masukan dan keluaran) ditunjukkan oleh garis di luar kotak dan digambar pada posisi awal	

(P.Croser, 1994: 36)

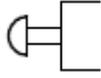
Sistem penomoran yang digunakan untuk menandai katup kontrol arah sesuai dengan DIN ISO 5599. Sistem huruf yang terdahulu digunakan dan sistem penomoran dijelaskan sebagai berikut:

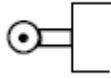
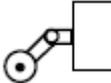
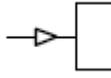
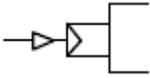
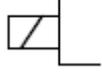
Tabel 3. Sistem penomoran katup kontrol arah

<b>Lubang/sambungan</b>	<b>DIN ISO 5599</b>	<b>Sistem huruf</b>
Lubang tekanan	1	P
Lubang pembuangan	3	R (katup 3/2)
Lubang pembuangan	3, 5	R, S (katup 5/2)
Keluaran	2, 4	A, B
<b>Saluran pengaktifan:</b>		
Membuka aliran dari 1 ke 2	12	Z (katup 3/2)
Membuka aliran dari 1 ke 2	12	Y (katup 5/2)
Membuka aliran dari 1 ke 4	14	Z (katup 5/2)
Menutup aliran	10	Z, Y
Pilot udara tambahan	81, 91	Pz

Metode aktuasi dari katup kontrol arah bergantung pada tugas yang diperlukan. Jenis aktuasi bervariasi, seperti secara mekanis, pneumatic, elektrik, dan kombinasi dari semuanya. Simbol dari metode aktuasi diuraikan dalam standar DIN 1219. Apabila diterapkan untuk katup kontrol arah, ada beberapa metode aktuasi awal dari katup dan metode kembali dari katup. Sisi kiri kotak untuk metode aktuasi awal, sedangkan sisi kanan kotak untuk metode kembali dari katup.

Tabel 4. Metode aktuasi

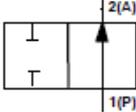
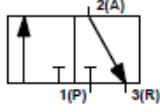
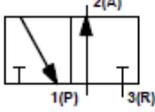
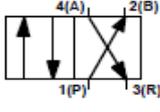
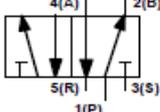
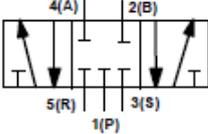
Mekanikal	
Operasi manual	
Tombol	
Operasi tuas	
Pedal kaki	
Pegas kembali	

Operasi rol	
Operasi rol, satu arah	
Pneumatik	
Pengaktifan langsung pneumatik	
Pengaktifan tidak langsung pneumatik (pilot / pemandu)	
Listrik	
Operasi dengan solenoid tunggal	
Operasi dengan solenoid ganda	
Kombinasi	
Solenoid ganda dan operasi pilot dengan tambahan manual	

(P.Croser, 1994: 39)

Penamaan saluran sangat berguna dalam pembacaan rangkaian dan saat melihat hubungan antara rangkaian dan komponen yang akan dirangkai.

Tabel 5. Simbol katup kontrol arah

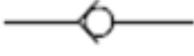
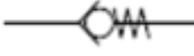
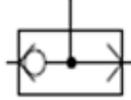
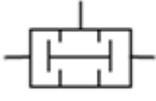
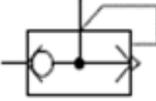
Katup kontrol arah 2/2	
Katup kontrol arah 3/2 (normal tertutup)	
Katup kontrol arah 3/2(normal terbuka)	
Katup kontrol arah 4/2	
Katup kontrol arah 5/2	
Katup kontrol arah 5/2 (posisi tengah tertutup)	

(P.Croser, 1994: 37)

### 3) Katup satu arah

Katup satu arah (katup check) merupakan dasar dari pengembangan berbagai kombinasi komponen. Ada dua konfigurasi utama dari katup satu arah, yaitu dengan pegas atau tanpa pegas.

Tabel 6. Katup satu arah dan turunanya

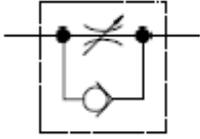
Katup check	
Katup check dengan pegas	
Shuttle valve (katup fungsi "OR")	
Two pressure valve (katup fungsi "AND")	
Katup pembuangan cepat	

(P.Croser, 1994: 40)

#### 4) Katup kontrol aliran

Katup kontrol aliran adalah katup yang mempengaruhi volume aliran udara bertekanan yang keluar pada sisi katup. Katup kontrol aliran ini terdiri dari:

Tabel 7. Katup kontrol aliran

Katup kontrol aliran yang dapat diatur	
Katup control aliran satu arah	

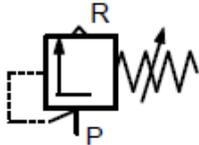
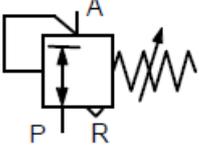
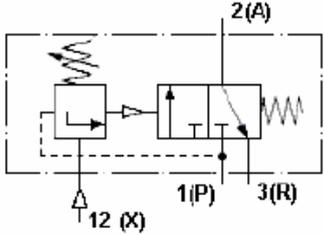
(P.Croser, 1994: 40)

### 5) Katup Tekanan

Katup tekanan adalah katup yang dikontrol oleh besarnya tekanan.

Katup tekanan ini terdiri dari:

Tabel 8. Katup Tekanan

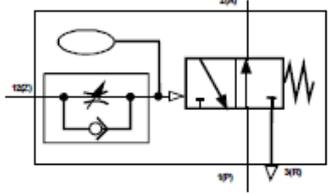
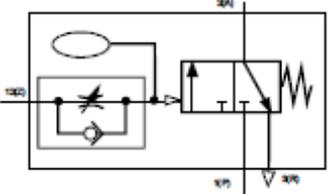
Katup saklar tekanan segaris	
Katup pengatur tekanan mampu diatur jenis relief (beban berlebih dilepaskan)	
Katup saklar kombinasi	

(P.Croser, 1994: 41)

## 6) Katup Tunda Waktu

Katup tunda waktu adalah kombinasi/gabungan dari katup 3/2, katup kontrol aliran satu arah, dan tangki udara. Katup tekanan ini terdiri dari:

Tabel 9. Katup Tunda Waktu

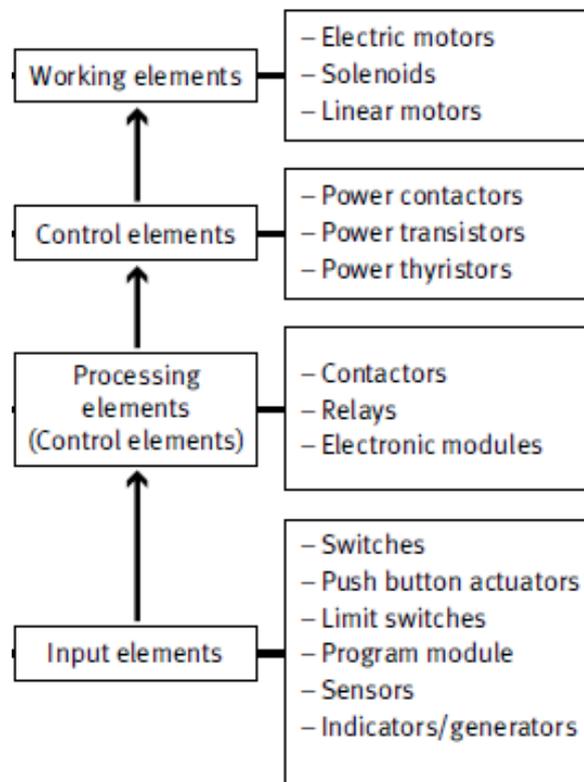
Katup tunda waktu NO	
Katup tunda waktu NC	

## 2. *Electro-Pneumatic*

### a. Pengertian *Electro-Pneumatic*

Menurut Dodi, Indra (1998) elektro-pneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja (tenaga penggerak) sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik. Electro-pneumatik merupakan metode untuk mengoperasikan sebuah *actuator* dengan katup elektromagnetik, semua *actuator* dan katup elektromagnetik dikontrol melalui rangkaian elektrik. Sistem kontrol elektrik memiliki keuntungan respon cepat, menghemat ruang, dan operasinya lebih diandalkan dibandingkan dengan *fully-pneumatic*.

### b. Komponen-komponen *electro-pneumatic*



Gambar 16. Alir sinyal dan komponen-komponen dari suatu sistem kontrol elektro-pneumatik (F. Ebel, 2000: 1)

#### 1) *Push Button Switch*

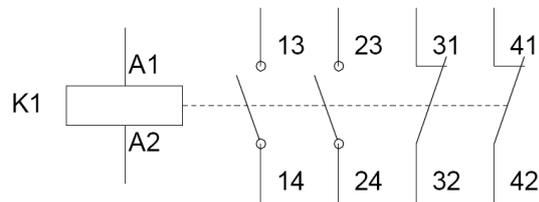
Saklar ini akan mengalirkan sinyal apabila diaktuasi/ ditekan, untuk mengembalikan saklar ini ke posisi semula maka saklar harus ditekan atau memanfaatkan pegas untuk jenis tombol. Beberapa jenis *push button switch*:

Tabel 10. Jenis *push button*

<i>General Push-button</i> NO	
Tombol operasi manual NO	
Tombol operasi manual NC	
Saklar operasi manual NO	
Saklar operasi manual NC	
Saklar operasi manual NO diaktifkan dengan diputar	

## 2) Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk penyambung dan memutuskan kontak berdasarkan medan magnet.



Gambar 17. Simbol relay

Jenis relay NO atau NC dapat dilihat pada kontak yang terdapat pada relay. Angka pertama pada kontak menunjukkan kontak nomor berapa, sedangkan angka kedua selalu bernomor 3/4 untuk relay NO dan 1/2 untuk relay yang NC.

### 3) Katup Elektromagnetik

Katup elektromagnetik digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan udara bertekanan pada suatu katup dengan menggunakan elektromagnetik.

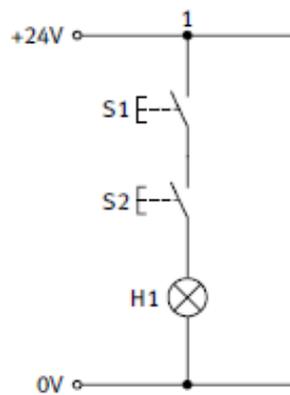
Tabel 11. *Electromagnetic valve*

Katup 2/2 diaktuasikan dengan sinyal listrik, kembali dengan pegas	
Katup 3/2 NO diaktuasikan dengan sinyal listrik, kembali dengan pegas	
Katup 4/2 diaktuasikan sinyal listrik, kembali dengan pegas	
Katup 5/2 diaktuasikan sinyal listrik, kembali dengan pegas	

### c. Dasar fungsi logic

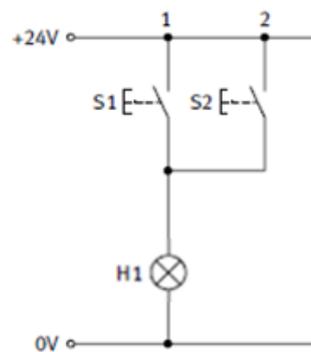
Dasar fungsi logic dibagi menjadi 3, yaitu:

- 1) Gerbang fungsi AND adalah sebuah gerbang logika yang mempunyai output 1 atau tinggi hanya ketika semua inputnya bernilai 1 atau tinggi.



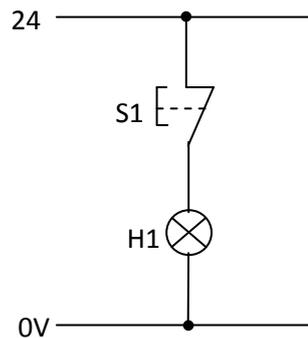
Gambar 18. Gerbang fungsi AND

- 2) Gerbang fungsi OR adalah sebuah gerbang logika yang mempunyai output 1 atau tinggi ketika salah satu atau semua inputnya bernilai 1.



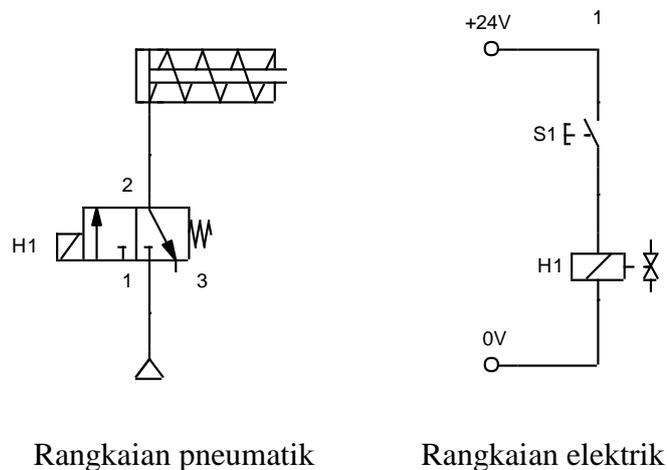
Gambar 19. Gerbang fungsi OR

- 3) Gerbang fungsi NOT merupakan gerbang logika dengan satu sinyal masukan dan satu sinyal keluaran. Sinyal keluaran selalu berlawanan dengan keadaan sinyal masukan.



Gambar 20. Gerbang fungsi NOT

#### d. Mengontrol silinder kerja tunggal dengan elektro-pneumatik



Gambar 21. Mengontrol silinder kerja tunggal dengan elektro-pneumatik

Apabila push button switch S1 ditekan arus akan mengalir ke solenoid H1. Solenoid bekerja mengubah posisi katup 3/2 hingga katup 3/2 membuka dan mengalirkan udara ke silinder kerja tunggal, sehingga mendorong piston bergerak maju.

## F. Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang telah dilakukan dan dapat dijadikan kajian yang relevan terhadap penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

Penelitian Khusnul Lutfi Marfuatun Nafi' (2011) yang berjudul "Media Pembelajaran Aksara Jawa Berbasis Multimedia Interaktif Menggunakan Macromedia Flash 8". Berdasarkan penelitian tersebut dapat diperoleh informasi bahwa validasi ahli media dan ahli materi diperoleh hasil bahwa media sudah baik dan sesuai dengan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif. Media pembelajaran kemudian diujicobakan kepada *Focus Group Discussion*, diperoleh hasil bahwa media pembelajaran aksara jawa ini dapat dinyatakan sudah layak dan memenuhi criteria media pembelajaran yang baik. Kelayakan media pembelajaran ditinjau dari aspek kemudahan dalam penggunaan, tampilan, navigasi, interaktivitas dan cakupan materi.

Penelitian Dyah Ratna Utami (2011) yang berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran Topologi Jaringan Komputer Berbasis Macromedia Flash Professional 8 untuk Siswa Kelas XII Multimedia Di SMK Negeri 7 Yogyakarta". Berdasarkan penelitian tersebut dapat diperoleh informasi bahwa model pengembangan pada penelitian ini menggunakan ADDIE yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Hasil uji kelayakan kepada siswa mendapatkan persentase dari tiga komponen, yaitu kualitas materi pembelajaran sebesar 70,58% sehingga masuk dalam kategori layak, tampilan media sebesar 62,50% sehingga masuk dalam kategori layak dan

pengoperasian/ penggunaan media sebesar 71,97% sehingga masuk dalam kategori layak.

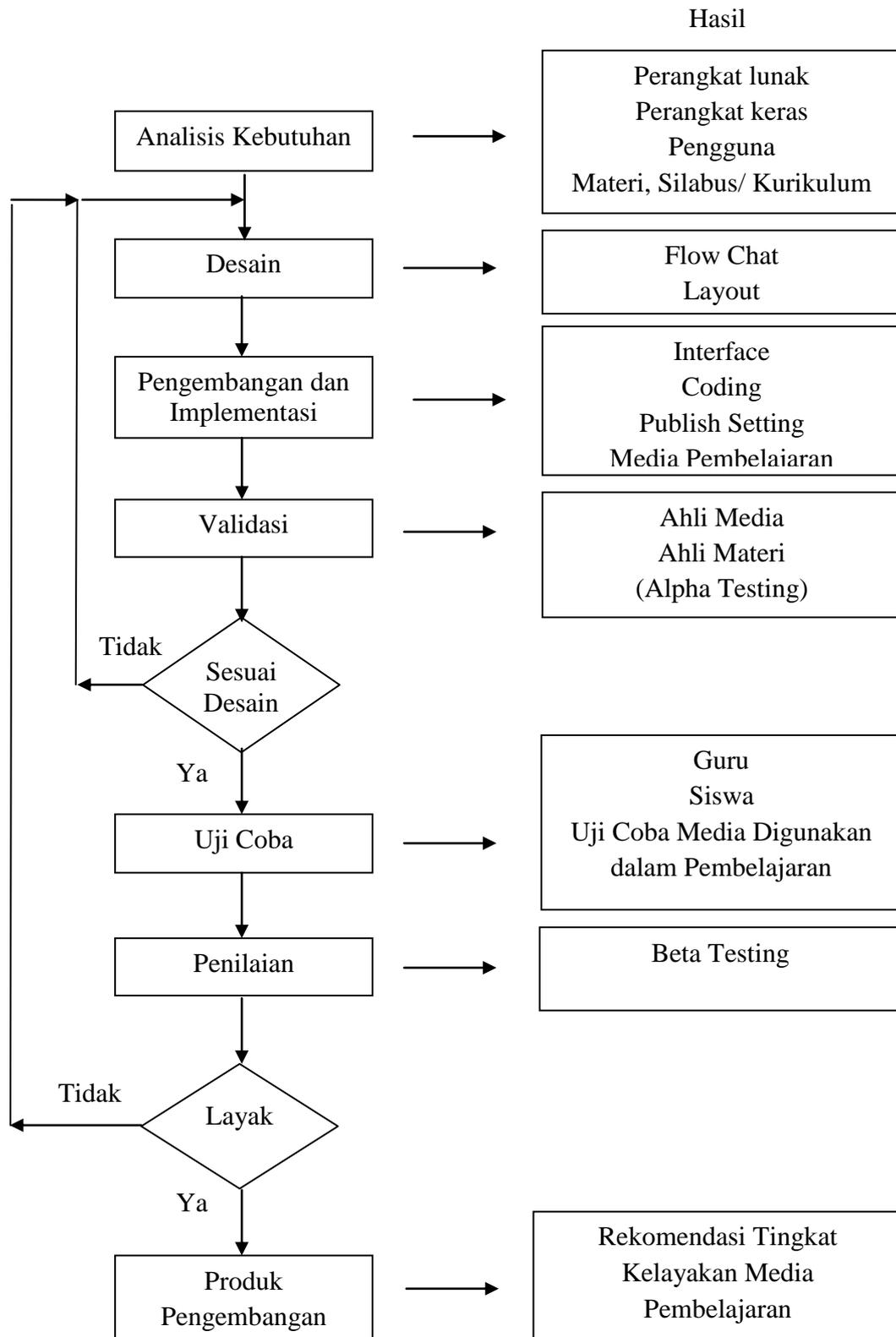
Pengembangan media pembelajaran yang dilakukan oleh penulis juga menggunakan *Macromedia Flash 8* dengan menggunakan *action scrip 2*. Penekanan media pembelajaran ini lebih kepada contoh-contoh sistem *pneumatic* berupa animasi rangkaian dan aplikasi sistem *pneumatic* di dunia industri. Materi yang disajikan berupa teks, animasi, suara dan video yang disimpan dengan file berekstensi (.exe), sehingga program dapat dijalankan pada setiap komputer tanpa menginstall *software* master *Macromedia Flash 8*. Soal evaluasi disimpan dalam file berekstensi (.txt) yang dipanggil dari program utama, sehingga untuk mengganti isi soal evaluasi *user* dapat langsung mengganti isi file (.txt) melalui program *notepad*. Hal ini dimaksudkan untuk membuat variatif soal untuk peserta didik apabila pengguna atau *user software* ini adalah seorang pendidik.

### **C. Kerangka Berfikir**

*Pneumatic* merupakan mata pelajaran yang penting guna mendukung kemampuan siswa Kompetensi Keahlian Elektronika Industri dalam memasuki dunia industri, karena pada saat ini dunia industri banyak yang mengembangkan teknologi otomatisasi sebagai upaya peningkatan kualitas dan kuantitas hasil produksinya. Sistem *pneumatic* mempunyai peranan yang penting dalam mengembangkan teknologi otomatisasi di dunia industri.

Peserta didik diharapkan dapat menguasai mata pelajaran *pneumatic* di bangku sekolah sebelum terjun langsung ke dunia industri yang sebenarnya. *Pneumatic* adalah ilmu yang mempelajari udara bertekanan. Udara merupakan zat yang bersifat *abstrak* atau tidak terlihat, sehingga diperlukan media pembelajaran yang dapat menggambarkan aliran udara dalam *system pneumatic* yang bertujuan untuk memberikan kemudahan kepada guru dalam menyampaikan dan siswa dalam memahami materi yang dipelajari. Materi yang disajikan pada media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran *pneumatic* ini mengambil dari beberapa sumber referensi yang tertulis pada daftar pustaka media pembelajaran interaktif *pneumatic* untuk memperkaya informasi yang termuat.

Kerangka berfikir dalam penelitian ini dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 22. Kerangka Berpikir

## **BAB III**

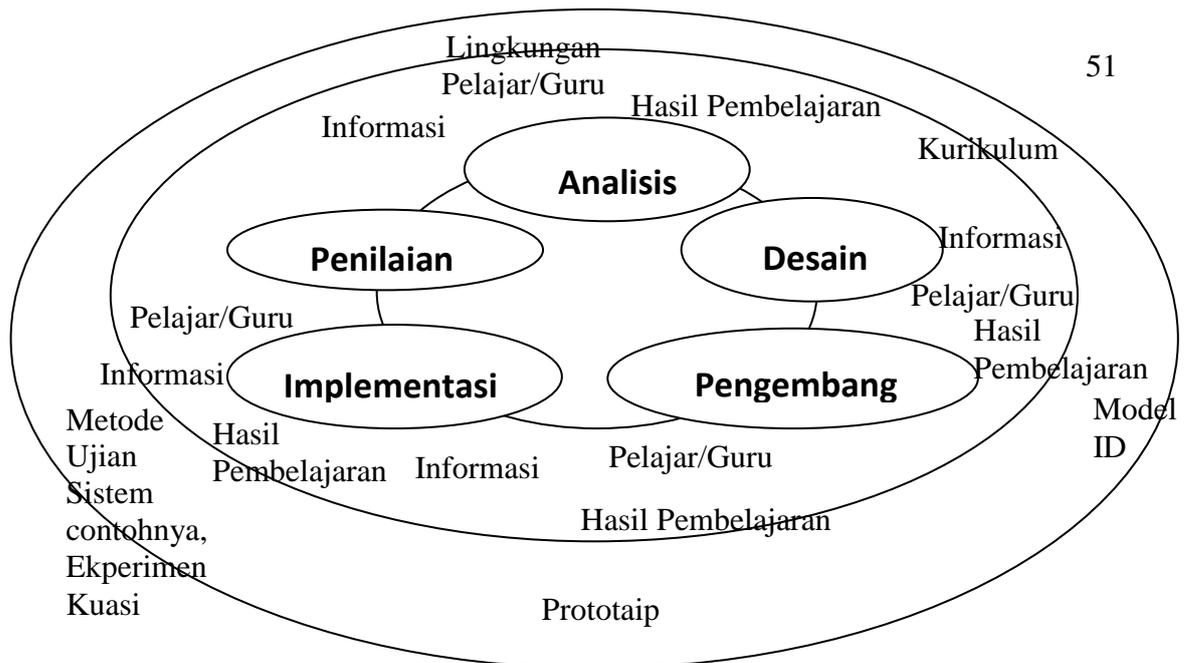
### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (*research and development*), karena penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan atau mengembangkan suatu produk. Menurut Sugiyono (2010:407), metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji kelayakan produk tersebut menggunakan penelitian bersifat analisis kebutuhan.

#### **B. Prosedur Penelitian**

Menurut Munir (2010 : 240) terdapat lima tahap pengembangan, yaitu: analisis, desain, pengembangan, implementasi dan penilaian. Kelima tahap tersebut disebut Daur Hidup Pengembangan Sistem Multimedia dalam Pendidikan. Tahap pengembangan oleh Munir (2010 : 241) digambarkan sebagai berikut:



Gambar 23 : Daur Hidup Pengembangan Sistem Multimedia dalam Pendidikan oleh Munir

Keterangan:

#### 1. Analisis

Munir (2010: 241) menjelaskan bahwa dalam tahapan ini akan ditetapkan tujuan pengembangan *software*, baik bagi pelajar, guru dan maupun bagi lingkungan.

#### 2. Desain

Tahap ini digunakan untuk menentukan hal-hal yang akan dimuat dalam *software* dan selanjutnya dikembangkan sesuai dengan desain pembelajaran. Proses ini meliputi dua aspek desain yaitu: kualitas sebuah *software* (perangkat lunak) dan desain informasi yang akan ditampilkan.

#### 3. Pengembangan

Menurut Munir (2010 : 243) tahap pengembangan *software* meliputi langkah-langkah: penyediaan papan cerita, carta alir, atur cara, menyediakan grafik, media (suara dan video) dan pengintegrasian sistem.

#### 4. Implementasi

Tahap ini dilakukan uji coba kepada peserta didik selaku *user*. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana *software* dapat dimanfaatkan oleh *user*. Peserta didik dapat menggunakan *software* multimedia di dalam kelas secara kreatif dan interaktif melalui pendekatan individu atau kelompok (Munir, 2010 : 244).

#### 5. Penilaian

Munir (2010: 245) menjelaskan bahwa pada tahap ini merupakan tahap yang ingin mengetahui kesesuaian *software* multimedia tersebut dengan program pembelajaran. Tahap ini dimaksudkan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan *software* yang dikembangkan. Penilaian dilakukan menggunakan *alpha testing* dan *beta testing*. *Alpha testing* bertujuan untuk mengetahui fungsi-fungsi dalam program dapat berjalan dengan benar yaitu dengan menjalankan program dari awal sampai akhir. *beta testing* dilakukan kepada siswa sebagai *user*.

### C. Tempat dan Waktu Penelitian

#### 1. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMK Muhammadiyah Prambanan yang beralamat di Gatak, Bokoharjo, Prambanan, Sleman, Yogyakarta.

#### 2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2012.

#### **D. Responden**

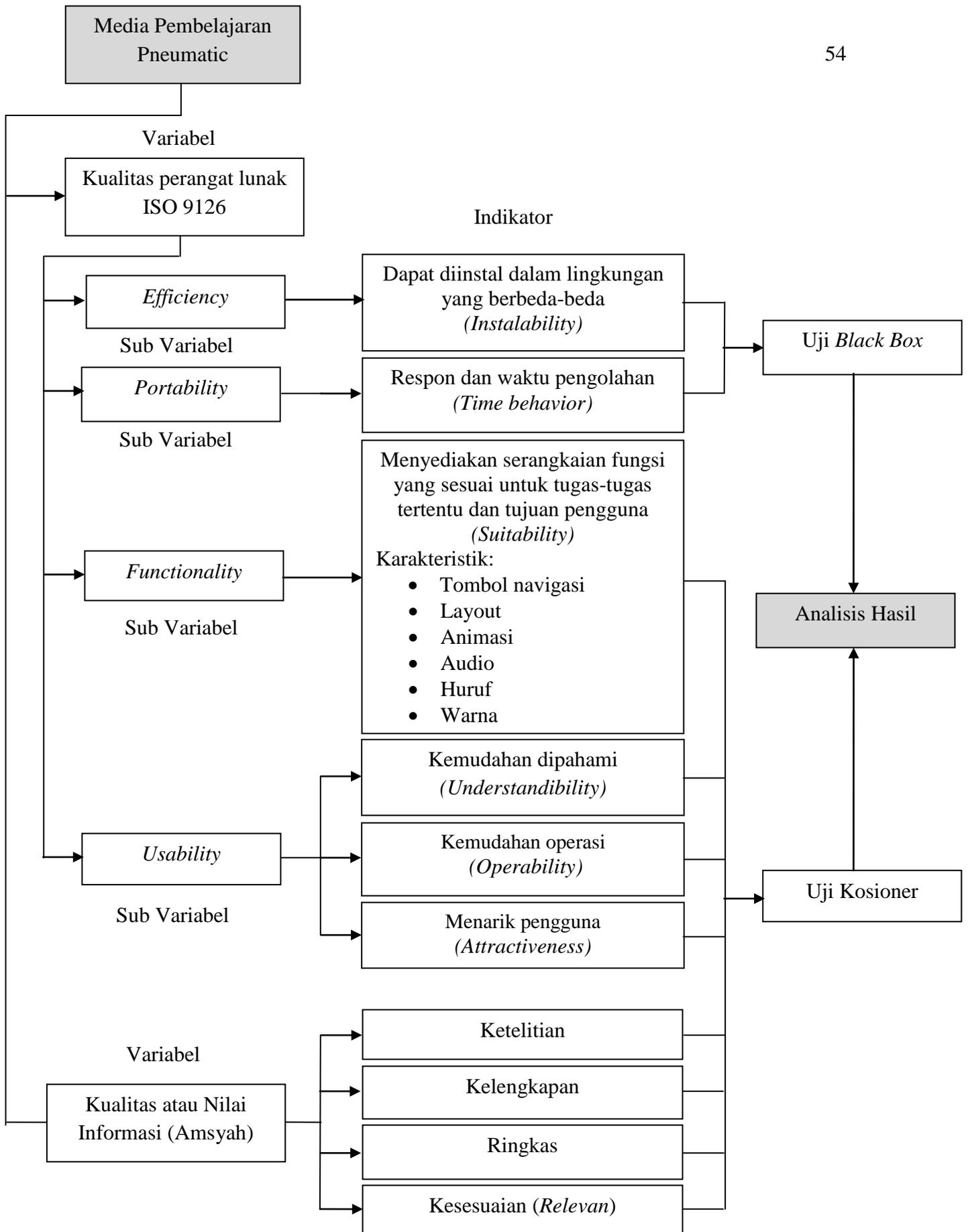
Responden dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI program keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan.

#### **E. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan untuk mengetahui kelayakan pengembangan media pembelajaran interaktif mata pelajaran *pneumatic* adalah sebagai berikut: menggunakan angket (*questionnaire*). Angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya (Sugiyono, 2010: 199).

#### **F. Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun untuk mengukur fenomena sosial yang diamati secara spesifik (Sugiyono, 2010: 184). Variabel dalam penelitian ini adalah kualitas perangkat lunak yang memiliki sub-variabel diantaranya: fungsionalitas (*functionality*), efisiensi (*efficiency*), portabilitas (*portability*), kebergunaan (*usability*) dan nilai informasi seperti pada gambar berikut:



Gambar 24. Variabel dan Indikator Penelitian

ISO 9126, dari enam karakteristik kualitas perangkat lunak hanya ditetapkan empat karakteristik saja yang dijadikan variabel dalam penelitian ini, yaitu *efficiency*, *portabilitas*, *fungsionalitas*, dan *usability*. Dua karakteristik lainnya yaitu *reliability* dan *maintanability* tidak menjadi fokus penelitian karena penulis merupakan pengembang media pembelajaran dari beberapa referensi yang dijadikan media pembelajaran interaktif, sehingga media pembelajaran ini juga dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi oleh siapa saja.

Uji *black box* (*alpha testing*) ini dilakukan oleh dosen ahli media yang bertujuan untuk mengetahui fungsi-fungsi dalam program dapat berjalan dengan benar yaitu dengan menjalankan program dari awal sampai akhir sebelum diuji coba ke siswa. Uji kosioner (*beta testing*) dilakukan kepada siswa sebagai *user*.

Tabel 12. Kisi-kisi instrumen dilihat dari media pembelajaran (*software*)

<b>Variabel</b>	<b>Indikator</b>	<b>No Butir</b>
<i>Functionality</i>	<i>Suitability</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
<i>Usability</i>	Kemudahan dipahami ( <i>Understandibility</i> )	9, 10
	Kemudahan operasi ( <i>Operability</i> )	11, 12
	Menarik pengguna ( <i>Attractiveness</i> )	13, 14, 15

Uji kosioner juga dilakukan kepada guru untuk menilai kualitas atau nilai informasi yang terdapat pada media pembelajaran. Empat nilai informasi yang telah ditetapkan dalam penelitian ini, selanjutnya dijabarkan ke dalam sebelas butir pertanyaan angket seperti dalam tabel berikut:

Tabel 13. Kisi-kisi instrumen dilihat dari materi

<b>Variabel</b>	<b>Indikator</b>	<b>No Butir</b>
Nilai Informasi	Ketelitian	1, 2
	Kelengkapan	3, 4, 5, 6, 7
	Ringkas	8, 9, 10
	Kesesuaian ( <i>Relevan</i> )	11, 12, 13

Tabel 14. Kisi-kisi instrumen angket siswa

<b>Variabel</b>	<b>Indikator</b>	<b>No Butir</b>
<i>Functionality</i>	<i>Suitability</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
<i>Usability</i>	Kemudahan dipahami ( <i>Understandibility</i> )	9, 10
	Kemudahan operasi ( <i>Operability</i> )	11, 12
	Menarik pengguna ( <i>Attractiveness</i> )	13, 14, 15
Nilai Informasi	<i>Ketelitian</i>	16, 17
	<i>Kelengkapan</i>	18, 19, 20, 21,22
	<i>Ringkas</i>	23, 24, 25
	<i>Kesesuaian (Relevan)</i>	26, 27, 28

## **G. Validitas dan Reliabilitas**

### **1. Validitas**

Menurut Djemari (2008: 16) validitas merupakan dukungan bukti dan teori skor tes sesuai dengan tujuan penggunaan tes. Proses validasi meliputi pengumpulan bukti-bukti untuk meunjukkan dasar saintifik penafsiran skor seperti yang direncanakan. Validitas adalah penafsiran skor tes seperti yang tercantum pada tujuan penggunaan tes, bukan tes itu sendiri. Sugiyono (2007: 350), untuk instrumen yang non-test yang digunakan untuk mengukur sikap cukup memenuhi validitas konstruksi. Sedangkan menurut Purwanto (2009: 114) validitas berhubungan dengan kemampuan untuk mengukur secara tepat sesuatu yang diinginkan diukur.

Uji validitas dalam penelitian ini dilakukan dengan meminta pendapat ahli. Dalam hal ini setelah instrument dikonstruksi tentang aspek-aspek yang akan diukur dengan berdasarkan teori tertentu, maka selanjutnya dikonsultasikan dengan ahli. Para ahli diminta pendapatnya tentang instrument yang telah disusun itu. Adapun pendapat ahli terdiri dari ahli media yang berasal dari dosen Fakultas Teknik UNY dan ahli materi berasal dari guru SMK Muhammadiyah Prambanan.

### **2. Reliabilitas**

Menurut Purwanto (2009: 153) keandalan (*reliability*) berasal dari kata *rely* yang artinya percaya dan *reliable* yang artinya dapat dipercaya.

Keterpercayaan berhubungan dengan ketepatan dan konsistensi. Reliabilitas menunjukkan pada suatu pengertian bahwa sesuatu instrument cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data karena instrumen tersebut sudah baik.

Uji reliabilitas dilakukan dengan bantuan program SPSS 16. Sedangkan untuk mengetahui soal tersebut *reliable* atau tidak, dapat dilihat pada nilai alpha (*Cronbach's Alpha*) yang dihasilkan oleh output SPSS. Kemudian nilai yang dihasilkan dibandingkan dengan nilai *table r product moment*. Apabila nilai alpha lebih besar dari *r table*, artinya *signifikan / reliable* dan sebaliknya jika nilai alpha lebih kecil dari *r table*, artinya tidak *reliable*.

## H. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan Analisis Deskriptif Persentase. Tujuan analisis ini untuk mengetahui tingkat persentase skor jawaban dari masing-masing responden.

Ada berbagai skala sikap yang dapat digunakan untuk penelitian Administrasi, Pendidikan dan Sosial antara lain adalah :

- a) Skala *Likert*
- b) Skala *Guttman*
- c) *Rating Scale*
- d) *Semantic Deferential*

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan skala *likert* 5-4-3-2-1.

Tabel 15. Kriteria skor penilaian angket

<b>Pernyataan</b>	
<b>Jawaban</b>	<b>Skor</b>
Sangat Layak	5
Layak	4
Cukup Layak	3
Tidak Layak	2
Sangat Tidak Layak	1

Jawaban setiap item instrumen yang menggunakan skala likert mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif (Sugiyono, 2010: 135). Menurut Rendi Panuju (2000: 45) menyatakan bahwa “untuk menentukan kategori tertinggi, sedang dan rendah terlebih dahulu harus menentukan nilai indeks minimum, maksimum dan intervalnya serta jarak intervalnya” sebagai berikut :

1. Nilai indeks minimum adalah nilai skor minimum dikali jumlah pertanyaan dikali jumlah responden.
2. Nilai indeks maksimum adalah nilai skor tertinggi dikali jumlah pertanyaan dikali jumlah responden.
3. Interval adalah selisih antara nilai indeks maksimum dengan nilai indeks minimum.
4. Jarak interval adalah interval ini dibagi jumlah jenjang yang diinginkan.

Penentuan kategori dalam ukuran persentase dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Skor minimum dalam persentase} &= \frac{\text{skor minimum}}{\text{skor maksimum}} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{5} \times 100\% \\
 &= 20\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Skor maksimum dalam persentase} &= \frac{\text{skor maksimum}}{\text{skor maksimum}} \times 100\% \\
 &= \frac{5}{5} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Interval dalam persentase} &= \text{skor maksimum} - \text{skor minimum} \\
 &= 100\% - 20\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang Interval} &= \frac{\text{Interval}}{\text{Jejang}} \\
 &= \frac{80\%}{5} \\
 &= 16\%
 \end{aligned}$$

Tabel 16. Kriteria Persentase Skor Tanggapan Ahli Terhadap Skor Ideal

No	Interval skor dalam persen	Kriteria
1.	20% - < 36%	Sangat Tidak Layak
2.	36% - < 52%	Tidak Layak
3.	52% - < 68%	Cukup Layak
4.	68% - < 84%	Layak
5.	84% - < 100%	Sangat Layak

Tabel 17. Interpretasi Kriteria Penilaian Hasil Validasi Ahli

No	Kriteria	Interpretasi
1.	Sangat Tidak Layak	Ahli media dan ahli materi menyatakan bahwa pengembangan media <i>pneumatic</i> sangat tidak layak digunakan sebagai media pembelajaran.
2.	Tidak Layak	Ahli media dan ahli materi menyatakan bahwa pengembangan media <i>pneumatic</i> tidak layak digunakan sebagai media pembelajaran.
3.	Cukup Layak	Ahli media dan ahli materi menyatakan bahwa pengembangan media <i>pneumatic</i> cukup layak digunakan sebagai media pembelajaran.
4.	Layak	Ahli media dan ahli materi menyatakan bahwa pengembangan media <i>pneumatic</i> layak digunakan sebagai media pembelajaran.
5.	Sangat Layak	Ahli media dan ahli materi menyatakan bahwa pengembangan media <i>pneumatic</i> sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Tabel 18. Kriteria Persentase Skor Tanggapan Siswa Terhadap Skor Ideal

No	Interval skor dalam persen	Kriteria
1.	20% - < 36%	Sangat Tidak Baik
2.	36% - < 52%	Tidak Baik
3.	52% - < 68%	Cukup Baik
4.	68% - < 84%	Baik
5.	84% - < 100%	Sangat Baik

Tabel 19. Interpretasi Kriteria Penilaian Siswa

No	Kriteria	Interpretasi
1.	Sangat Tidak Baik	Siswa menyatakan bahwa pengembangan media <i>pneumatic</i> sangat tidak baik digunakan sebagai media pembelajaran.
2.	Tidak Baik	Siswa menyatakan bahwa pengembangan media <i>pneumatic</i> tidak baik digunakan sebagai media pembelajaran.
3.	Cukup Baik	Siswa menyatakan bahwa pengembangan media <i>pneumatic</i> cukup baik digunakan sebagai media pembelajaran.
4.	Baik	Siswa menyatakan bahwa pengembangan media <i>pneumatic</i> baik digunakan sebagai media pembelajaran.
5.	Sangat Baik	Siswa menyatakan bahwa pengembangan media <i>pneumatic</i> sangat baik digunakan sebagai media pembelajaran.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Berdasarkan prosedur penelitian yang telah dikemukakan, maka diperoleh hasil penelitian sebagai berikut:

##### 1. Analisis

###### a. Analisis pengguna

Siswa sebagai pengguna memerlukan media pembelajaran *pneumatic* yang dapat menggambarkan sesuatu keadaan *abstrak* menjadi nyata (aliran udara) sehingga sistem kerja dari rangkaian mudah dipahami oleh siswa. Contoh sistem *pneumatic* di dunia industri yang dapat memperjelas siswa tentang aplikasi sistem *pneumatic*. Guna memperjelas informasi yang termuat serta membuat tampilan lebih menarik maka penulis mengambil dari beberapa referensi-referensi yang termuat dalam halaman referensi media pembelajaran.

###### b. Analisis Perangkat lunak

Perangkat lunak yang digunakan diantaranya:

- 1) Macromedia Flash 8
- 2) Photoshop CS3
- 3) Quick Sreen Capture

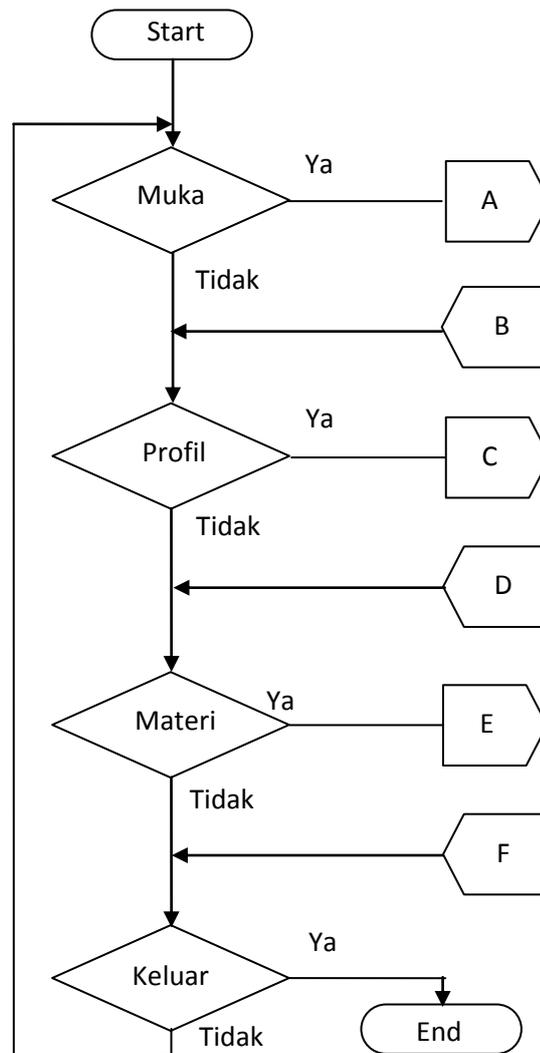
- 4) Adobe Premiere Pro 1.5
- 5) JetAudio
- 6) Pneumatic Digital (FluidSIM-P Festo)
- 7) Flash Effect Maker
- 8) Total Video Converter
- 9) Shotink SWF Decompiler
- 10) Microsoft Office Power Point

c. Analisis Perangkat keras

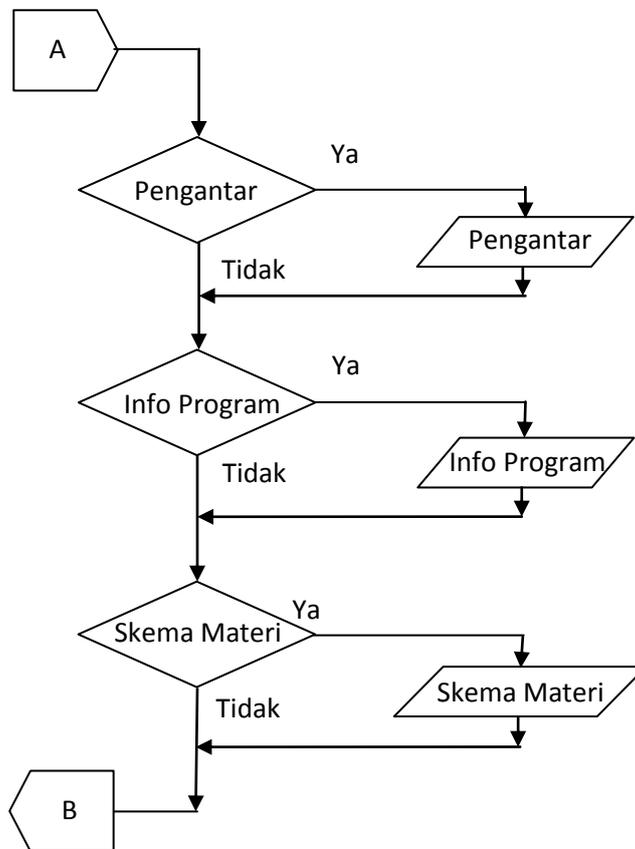
Spesifikasi perangkat keras yang digunakan diantaranya Notebook *System Manufacturer* Lenovo dengan Processor Intel(R) Atom(TM) CPU N570, RAM 1 GB, Harddisk 286 GB, Mouse.

## 2. Desain

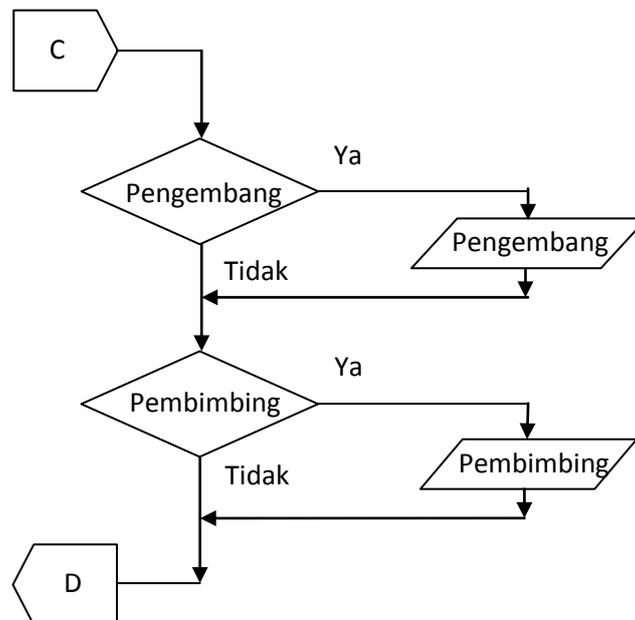
## a. Diagram Alir



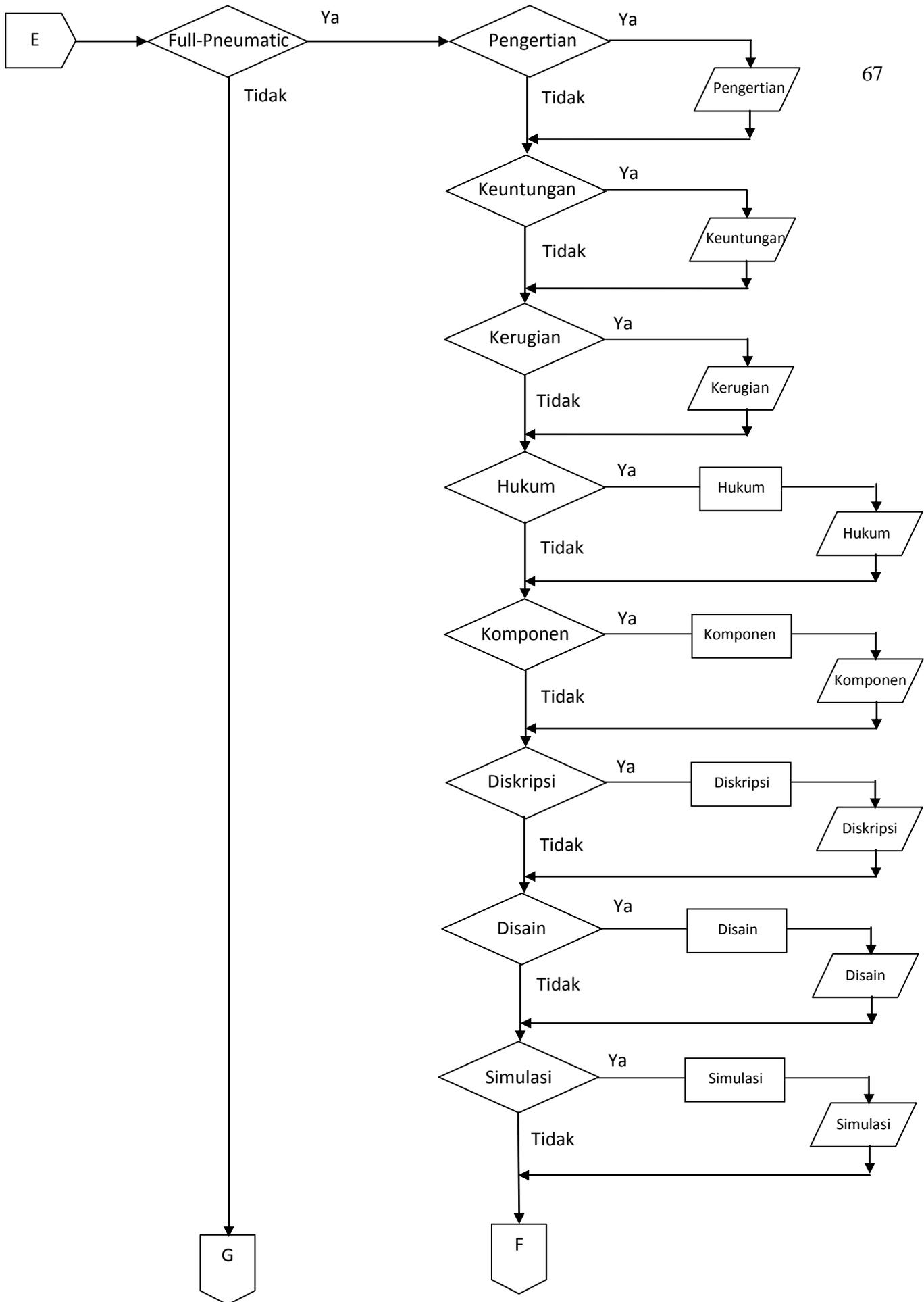
Gambar 25. Diagram Alir Perangkat Lunak



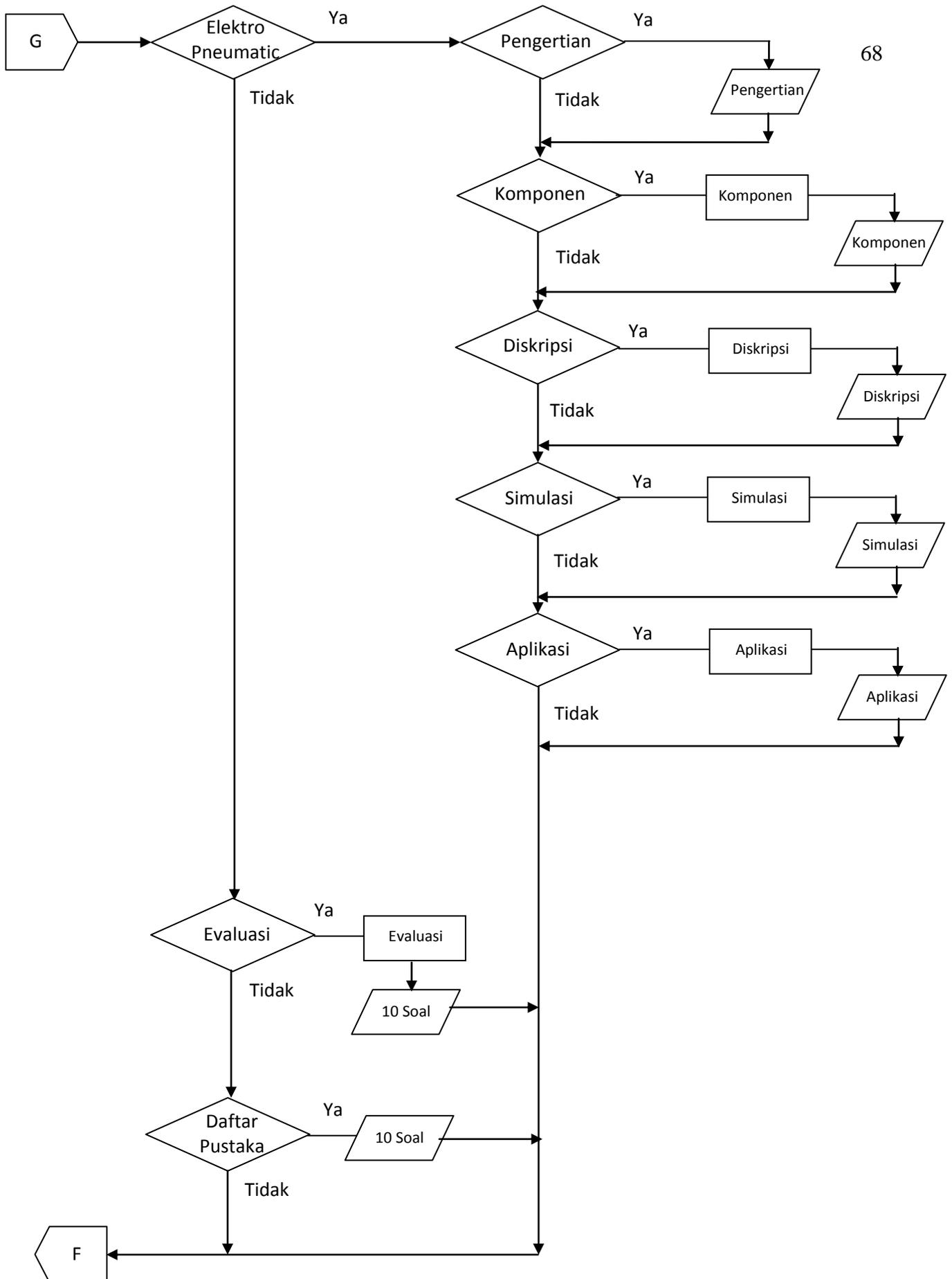
Gambar 26. Diagram Alir Perangkat Lunak Halaman Muka



Gambar 27. Diagram Alir Perangkat Lunak Halaman Profil



Gambar 28. Diagram Alir Perangkat Lunak Halaman Materi *Full-Pneumatic*

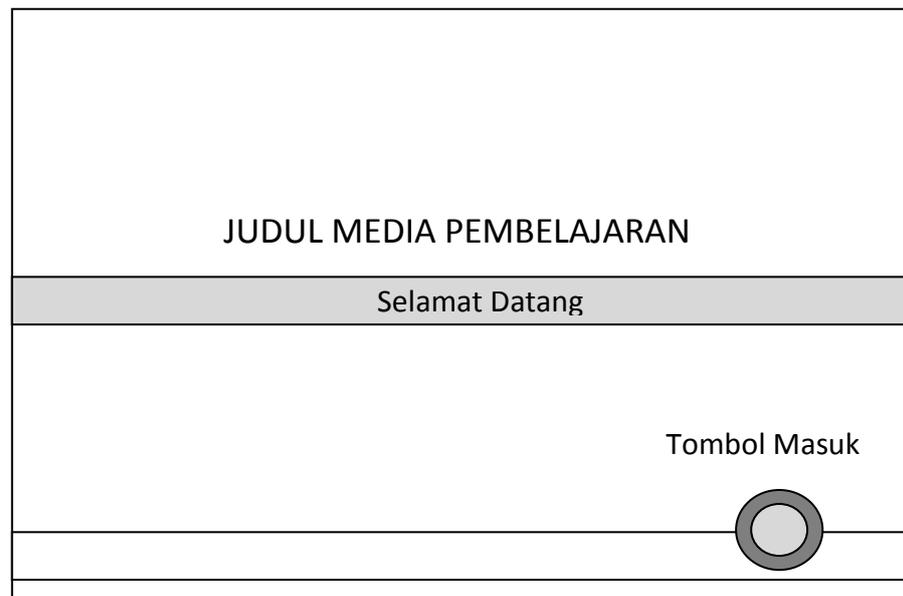


Gambar 29. Diagram Alir Perangkat Lunak Halaman Materi Electro-Pneumatic, Evaluasi dan Daftar Pustaka

a. Format Naskah

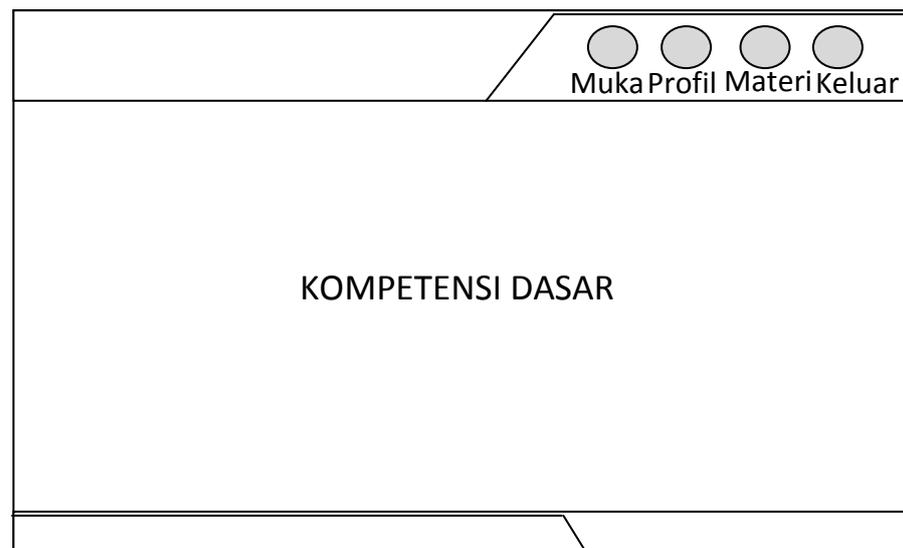
Format naskah ini berisi desain tampilan yang akan dibuat seperti: judul, tombol navigasi, animasi, video, materi berupa text, dll. Adapun format naskah yang dibuat meliputi:

1) Naskah Tampilan Awal



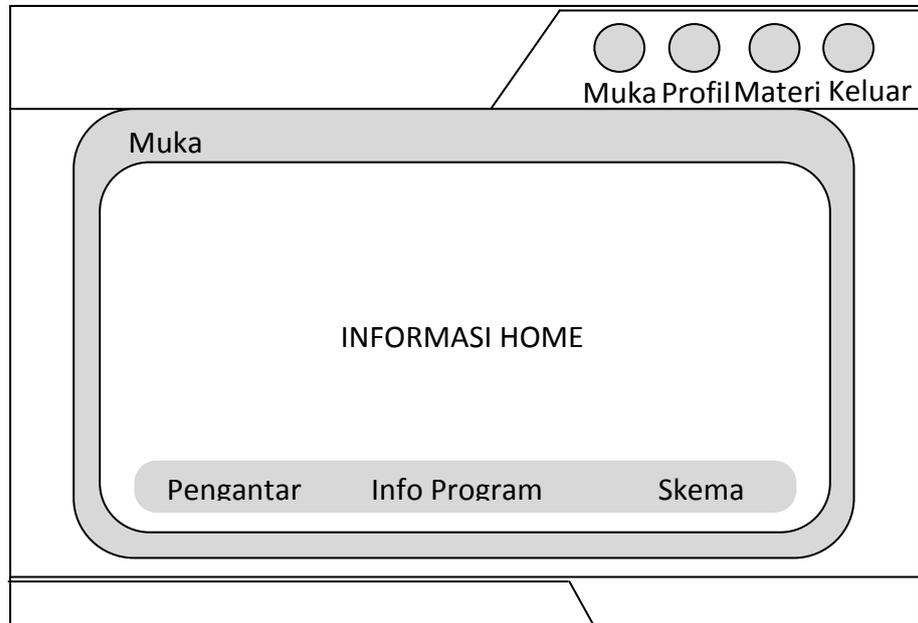
Gambar 30. Form Naskah Tampilan Awal

2) Naskah Menu Utama



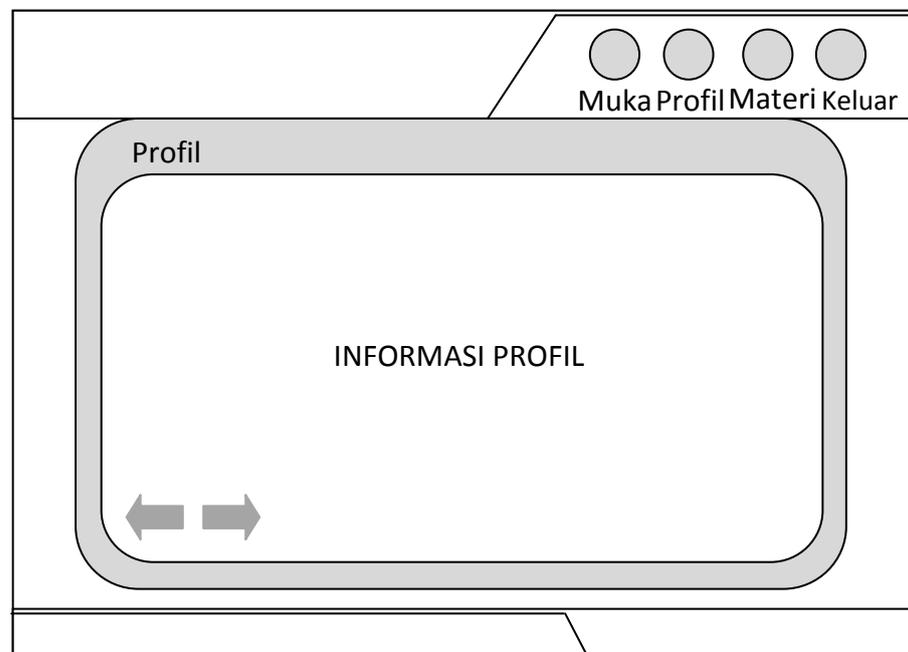
Gambar 31. Form Naskah Menu Utama

## 3) Naskah Menu Muka



Gambar 32. Form Naskah Menu Muka

## 4) Naskah Menu Profil



Gambar 33. Form Naskah Menu Profil

5) Naskah Menu Materi *Full-Pneumatic*

Muka Profil Materi Keluar

INFORMASI MATERI  
FULL-PNEUMATIC

Pengertian  
Keuntungan  
Kerugian  
Hukum  
Komponen  
Diskripsi  
Disain  
Simulasi

Full-Pneumatic    Electro-Pneumatic    Evaluasi    Referensi

Gambar 34. Form Naskah Menu Materi *Full-Pneumatic*6) Naskah Menu Materi *Electro-Pneumatic*

Muka Profil Materi Keluar

INFORMASI MATERI  
ELECTRO-PNEUMATIC

Pengertian  
Keuntungan  
Kerugian  
Hukum  
Komponen  
Diskripsi  
Disain  
Simulasi

Full-Pneumatic    Electro-Pneumatic    Evaluasi    Referensi

Gambar 35. Form Naskah Menu Materi *Electro-Pneumatic*

## 7) Naskah Menu Evaluasi

Muka Profil MateriKeluar

EVALUSI

Masukkan Nama Anda!

Start

Keterangan:

Full-Pneumatic    Electro-Pneumatic    Evaluasi

Gambar 36. Form Naskah Menu Evaluasi

## 8) Naskah Menu Keluar

Muka Profil MateriKeluar

Anda Yakin Mau Keluar ?

Ya    Tidak

Gambar 37. Form Naskah Menu Keluar

### 3. Pengembangan

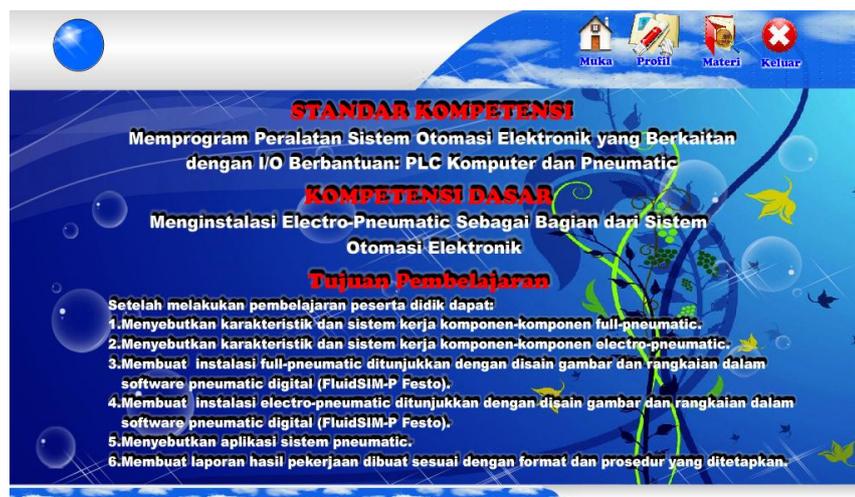
#### a. Tampilan Awal



Gambar 38. Tampilan Awal

Pada halaman awal ini terdapat beberapa informasi, yaitu: judul program, gambar komponen-komponen *pneumatic*, *background* yang dikembangkan dari fitur *background* yang terdapat pada *Flash Maker*, dan tombol masuk untuk melanjutkan proses selanjutnya.

#### b. Tampilan Menu Utama



Gambar 39. Tampilan Menu Utama

Tampilan menu utama ini terdapat 4 buah tombol navigasi yaitu tombol *home*, tombol *profil*, tombol materi dan tombol *exit*. Informasi yang disajikan meliputi, standar kompetensi, kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran.

c. Tampilan Halaman Muka



Gambar 40. Tampilan Halaman Muka

Halaman muka berisi pengantar *pneumatic*, info program, dan skema materi.

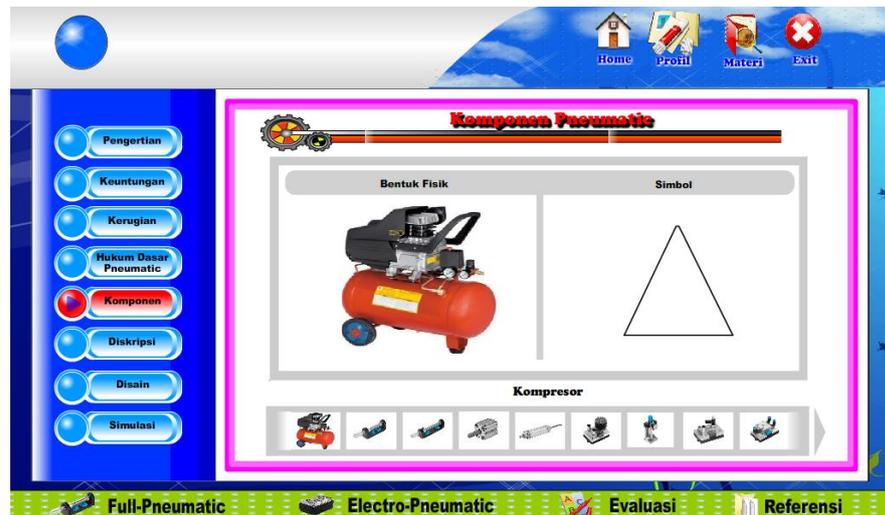
d. Tampilan Halaman *Profil*



Gambar 41. Tampilan Halaman *Profil*

Dalam halaman profil terdapat informasi tentang pengembang dan pembimbing dalam pengembangan media pembelajaran *pneumatic*.

e. Tampilan Halaman Materi *Full-Pneumatic*

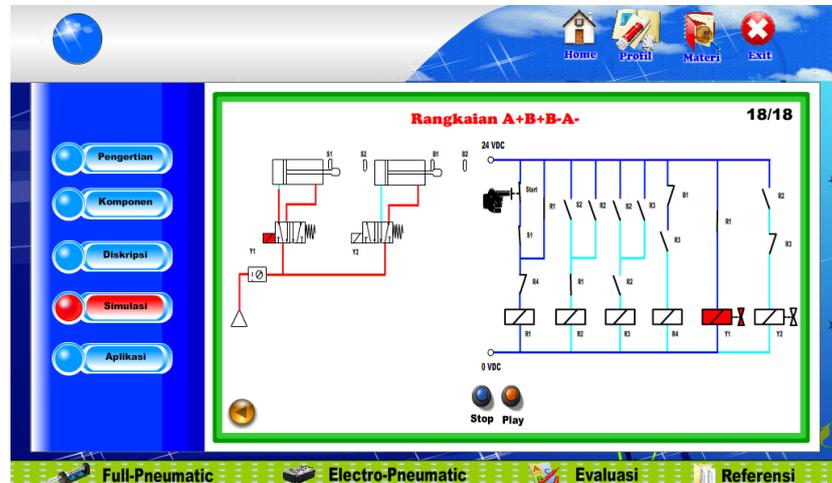


Gambar 42. Tampilan Halaman Komponen *Full-Pneumatic*



Gambar 43. Tampilan Halaman Simulasi *Full-Pneumatic*

Pada tampilan halaman materi *Full-Pneumatic* ini terdapat beberapa pokok bahasan, antara lain: pengertian *pneumatic*, keuntungan *pneumatic*, kerugian *pneumatic*, hukum-hukum dasar sistem *pneumatic*, komponen-komponen *pneumatic*, diskripsi, desain sistem *pneumatic*, dan simulasi.

f. Tampilan Halaman Materi *Electro-Pneumatic*Gambar 44. Tampilan Halaman Simulasi *Electro-Pneumatic*

Pada tampilan halaman materi *Electro-Pneumatic* ini terdapat 5 pokok bahasan, antara lain: pengertian *Electro-Pneumatic*, komponen-komponen *Electro-Pneumatic*, diskripsi, simulasi dan aplikasi sistem *pneumatic*.

## g. Tampilan Halaman Evaluasi

Gambar 45. Tampilan Halaman Evaluasi

Pada halaman evaluasi terdapat input text yang berfungsi untuk memasukkan nama *user* sebelum masuk ke soal-soal evaluasi. Jumlah soal pada evaluasi ini adalah 10 buah. Masing-masing soal bernilai 10 *points*. Jika jawaban benar maka *score* ditambah 10 *points* dan jika jawaban salah maka *score* ditambah 0 *point*.

#### h. Tampilan Halaman Keluar



Gambar 46. Tampilan Halaman Simulasi Keluar

Pada tampilan halaman keluar terdapat dua buah pilihan, yaitu keluar dan tidak keluar. Jika timbol Ya (keluar) ditekan maka *user* akan keluar dari program media pembelajaran ini dan jika tidak maka *user* akan kembali ke halaman menu utama.

#### 4. Implementasi

Media pembelajaran diuji cobakan kepada ahli media dan ahli materi. Ahli media tersebut yaitu dosen ahli media pembelajaran Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta dan ahli materi yaitu guru mata pelajaran *pneumatic* SMK Muhammadiyah Prambanan. Berdasarkan validasi dari ahli media dan ahli materi, selanjutnya media pembelajaran diimplementasikan kepada peserta didik selaku *user*.

## 5. Penilaian

Penilaian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran.

### a. *Alpha Testing*

Penilaian ini dilakukan oleh ahli media dan ahli materi sebelum diimplementasikan kepada siswa sebagai *user*.

#### 1) Ahli media (Dosen ahli media pembelajaran Fakultas Teknik UNY)

Validasi ahli media ini dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama menunjukkan hasil penilaian masih terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki. Adapun saran dari ahli media adalah sebagai berikut:

Tabel 20. Saran ahli media

No	Saran	Perbaikan
1.	Di <i>title</i> perlu ditulis judul/ topik, peruntukan, identitas pembuat (tidak boleh <i>blink</i> ).	Menghilaangkan efek <i>blink</i>

No	Saran	Perbaikan
2.	Petunjuk 1 dan petunjuk 2 kurang terstruktur.	Mengganti petunjuk 1 dengan info program dan petunjuk 2 menjadi skema materi
3.	Simulasi loading sebaiknya dihilangkan.	Menghilangkan simulasi loading.
4.	Materi perlu diberi identitas halaman (hal/ jml hal).	Memberi identitas halaman.
5.	Transisi antar halaman yang mengganggu harap dibuang.	Menghilangkan transisi antar halaman yang mengganggu
6.	Scrolling komponen lebih bagus bila diberi panah.	Menambahkan panah pada scrolling komponen
7.	Materi full-pneumatic diberi nomor urut.	Memberi nomor urut.
8.	Sebaiknya tombol tidak perlu ada suara.	Menghilangkan suara pada tombol yang mengganggu.
9.	Bila nama tidak dimasukkan, tidak bias berlanjut.	Memberi <i>command</i> saat user ingin melakukan evaluasi tanpa memasukkan identitas.

No	Saran	Perbaikan
10.	Referensi perlu dibuatkan halaman tersendiri.	Membuat halaman referensi tersendiri.

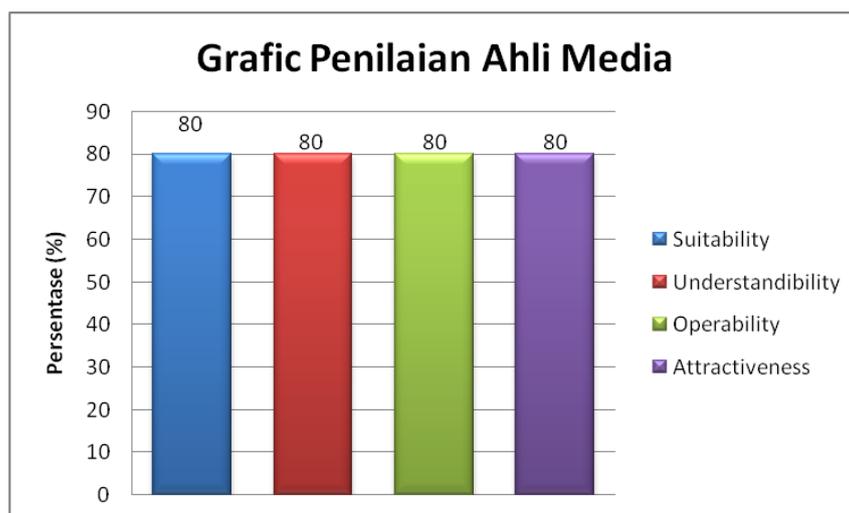
Validasi ahli media ini menggunakan angket yang terdiri dari 15 butir pertanyaan yang ditinjau dari variabel fungsi (*functionality*) dan penggunaan perangkat lunak (*usability*). Pada validasi tahap pertama terdapat 2 (dua) butir pertanyaan yang memiliki skor tidak layak, sehingga perlu dilakukan validasi tahap kedua.

Penilaian ahli media tahap kedua yaitu jumlah hasil skor yang ditinjau dari variabel *functionality* = 32, jumlah hasil skor yang ditinjau dari variabel *usability* = 28, skor maksimal  $5 \times 15 = 75$  sehingga presentase yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Tabel 21. Penilaian ahli media

Variabel	Indikator	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
<i>Functionality</i>	<i>Suitability</i>	32	40	80
	<b>Jumlah</b>	<b>32</b>	<b>40</b>	<b>80</b>
<i>Usability</i>	Kemudahan dipahami ( <i>Understandibility</i> )	8	10	80
	Kemudahan operasi ( <i>Operability</i> )	8	10	80
	Menarik pengguna ( <i>Attractiveness</i> )	12	15	80
	<b>Jumlah</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>80</b>
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>75</b>	<b>80</b>

Berikut grafik penilaian oleh ahli media:



Gambar 47. Grafik Penilaian Ahli Media

Berdasarkan validasi dari ahli media maka diperoleh persentase variabel *functionality* sebesar 80% dan *usability* sebesar 80%. Total secara keseluruhan validasi ahli media adalah 80%, sehingga dapat dinyatakan bahwa media pembelajaran *pneumatic* ini masuk dalam kategori layak digunakan dengan beberapa saran dan revisi.

Variabel *portability* diteliti pada jenis indikator *time behavior* (respon dan waktu pengolahan). Uji ini dilakukan dengan menjalankan media pembelajaran dari awal hingga akhir, kemudian dilakukan penilaian oleh ahli media untuk memperbaiki respon dan waktu pengolahan. Beberapa saran yang tentang *time behavior* antara lain yaitu transisi antar halaman yang mengganggu harap dibuang dan simulasi loading sebaiknya dihilangkan.

Variabel *efficiency* diteliti pada jenis indikator *instalability* atau dapat diinstal dalam lingkungan yang berbeda-beda. Uji *instalability* dilakukan dengan menjalankan media pembelajaran menggunakan perangkat komputer dengan spesifikasi yang berbeda-beda. Adapun data komputer yang digunakan untuk pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 22. Hasil Uji *Instalability*

No	Prosesor	RAM	Sistem Operasi	Keterangan
1.	AMD Athlon(tm)X2 DualCore QL-66 2.20GHz	2.00 GB	Windows 7 Home Premium	Program dapat berjalan
2.	Intel(R) Core (TM) i3 CPU M 380 @2.53GHz (4CPUs)	2.00 GB	Windows 7 Ultimate 32-bit	Program dapat berjalan
3.	Intel(R) Pentium (R) Dual CPU T2410 @2.00GHz (2CPUs)	2.00 GB	Windows XP Professional	Program dapat berjalan
4.	Intel(R) Celeron(R) CPU 430 @ 1.80GHz	2.00 GB	Windows XP Professional	Program dapat berjalan
5.	Intel(R) Pentium(R) CPU E2160 @ 1.80GHz (2CPUs)	2.00 GB	Windows XP Professional	Program dapat berjalan

2) Ahli materi (Guru mata pelajaran *pneumatic* SMK Muhammadiyah Prambanan)

Pada saat ahli materi telah melakukan penilaian, maka diketahui hal-hal yang harus dilakukan perbaikan. Adapun saran dari ahli media adalah sebagai berikut:

Tabel 23. Saran ahli materi

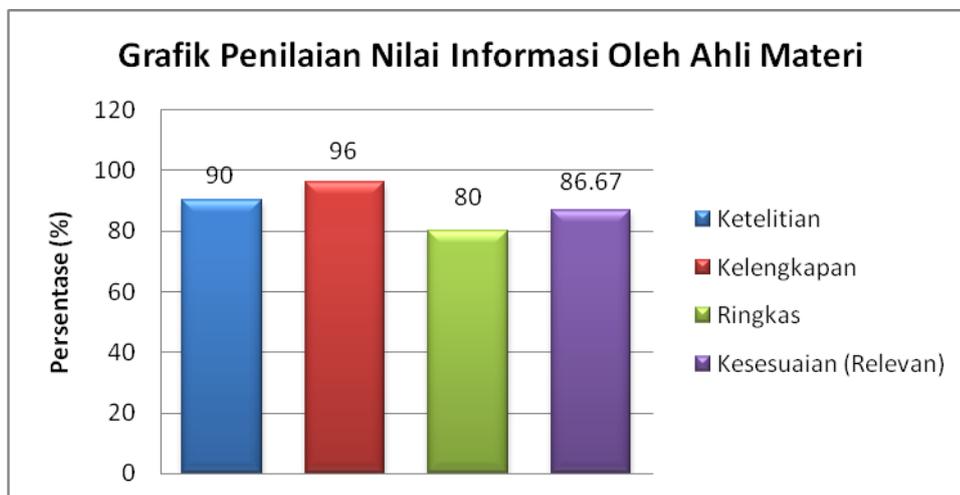
No	Saran	Perbaikan
1.	Video aplikasi dibuat lebih jelas	Mencari video yang memiliki tingkat kompresi lebih tinggi.

Validasi ahli materi ini menggunakan angket yang terdiri dari 13 butir pertanyaan yang ditinjau dari variabel nilai informasi. Jumlah hasil skor yang ditinjau dari variabel nilai informasi = 58 dan skor maksimal  $5 \times 13 = 65$  sehingga presentase yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Tabel 24. Penilaian ahli materi

Variabel	Indikator	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
Nilai informasi	Ketelitian	9	10	90
	Kelengkapan	24	25	96
	Ringkas	12	15	80
	Kesesuaian ( <i>Relevan</i> )	13	15	86,67
<b>Total</b>		<b>58</b>	<b>65</b>	<b>89,23</b>

Berikut grafik penilaian nilai informasi oleh ahli materi:



Gambar 48. Grafik Penilaian Ahli Materi

Berdasarkan validasi dari ahli materi maka diperoleh persentase nilai informasi secara keseluruhan sebesar 89,23% dengan indikator ketelitian sebesar 90%, indikator kelengkapan sebesar 96%, indikator keringkasan sebesar 80% dan indikator kesesuaian (relevan) sebesar 86.67%. Sesuai hasil tersebut maka dapat dinyatakan bahwa media pembelajaran *pneumatic* ini masuk dalam kategori sangat layak digunakan dengan beberapa saran dan revisi.

b. *Beta Testing*

Setelah dilakukan validasi oleh ahli media dan ahli materi, kemudian dilakukan uji coba kepada 30 siswa kelas XI kompetensi keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan. Jumlah butir soal yang valid adalah 23 soal. Perhitungan presentase ditinjau dari tiga variabel yang kemudian dihitung secara keseluruhan.

Pada variabel *funcionality* hanya dilihat dari sebuah indikator yaitu *suitability* dengan jumlah hasil skor = 833. Variabel *usability* dilihat dari indikator *understandibility* dengan jumlah hasil skor = 123, indikator *operability* dengan jumlah hasil skor = 114 dan indikator *attractiveness* dengan jumlah hasil skor = 352. Variabel nilai informasi dilihat dari indikator ketelitian dengan jumlah hasil skor = 224, indikator kelengkapan dengan jumlah hasil skor = 477, indikator ringkas dengan jumlah hasil skor = 246 dan indikator kesesuaian (*relevan*) dengan jumlah hasil skor = 359. Persentase data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 25. Penilaian siswa

<b>Variabel</b>	<b>Indikator</b>	<b>Frekuensi yang diobservasi</b>	<b>Frekuensi Maksimum</b>	<b>Presentase (%)</b>
<i>Functionality</i>	<i>Suitability</i>	833	1050	79,33
	<b>Jumlah</b>	<b>833</b>	<b>1050</b>	<b>79,33</b>
<i>Usability</i>	Kemudahan dipahami ( <i>Understandibility</i> )	123	150	82
	Kemudahan operasi ( <i>Operability</i> )	114	150	76
	Menarik pengguna ( <i>Attractiveness</i> )	352	450	78.22
	<b>Jumlah</b>	<b>589</b>	<b>750</b>	<b>78,53</b>

Variabel	Indikator	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
Nilai informasi	Ketelitian	224	300	74,67
	Kelengkapan	477	600	79,5
	Ringkas	246	300	82
	Kesesuaian ( <i>Relevan</i> )	359	450	79
	<b>Jumlah</b>	<b>1306</b>	<b>1650</b>	<b>79,15</b>
<b>Total</b>		<b>2728</b>	<b>3450</b>	<b>79,07</b>

Berikut grafik data penilaian menurut pendapat siswa:



Gambar 49. Grafik Penilaian Oleh Siswa

Berdasarkan penilaian siswa selaku *user* maka diperoleh persentase *functionality* sebesar 79,33%, *usability* sebesar 78,53% dan nilai informasi sebesar 79,15%. Total secara keseluruhan adalah 79,07%, sehingga dapat dinyatakan bahwa media pembelajaran *pneumatic* ini masuk dalam kategori layak artinya media pembelajaran yang

digunakan dapat diterima oleh siswa untuk mempermudah pemahaman materi dalam proses belajar mengajar.

## **B. Pembahasan Hasil Penelitian**

### **1. Pengembangan Media Pembelajaran**

Pengembangan media pembelajaran *pneumatic* ini diawali dengan tahap analisis kebutuhan, yaitu kebutuhan siswa sebagai *user* atau pengguna yang memerlukan media pembelajaran *pneumatic* yang dapat menggambarkan sesuatu keadaan *abstrak* menjadi nyata (aliran udara) serta contoh sistem *pneumatic* di dunia industri yang mengambil dari beberapa referensi-referensi yang termuat dalam halaman referensi media pembelajaran. Kebutuhan perangkat keras yang digunakan berupa notebook *system manufacturer* Lenovo dengan Processor Intel(R) Atom(TM) CPU N570, RAM 1 GB, Harddisk 286 GB. Kebutuhan perangkat lunak menggunakan Macromedia Flash 8.0 serta aplikasi-aplikasi pendukung yang lainnya.

Tahap selanjutnya meliputi desain dan pengembangan media pembelajaran *pneumatic* yang dilihat dari dua aspek yaitu kualitas sebuah software (perangkat lunak) dan nilai informasi. Hasil pengembangan media pembelajaran *pneumatic* dibuat sedemikian rupa sehingga dapat mempermudah siswa dalam proses belajar mengajar khususnya mata pelajaran *pneumatic*.

## 2. Kelayakan Media Pembelajaran

Tingkat kelayakan media pembelajaran *pneumatic* diperoleh dari data yang telah dilakukan pengujian ahli media oleh dosen, ahli materi oleh guru, dan siswa selaku *user*. Instrumen yang digunakan dalam penilaian adalah skor 1-5. Interval skor dalam persen 20% - < 36% berarti sangat tidak layak, 36% - < 52% berarti tidak layak, 52% - < 68% berarti cukup layak, 68% - < 84% berarti layak dan 84% - < 100% berarti sangat layak. Berdasarkan hasil penilaian tingkat kelayakan oleh para ahli dan siswa dapat dijabarkan sebagai berikut:

### a. Ahli Media

Berdasarkan penilaian ahli media yang dilakukan oleh satu orang dosen ahli media pembelajaran Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta diperoleh tingkat kelayakan pengembangan media pembelajaran *pneumatic* yang dilihat dari *functionality* dan *usability* sebesar 80%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran *pneumatic* ini masuk dalam kategori layak digunakan sebagai media pembelajaran dengan berbagai revisi sesuai dengan saran yang diberikan oleh ahli media.

b. Ahli Materi

Berdasarkan penilaian ahli materi yang dilakukan oleh satu orang guru mata pelajaran *pneumatic* SMK Muhammadiyah Prambanan diperoleh tingkat kelayakan pengembangan media pembelajaran *pneumatic* yang dilihat dari nilai informasi yang termuat sebesar 89,23%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran *pneumatic* ini masuk dalam kategori sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran dengan berbagai revisi sesuai dengan saran yang diberikan oleh ahli materi.

c. Siswa

Berdasarkan penilaian yang melibatkan 30 siswa dapat diperoleh persentase sebesar 79,07%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran *pneumatic* ini masuk dalam kategori layak. Siswa dapat memahami materi dengan tampilan yang lebih menarik dalam media pembelajaran *pneumatic*.

Data hasil penilaian responden tersebut dapat diartikan bahwa pengembangan media pembelajaran *pneumatic* layak digunakan sebagai media pembelajaran di SMK Muhammadiyah Prambanan kompetensi keahlian elektronika industri.

Berikut adalah tabel hasil tingkat kelayakan media pembelajaran *pneumatic*.

Tabel 26. Hasil Persentase Kelayakan

No	Responden	Hasil
1.	Ahli Media (Dosen)	Layak (80%)
2.	Ahli Materi (Guru)	Sangat Layak (89,23%)
3.	Siswa	Layak (79,07%)

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

1. Pengembangan media pembelajaran *pneumatic* ini menggunakan *Macromedia Flash 8* melalui lima tahapan yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan penilaian. Media pembelajaran *pneumatic* berhasil dikembangkan sebagai media pembelajaran yang dapat menggambarkan suatu keadaan abstrak menjadi nyata (aliran udara) dan contoh sistem *pneumatic* di dunia industri untuk mata pelajaran *pneumatic* siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan.
2. Tingkat kelayakan pengembangan media pembelajaran *pneumatic* berdasarkan pendapat ahli dan siswa adalah sebagai berikut:
  - a. Ahli media (Dosen ahli media pembelajaran Fakultas Teknik UNY) persentase tingkat kelayakan media pembelajaran diperoleh 80%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran *pneumatic* ini masuk dalam kategori layak digunakan sebagai media pembelajaran dengan berbagai revisi sesuai dengan saran yang diberikan oleh ahli media.
  - b. Ahli materi (Guru mata pelajaran *pneumatic* SMK Muhammadiyah Prambanan) persentase tingkat kelayakan media pembelajaran diperoleh 89,23%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media

pembelajaran *pneumatic* ini masuk dalam kategori sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran dengan berbagai revisi sesuai dengan saran yang diberikan oleh ahli materi.

- c. Siswa (30 orang) persentase tingkat kelayakan media pembelajaran diperoleh 79,07%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran *pneumatic* ini masuk dalam kategori layak. Siswa dapat memahami materi dengan tampilan yang lebih menarik dalam media pembelajaran *pneumatic*.

## **B. Saran**

Beberapa hal yang dapat dikaji dan dikembangkan dari *software* ini yaitu:

1. Media pembelajaran *pneumatic* ini perlu ditambahkan materi yang lebih lengkap.
2. Perlu model animasi yang lebih banyak, sehingga memperkaya wawasan *user* tentang penggunaan sistem *pneumatic* di dunia industri.
3. Perlu ditambah video dengan tingkat kompresi tinggi, sehingga memperoleh tingkat kecepatan yang optimal.

## **C. Keterbatasan**

Tidak terdapat suara udara sebagai ciri khas dari sistem *pneumatic* dalam setiap rangkaian dan contoh aplikasi sistem *pneumatic* yang telah dibuat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amsyah, Zulkifli. (2001). *Manajemen Sistem Informasi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Arsyad, Azhar. (2007). *Media Pembelajaran*. Jakarta : PT. RajaGrafindo Persada
- Berander, Patrik. dkk (2005). *Software quality attributes and trade-offs*. Blekinge Institute of Technology. Diakses tanggal 23 April 2012 dari [http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF5180/v10/undervisningsmateriale/reading-materials/p10/Software\\_quality\\_attributes.pdf](http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF5180/v10/undervisningsmateriale/reading-materials/p10/Software_quality_attributes.pdf)
- Chandra, (2004). *7 Jam Belajar Flash MX 2004 untuk Orang Awam*. Palembang: Maxikom)
- Djemari. (2008). *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Nontes*. Jogjakarta: Mitra Cendikia
- Dodi dan Indra. (1998). *Laporan Kerja Praktek di Politeknik Manufaktur Bandung Institut Teknologi Bandung*. Diambil tanggal 6 Juni 2009 dari [http://www.reocities.com/al\\_dodi/kerja/](http://www.reocities.com/al_dodi/kerja/)
- Dyah Ratna Utami. (2010). *Pengembangan Media Pembelajaran Topologi Jaringan Komputer Berbasis Macromedia Flash Profesional 8 untuk Siswa Kelas XII Multimedia di SMK Negeri 7 Yogyakarta*. Skripsi S1. Yogyakarta: Program Studi Pendidikan Informatika, Fakultas Teknik UNY.
- F. Ebel. (2000). *Electropneumatics Basic Level*. Festo Didactic GmbH
- Gino, dkk. (2000). *Belajar dan Pembelajaran I*. Surakarta: UNS Press
- Hamalik, Oemar. (1994). *Kurikulum dan Pembelajaran*, Jakarta; Bumi Aksara
- ISO 9126. The Standard of Reference*. Diakses tanggal 23 April 2012 dari <http://www.cse.dcu.ie/essiscope/sm2/9126ref.html>.
- I Wayan Santyasa (2007). *Landasan Konseptual Media Pembelajaran*. Diakses tanggal 22 Februari 2011 dari [http://file.upi.edu/Direktori/A%20-%20FIP/JUR.%20PEND.%20LUAR%20SEKOLAH/194704171973032%20-%20MULIATI%20PURWASASMITA/MEDIA\\_PEMBELAJARAN.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/A%20-%20FIP/JUR.%20PEND.%20LUAR%20SEKOLAH/194704171973032%20-%20MULIATI%20PURWASASMITA/MEDIA_PEMBELAJARAN.pdf)
- Khusnul Lutfi Marfuatun Nafi'. (2011). *Media Pembelajaran Aksara Jawa Berbasis Multimedia Interaktif Menggunakan Macromedia Flash 8*. Skripsi S1. Yogyakarta: Program Studi Pendidikan Informatika, Fakultas Teknik UNY.

- Margono. (2004). *Metodologi Penelitian Pendidikan*, Jakarta: Rineka Cipta.
- Maryono, Tri Septiyantono. (2008). *Kualitas Subyektif Sipus V3 dan Informasi Keluarannya sebagai Pendukung Keputusan*. Diakses tanggal 23 April 2012 dari [http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/13112/1/The\\_Subjective\\_Quality\\_of\\_Sipus\\_V3\\_Software\\_and\\_its\\_Information\\_Output\\_as\\_a\\_Support\\_for\\_Decision\\_making.pdf](http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/13112/1/The_Subjective_Quality_of_Sipus_V3_Software_and_its_Information_Output_as_a_Support_for_Decision_making.pdf)
- Munir. (2010). *Kurikulum Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Bandung: Alfabeta
- Nana. (2008) *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya
- Nurhadisaputra. (2011). *Evaluasi Kualitas Aplikasi Integrated Library Information System (INLIS) Bagi Pelaksanaan Tugas Kepustakawanan Di Perpustakaan Nasional RI*. Diakses tanggal 23 April 2012 dari <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/52596/BAB%20II%20Tinjauan%20Pustaka.pdf>
- P. Croser, F. Ebel (1999). *Pneumatics Basic Level*. Festo Didactic GmbH
- P. Croser (1994). *Pneumatik-Buku Pelajaran*. Festo Didactic
- Purwanto. (2009). *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Belajar
- Rendi Penuju, 2000. *Komunikasi Bisnis*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama
- Sadiman, A, dkk. (2002). "*Media Pendidikan*". Jakarta:Pustekkom Diknas & PT. Raja Grafindo Perkasa.
- Sri Maryani. (2009). *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Multimedia Interaktif Mata Kuliah Komputerisasi Akuntansi*. Diakses tanggal 17 April 2012 dari [http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/economy/2009/Artikel\\_21205188.pdf](http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/economy/2009/Artikel_21205188.pdf)
- Sugiyono. (2007). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung : Alfabeta
- Suheri, Agus. (2006). *Animasi Multimedia Pembelajaran*, Jurnal Media Teknologi, Vol. 2, No. 1. Cianjur: Universitas Suryakencana



**Lampiran 1**

**Surat Ijin Penelitian**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281  
Telp. (0274) 586168 pswh 278,289,292 (0274) 586734 Fax. (0274) 586734  
website : <http://ft.uny.ac.id> e-mail [ft@uny.ac.id](mailto:ft@uny.ac.id) [teknik@uny.ac.id](mailto:teknik@uny.ac.id)



Definisinya No. 05/2010

Nomor : 2239/UN34.15/PL/2012  
Lamp. : 1 (satu) bendel  
Hal : Permohonan Ijin Penelitian

13 Juni 2012

Yth.

1. Gubernur Provinsi DIY c.q. Ka. Biro Administrasi Pembangunan Setda Provinsi DIY
2. Bupati Sleman c.q. Kepala Bappeda Kabupaten Sleman
3. Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda dan Olahraga Propinsi DIY
4. Kepala Dinas Pendidikan Kabupaten Sleman
5. KEPALA SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN

Dalam rangka pelaksanaan Proyek Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul **"PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PADA MATA PELAJARAN PNEUMATIC SISWA KELAS XI KOMPETENSI KEAHLIAN ELEKTRONIKA INDUSTRI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN"**, bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini.

No.	Nama	NIM	Jurusan/Prodi	Lokasi Penelitian
01.	Choirun Anwar	08502244013	Pend. Teknik Elektronika - SI	SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu : Masduki Zakariyah, MT.  
NIP : 19640917 198901 1 001

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai tanggal 13 Juni 2012 sampai dengan selesai.

Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.

Dekan,  
Wakil Dekan I.



Drs. Sunaryo Soenarto  
NIP 19580630 198601 1 001

Tembusan:  
Ketua Jurusan



**PEMERINTAH PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
SEKRETARIAT DAERAH**

Kompleks Kepatihan, Danurejan, Telepon (0274) 562811 - 562814 (Hunting)  
YOGYAKARTA 55213

SURAT KETERANGAN / IJIN

070/5876/V/6/2012

Membaca Surat : Dekan Fak. Teknik UNY Nomor : 2239/UN34.15/PL/2012  
Tanggal : 11 Juni 2012 Perihal : Ijin Penelitian

- Mengingat :
1. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 2006, tentang Perizinan bagi Perguruan Tinggi Asing, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Asing, Badan Usaha Asing dan Orang Asing dalam melakukan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan di Indonesia;
  2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 33 Tahun 2007, tentang Pedoman penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Departemen Dalam Negeri dan Pemerintah Daerah;
  3. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 37 Tahun 2008, tentang Rincian Tugas dan Fungsi Satuan Organisasi di Lingkungan Sekretariat Daerah dan Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah.
  4. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pendataan, Pengembangan, Pengkajian, dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

DIIJINKAN untuk melakukan kegiatan survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan kepada:

Nama : CHOIRUN ANWAR NIP/NIM : 08502244013  
Alamat : KARANGMALANG YK  
Judul : PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PADA MATA PELAJARAN PNEUMATIC SISWA KELAS XI KOMPETENSI KEAHLIAN ELEKTRONIKA INDUSTRI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN.  
Lokasi : KAB SLEMAN Kota/Kab. SLEMAN  
Waktu : 14 Juni 2012 s/d 14 September 2012

**Dengan Ketentuan**

1. Menyerahkan surat keterangan/ijin survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan \*) dari Pemerintah Provinsi DIY kepada Bupati/Walikota melalui institusi yang berwenang mengeluarkan ijin dimaksud;
2. Menyerahkan soft copy hasil penelitiannya baik kepada Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Biro Administrasi Pembangunan Setda Provinsi DIY dalam compact disk (CD) maupun mengunggah (upload) melalui website [adbang.jogjaprovo.go.id](http://adbang.jogjaprovo.go.id) dan menunjukkan cetakan asli yang sudah disahkan dan dibubuhi cap institusi;
3. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi kegiatan;
4. Ijin penelitian dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat ini kembali sebelum berakhir waktunya setelah mengajukan perpanjangan melalui website [adbang.jogjaprovo.go.id](http://adbang.jogjaprovo.go.id);
5. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Dikeluarkan di Yogyakarta

Pada tanggal 14 Juni 2012

A.n Sekretaris Daerah

Asisten Perekonomian dan Pembangunan

Ub.

Kepala Biro Administrasi Pembangunan



Ir. Joro Wuryantoro, M.Si

NIP. 19880108 198603 1 011

Tembusan :

1. Yth. Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta (sebagai laporan);
2. Bupati Sleman c/q Bappeda
3. Ka. Dinas Pendidikan, Pemuda dan Olahraga Provinsi DIY
4. Dekan Fak. Teknik UNY
5. Yang Bersangkutan



PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN  
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH

Jalan Parasamya Nomor 1 Beran, Tridadi, Sleman, Yogyakarta 55511  
Telepon (0274) 868800, Faksimile (0274) 868800  
Website : bappeda.slemankab.go.id , E-mail : bappeda@slemankab.go.id

SURAT IZIN

Nomor : 070 / Bappeda / 2016 / 2012

TENTANG  
IZIN PENELITIAN

KEPALA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH

Dasar : Keputusan Bupati Sleman Nomor : 55/Kep.KDH/A/2003 tentang Izin Kuliah Kerja Nyata, Praktek Kerja Lapangan, dan Penelitian.  
Menunjuk : Surat dari Sekretariat Daerah Pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor : 070/5876/V/6/2012 Tanggal : 14 Juni 2012 Hal : Ijin Penelitian

MENGIZINKAN :

Kepada :  
Nama : CHOIRUN ANWAR  
No.Mhs/NIM/NIP/NIK : 08502244013  
Program/Tingkat : S1  
Instansi/Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta  
Alamat instansi/Perguruan Tinggi : Karangmalang Yogyakarta  
Alamat Rumah : Keninten RT 03/ RW 01  
No. Telp / HP : 085725067986  
Untuk : Mengadakan Penelitian / Pra Survey / Uji Validitas / PKL dengan judul :  
"PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PADA MATA PELAJARAN PNEUMATIC SISWA KELAS XI KOMPETENSI KEAHLIAN ELEKTRONIKA INDUSTRI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN "  
Lokasi : SMK Muhammadiyah Prambanan  
Waktu : Selama 3 bulan mulai tanggal : 14 Juni 2012 s/d 14 September 2012

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Wajib melapor diri kepada Pejabat Pemerintah setempat (Camat/ Kepala Desa) atau Kepala Instansi untuk mendapat petunjuk seperlunya.
2. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan setempat yang berlaku.
3. Izin ini dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak dipenuhi ketentuan-ketentuan di atas.
4. Wajib menyampaikan laporan hasil penelitian berupa 1 (satu) CD format PDF kepada Bupati diserahkan melalui Kepala Bappeda.
5. Izin tidak disalahgunakan untuk kepentingan-kepentingan di luar yang direkomendasikan.

Demikian izin ini dikeluarkan untuk digunakan sebagaimana mestinya, diharapkan pejabat pemerintah/non pemerintah setempat memberikan bantuan seperlunya.

Setelah selesai pelaksanaan penelitian Saudara wajib menyampaikan laporan kepada kami 1 (satu) bulan setelah berakhirnya penelitian.

Dikeluarkan di Sleman

Pada Tanggal : 15 Juni 2012

a.n. Kepala Badan Perencanaan  
Pembangunan Daerah

Sekretaris

u.b.

Kepala Bidang Pengendalian dan  
Evaluasi

Tembusan :

1. Bupati Sleman (sebagai laporan)
2. Ka. Kantor Kesatuan Bangsa Kab Sleman.
3. Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga Kabupaten Sleman
4. Kepala Bidang Sosbud Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kab. Sleman
5. Camat Prambanan
6. Kepala SMK Muhammadiyah Prambanan
7. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta



Dra. SUCI IRIANI SINURAYA, M.Si, M.M  
Pembina, IV/a  
NIP 19630112 198903 2 003



MAJELIS PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN  
**SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN**  
KELOMPOK : TEKNOLOGI DAN REKAYASA  
STATUS : TERAKREDITASI " A "

Gatak, Bokoharjo, Prambanan, Sleman, 55572, Yogyakarta, Indonesia, Telp (0274) 496170, Fax. (0274) 497990  
<http://www.smkmuhprambanan.net> / email: [pos@smkmuhprambanan.net](mailto:pos@smkmuhprambanan.net)

SURAT IJIN PENELITIAN

No :E-1/e.55/4994/VI/2012

Yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Nama : Drs. Anton Subiyantoro  
2. NIP : 19560716 198603 1 006  
3. Pangkat/Golongan : Pembina/IVa  
4. Jabatan : Kepala sekolah  
5. Unit Kerja : SMK Muhammadiyah Prambanan

Dengan ini memberikan ijin kepada saudara :

1. Nama : Choirun Anwar  
2. Nomor Induk Mahasiswa : 08502244013  
3. Perguruan Tinggi : U N Y  
4. Fakultas : Teknik  
5. Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

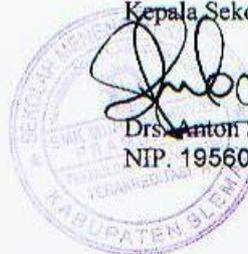
Untuk melakukan penelitian di SMK Muhammadiyah Prambanan guna memenuhi tugas skripsi dengan judul "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PADA MATA PELAJARAN PNEUMATIC SISWA KELAS XI KOMPETENSI KEAHLIAN ELEKTRONIKA INDUSTRI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN" yang dilaksanakan pada tanggal 23 Juni - 28 Juli 2012.

Demikian surat ijin ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Prambanan, 18 Juni 2012

Kepala Sekolah

Drs. Anton Subiyantoro, M.M  
NIP. 19560716 198603 1 006





## **Lampiran 2**

## **Silabus dan RPP**

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN PNEUMATIC

Prodi / Fakultas	: Elektronika Industri
Nama Sekolah	: SMK Muhammadiyah Prambanan
Mata Pelajaran	: Pneumatic
Kelas	: XI TE
Alokasi Waktu	: 4 x 40 menit / Minggu
Standar Kompetensi	: Memprogram Peralatan Sistem Otomasi Elektronik Yang Berkaitan Dengan I/O Berbantuan : PLC Komputer dan <i>Pneumatic</i>
Kompetensi Dasar	: Mengintalasi <i>Electro-Pneumatic</i> Sebagai Bagian Dari Sistem Otomasi Elektronik
Indikator	: 1. Mengidentifikasi komponen-komponen <i>electro-pneumatic</i> 2. Penguasaan instalasi <i>electro-pneumatic</i> ditunjukkan dengan didemokannya sistem yang diuji coba. 3. Diimplementasikan <i>elektro-pneumatic</i> pada sistem elektronik.

### I. Tujuan Pembelajaran :

Setelah melakukan pembelajaran peserta didik dapat:

1. Menyebutkan karakteristik dan sistem kerja komponen-komponen *full-pneumatic*.
2. Menyebutkan karakteristik dan sistem kerja komponen-komponen *electro-pneumatic*.
3. Membuat instalasi *full-pneumatic* ditunjukkan dengan disain gambar dan rangkaian dalam software pneumatic digital (FluidSIM-P Festo).
4. Membuat instalasi *electro-pneumatic* ditunjukkan dengan disain gambar dan rangkaian dalam software pneumatic digital (FluidSIM-P Festo).
5. Menyebutkan aplikasi sistem *pneumatic*.
6. Membuat laporan hasil pekerjaan dibuat sesuai dengan format dan prosedur yang ditetapkan.

### Karakter siswa yang diharapkan :

1. Disiplin ( *Discipline* )
2. Tekun ( *diligence* )

3. Tanggung jawab ( *responsibility* )
4. Ketelitian ( *carefulness* )
5. Kerja sama ( *Cooperation* )
6. Toleransi ( *Tolerance* )
7. Percaya diri ( *Confidence* )
8. Keberanian ( *Bravery* )

## II. Materi Pembelajaran :

1. Komponen *full-pneumatic*
2. Komponen *electro-pneumatic*
3. Simbol dan peraturan dalam *pneumatic*
4. Rangkaian sistem *pneumatic*
5. Aplikasi sistem *pneumatic*

## III. Metode Pembelajaran

1. Ceramah
2. Tanya jawab
3. Praktik

## IV. Langkah-langkah Pembelajaran (Skenario Pembelajaran)

### 1. Pertemuan ke 1

- a. Kegiatan awal
  - 1) Pembukaan berdoa bersama.
  - 2) Perkenalan.
  - 3) Teori tentang pengertian otomasi berbasis *pneumatic*.
- b. Kegiatan inti
  - 1) Siswa diberikan gambaran umum *pneumatic*
  - 2) Siswa diminta membuat pengembangan sistem control *pneumatic*
  - 3) Siswa diberikan struktur sistem *pneumatic* dan aliran sinyal
  - 4) Siswa dijelaskan simbol dan karakteristik komponen dalam *pneumatic*
  - 5) Siswa diberi penjelasan mengenai persyaratan keamanan untuk sistem *pneumatic*
- c. Kegiatan akhir
  - 1) Guru dan siswa melakukan refleksi dan menyimpulkan

- 2) Siswa diberi tugas membuat pengembangan rangkaian *pneumatic* dan disuruh membuat gambar desain dari suatu sistem

## 2. Pertemuan ke 2

- a. Kegiatan awal
  - 1) Pembukaan berdoa bersama.
  - 2) Memotifasi siswa
  - 3) Siswa membuka tugas yang diberikan pada pertemuan sebelumnya.
  - 4) Apersepsi (mengantarkan materi selanjutnya).
- b. Kegiatan inti
  - 1) Siswa diberi penjelasan mengenai diagram rangkaian
  - 2) Siswa diberi penjelasan tata letak rangkaian
  - 3) Siswa diberi penjelasan penomoran tiap rangkaian dan siklus hidup *system pneumatic*.
  - 4) Siswa diberi tugas membuat suatu siklus atau prinsip kerja dari *system pneumatic*.
- c. Kegiatan akhir
  - 1) Guru dan siswa melakukan refleksi dan menyimpulkan
  - 2) Siswa diberi tugas perbedaan antara *full-pneumatic* dan *electro-pneumatic*.

## 3. Pertemuan ke 3

- a. Kegiatan awal
  - 1) Pembukaan berdoa bersama.
  - 2) Memotifasi siswa
  - 3) Siswa membuka tugas yang diberikan pada pertemuan sebelumnya.
  - 4) Apersepsi (mengantarkan materi selanjutnya).
- b. Kegiatan inti
  - 1) Siswa diberikan materi perbedaan *full-pneumatic* dan *electro-pneumatic*.
  - 2) Siswa diberi penjelasan mengenai logika dasar dalam sistem *pneumatic*.
  - 3) Siswa diberi penjelasan aplikasi sistem *pneumatic* di dunia industri.
- c. Kegiatan akhir
  - 1) Guru dan siswa melakukan refleksi dan menyimpulkan
  - 2) Evaluasi dan tugas laporan

**V. Alat / Media :**

1. Media Pembelajaran *Pneumatic* berbasis Macromedia Flash 8.0
2. Proyektor
3. Papan tulis

**Sumber Bahan :**

F. Ebel. (2000). Electropneumatics Basic Level. Festo Didactic GmbH

\_\_\_\_\_. Full-Pneumatic1. Diambil tanggal 17 Februari 2009 dari  
<http://maswie2000.files.wordpress.com/2007/11/full-pneumatic1.pdf>

Arief. (2008). Kumpulan Soal Pneumatic. Diambil tanggal 17 November 2011 di  
<http://ariefwahyupurwito.files.wordpress.com/2008/10/latihan-soal-dan-jawaban-basic.pdf>

Dodi, Indra. (1998). Pneumatic Dan Elektro Pneumatic. Diambil tanggal 6 Juni 2009 dari [http://www.reocities.com/al\\_dodi/kerja/kp4a.pdf](http://www.reocities.com/al_dodi/kerja/kp4a.pdf)

\_\_\_\_\_. Pneumatic Learn Video. Diambil tanggal 25 Februari 2011 dari  
[http://www.4shared.com/get/Tw4q\\_NZ-/Pneumatic\\_learn\\_video.html](http://www.4shared.com/get/Tw4q_NZ-/Pneumatic_learn_video.html)

P. Croser, F. Ebel (1999). Pneumatics Basic Level. Festo Didactic GmbH

P. Croser (1994). Pneumatik-Buku Pelajaran. Festo Didactic

**VI. Penilaian :**

Evaluasi : 30%

Laporan : 70%

**Nilai = Evaluasi + Laporan**

Prambanan, 22 Juni 2012

Mengetahui

Guru Pembimbing

Endra Dwi Priyand SPd.T

Mahasiswa

Choirun Anwar

(08502244013)

## SILABUS

NAMA SEKOLAH : SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN SLEMAN YOGYAKARTA  
 MATA PELAJARAN : KOMPETENSI KEJURUAN ELEKTRONIKA INDUSTRI  
 KELAS/SEMESTER : XI / 5,6  
 STANDAR KOMPETENSI : MEMPROGRAM PERALATAN SISTEM OTOMASI ELEKTRONIK YANG BERKAITAN DENGAN I/O BERBANTUAN : PLC KOMPUTER, DAN PNEUMATIC  
 KODE KOMPETENSI : ELIND 2  
 ALOKASI WAKTU : 200 X 45 Menit

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
					IM	IPS	PI	
10.1. Menginstalasi electro-pneumatic sebagai bagian dari sistem otomasi elektronik.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Didentifikasi komponen-komponen elektro-pneumatik</li> <li>• Penggunaan instalasi elektro-pneumatic ditunjukkan dengan ditemukannya sistem yang diujicoba</li> <li>• Diimplementasikan elektro-pneumatic pada sistem elektronik</li> </ul>	Identifikasi komponen-komponen elektro-pneumatik  Uji coba instalasi elektro-pneumatic  Implementasi sistem elektronik menggunakan elektro-pneumatic	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi komponen-komponen elektro-pneumatik</li> <li>• Mengidentifikasi Komponen-komponen dalam pneumatic</li> <li>• Menguji coba instalasi elektro-pneumatic</li> <li>• Melakukan instalasi electro-pneumatic</li> <li>• Mengimplementasikan sistem elektronik menggunakan elektro-pneumatic</li> <li>• mengimplementasikan sistem melalui studi kasus pada sistem otomasi elektronik menggunakan electro-pneumatic sebagai unit utama dalam proses pengontrolan</li> </ul>		10	20 (40)	20 (50)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Komputer</li> <li>- Modul Pneumatik</li> <li>- Trainer Pneumatik</li> </ul>
10.2. Membuat Laporan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laporan hasil pekerjaan dibuat sesuai dengan format dan prosedur/trinukol Kerja yang ditetapkan.</li> </ul>	Prosedur baku pelaporan sementara yang dituangkan dalam buku catatan kegiatan dan prosedur baku cara pelaporan resmi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembuatan laporan prosedur penggunaan komputer dan menganalisa jika terjadi kekeliruan-kekeliruan dalam proses pelaporan dengan menggunakan pendekatan statiska lenagan</li> <li>• membuat laporan hasil pekerjaan dan menganalisa hasil pekerjaan berdasarkan kaidah-kaidah metode ilmiah</li> </ul>		5	20 (40)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Komputer</li> <li>- Modul Pneumatik</li> <li>- Trainer Pneumatik,PLC,Komputer</li> </ul>



# Lampiran 3

## Instrumen Penelitian

## LEMBAR UJI KELAYAKAN AHLI MEDIA

Berilah tanda centang (√) pada pilihan A, B, C, D, E yang disediakan sesuai dengan keyakinan masing-masing untuk penilaian skripsi “**Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Pneumatic Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan**” yang disusun oleh Choirun Anwar.

Keterangan:

A = Sangat Layak

B = Layak

C = Cukup Layak

D = Tidak Layak

E = Sangat Tidak Layak

### A. PENILAIAN

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
1.	Fungsi tombol navigasi dalam menghubungkan ke materi-materi		√			
2.	Pengaturan tata letak atau layout media pembelajaran		√			
3.	Penggunaan audio memperjelas animasi		√			
4.	Ketepatan pemilihan warna		√			

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
5.	Ketepatan penggunaan model huruf Arial Black		✓			
6.	Penggunaan ukuran huruf sesuai standar		✓			
7.	Animasi <i>full-pneumatic</i> dapat menjelaskan aliran udara dalam sistem		✓			
8.	Animasi <i>electro-pneumatic</i> dapat menjelaskan aliran arus listrik pada rangkaian kontrol dan aliran udara pada rangkaian <i>pneumatic</i> dalam sistem		✓			
9.	Alur program media pembelajaran mudah dipahami.				✓	
10.	Mempermudah peserta didik ( <i>user</i> ) dalam mengontrol laju kecepatan belajarnya		✓			
11.	Kejelasan petunjuk isi software				✓	
12.	Kemudahan penggunaan tombol navigasi		✓			
13.	Penggunaan animasi dan suara menarik perhatian pengguna		✓			
14.	Penggunaan animasi dalam memperjelas contoh nyata di dunia industri		✓			

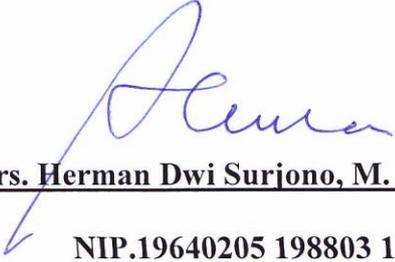
No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
15.	Penggunaan gambar untuk memperjelas bentuk fisik komponen-komponen pneumatic		✓			

## B. SARAN

- Di title peren ditulis judul/topik, peruntukan, identitas pembuat. ( tdk boleh blank )
- Petunjuk 1 dan petunjuk 2 kurang terstruktur
- Simulasi loading sebaiknya di hilangkan
- Materi peren diberi identitas halaman (hal/jml hal)
- Transisi antar hal yg mengganggu kerja di banyak
- Scrolling komponen lebih bagus bila diberi panah
- Materi Full-pneumatic diberi nomor urut.
- Sebaiknya tombol tdk peren ada suara
- Bila nama tdk dimasukkan, tdk bisa berlayar
- Referensi perlu. dibuat halaman tersendiri.

Validator

4-6-2012

  
Drs. Herman Dwi Surjono, M. Sc, M.T., Ph.D

NIP.19640205 198803 1 001

**Instrumen Validasi Ahli Media**

Yogyakarta, 28 Mei 2012

Kepada

Yth. Drs. Herman Dwi Surjono, M. Sc, M.T., Ph.D

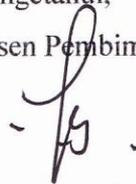
Di Universitas Negeri Yogyakarta

Mohon dengan hormat kepada Bapak untuk menjadi penilai ahli media pembelajaran dari skripsi saya yang berjudul **“Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Pneumatic Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan”**. Adapun materi mata pelajaran pneumatic sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar:

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar
Memprogram peralatan sistem otomasi elektronik yang berkaitan dengan I/O berbantuan: PLC komputer dan pneumatic	Mengintalasi electro-pneumatic sebagai bagian dari sistem otomasi elektronik

Demikian surat permohonan saya buat, atas kesempatan yang diberikan untuk mengevaluasi materi tersebut, kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing



Masduki Zakari, M.T

NIP. 19640917 198901 1 001

Hormat Saya,



Choirun Anwar

NIM. 08502244013

## LEMBAR UJI KELAYAKAN AHLI MEDIA

Berilah tanda centang (✓) pada pilihan A, B, C, D, E yang disediakan sesuai dengan keyakinan masing-masing untuk penilaian skripsi “**Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Pneumatic Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan**” yang disusun oleh Choirun Anwar.

Keterangan:

A = Sangat Layak

B = Layak

C = Cukup Layak

D = Tidak Layak

E = Sangat Tidak Layak

### A. PENILAIAN

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
1.	Fungsi tombol navigasi dalam menghubungkan ke materi-materi		✓			
2.	Pengaturan tata letak atau layout media pembelajaran		✓			
3.	Penggunaan audio memperjelas animasi		✓			
4.	Ketepatan pemilihan warna		✓			

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
5.	Ketepatan penggunaan model huruf Arial Black		✓			
6.	Penggunaan ukuran huruf sesuai standar		✓			
7.	Animasi <i>full-pneumatic</i> dapat menjelaskan aliran udara dalam sistem		✓			
8.	Animasi <i>electro-pneumatic</i> dapat menjelaskan aliran arus listrik pada rangkaian kontrol dan aliran udara pada rangkaian <i>pneumatic</i> dalam sistem		✓			
9.	Alur program media pembelajaran mudah dipahami.		✓			
10.	Mempermudah peserta didik ( <i>user</i> ) dalam mengontrol laju kecepatan belajarnya		✓			
11.	Kejelasan petunjuk isi software		✓			
12.	Kemudahan penggunaan tombol navigasi		✓			
13.	Penggunaan animasi dan suara menarik perhatian pengguna		✓			
14.	Penggunaan animasi dalam memperjelas contoh nyata di dunia industri		✓			

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
15.	Penggunaan gambar untuk memperjelas bentuk fisik komponen-komponen pneumatic		✓			

**B. SARAN**

Sudah diperbaiki sesuai saran I

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Validator 11 Juni 2012



**Drs. Herman Dwi Surjono, M. Sc, M.T., Ph.D**

**NIP.19640205 198803 1 001**

**SURAT KETERANGAN VALIDASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. Herman Dwi Surjono, M. Sc, M.T., Ph.D

NIP : 19640205 198803 1 001

Menyatakan bahwa proyek akhir skripsi dengan **“Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Pneumatic Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan”** dari mahasiswa:

Nama : Choirun Anwar

NIM : 08502244013

Telah (siap/ belum)\* diujicobakan dengan menambahkan beberapa saran sebagai berikut:

1. *Sudah di perbaiki sesuai saran I*  
.....  
.....
2. ....  
.....
3. ....  
.....

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

11-6-  
Yogyakarta, 28 Mei 2012

  
**Drs. Herman Dwi Surjono, M. Sc, M.T., Ph.D**  
NIP.19640205 198803 1 001

\*) coret yang tidak perlu

ar  
4013

## Instrumen Validasi Ahli Materi

Yogyakarta, 12 Juni 2012

Kepada

Yth. Endra Dwi Priyono, S. Pd.T

Di SMK Muhammadiyah Prambanan

Mohon dengan hormat kepada Bapak untuk menjadi penilai ahli materi terhadap materi mata pelajaran *pneumatic* sebagai hasil dari proyek akhir skripsi saya yang berjudul "**Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Pneumatic Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan**". Adapun materi mata pelajaran *pneumatic* sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar:

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar
Memprogram peralatan sistem otomasi elektronik yang berkaitan dengan I/O berbantuan: PLC komputer dan pneumatic	Mengintalasi electro-pneumatic sebagai bagian dari sistem otomasi elektronik

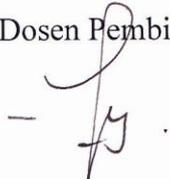
12

ateri  
ripel

Demikian surat permohonan saya buat, atas kesempatan yang diberikan untuk mengevaluasi materi tersebut, kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Masduki Zakaria, M.T

NIP. 19640917 198901 1 001

Hormat Saya,



Choirun Anwar

NIM. 08502244013

## LEMBAR UJI KELAYAKAN AHLI MATERI

Berilah tanda centang (✓) pada pilihan A, B, C, D, E yang disediakan sesuai dengan keyakinan masing-masing untuk penilaian skripsi “**Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Pneumatic Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan**” yang disusun oleh Choirun Anwar.

Keterangan:

A = Sangat Layak

B = Layak

C = Cukup Layak

D = Tidak Layak

E = Sangat Tidak Layak

### A. PENILAIAN

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
1.	Ketelitian animasi rangkaian <i>full-pneumatic</i>	✓				
2.	Ketelitian animasi rangkaian <i>electro-pneumatic</i>		✓			
3.	Kelengkapan materi yang di tampilkan	✓				
4.	Kelengkapan contoh rangkaian <i>full-pneumatic</i>		✓			

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
5.	Kelengkapan contoh rangkaian <i>electro-pneumatic</i>	✓				
6.	Kedalaman materi	✓				
7.	Keruntutan materi	✓				
8.	Keringkasan materi yang ditampilkan		✓			
9.	Keringkasan disain tampilan fisik dan simbol komponen <i>full-pneumatic</i>		✓			
10.	Keringkasan disain tampilan fisik dan simbol komponen <i>electro-pneumatic</i>		✓			
11.	Kesesuaian dengan silabus		✓			
12.	Kejelasan kompetensi		✓			
13.	Relevansi materi dengan tujuan pembelajaran	✓				

**B. SARAN**

- Video Aplikasi dibuat lebih jelas

.....

.....

.....

.....

.....

Validator



**Endra Dwi Priyono, S. Pd.T**

## SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Endra Dwi Priyono, S. Pd.T

Menyatakan bahwa proyek akhir skripsi dengan judul **“Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Pneumatic Kompetensi Keahlian Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan”** dari mahasiswa:

Nama : Choirun Anwar

NIM : 08502244013

Telah ( siap/ ~~belum~~ ) \* diujicobakan dengan menambahkan beberapa saran sebagai berikut:

1. *Video aplikasi dibuat lebih jelas* .....
2. ....
3. ....

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 18 Juni 2012



**Endra Dwi Priyono, S. Pd.T**

\*) coret yang tidak perlu



# **Lampiran 4**

## **Angket Siswa**

## ANGKET SISWA

Nama : P. Wahyu Kurnawan  
Nomor : 29 / 10228

### Petunjuk Pengisian Angket:

1. Isilah nama dan nomor induk siswa pada kolom yang disediakan.
2. Berikan pendapat anda dengan sejujurnya dan sebenarnya.
3. Berilah tanda centang (✓) pada pilihan A, B, C, D, E yang disediakan sesuai dengan keyakinan masing-masing.

### Keterangan:

A = Sangat Baik

B = Baik

C = Cukup Baik

D = Tidak Baik

E = Sangat Tidak Baik

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
1.	Fungsi tombol navigasi dalam menghubungkan ke materi-materi		✓			
2.	Pengaturan tata letak atau layout media pembelajaran		✓			

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
3.	Penggunaan audio memperjelas animasi		✓			
4.	Ketepatan pemilihan warna		✓			
5.	Menggunakan model huruf yang mudah terbaca	✓				
6.	Penggunaan ukuran huruf mudah terbaca		✓			
7.	Animasi <i>full-pneumatic</i> dapat menjelaskan aliran udara dalam sistem		✓			
8.	Animasi <i>electro-pneumatic</i> dapat menjelaskan aliran arus listrik pada rangkaian kontrol dan aliran udara pada rangkaian <i>pneumatic</i> dalam sistem		✓			
9.	Alur program media pembelajaran mudah dipahami.			✓		
10.	Mempermudah peserta didik dalam mengontrol laju kecepatan belajarnya			✓		
11.	Kejelasan skema materi		✓			
12.	Kemudahan penggunaan tombol navigasi		✓			
13.	Penggunaan animasi dan suara menarik perhatian siswa		✓			

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
14.	Penggunaan animasi memperjelas contoh nyata di dunia industri		✓			
15.	Penggunaan gambar untuk memperjelas bentuk fisik serta simbol-simbol komponen-komponen <i>full-pneumatic</i> dan <i>electro-pneumatic</i>		✓			
16.	Ketelitian animasi rangkaian <i>full-pneumatic</i>		✓			
17.	Ketelitian animasi rangkaian <i>electro-pneumatic</i>		✓			
18.	Kelengkapan materi yang di tampilkan	✓				
19.	Kelengkapan contoh rangkaian <i>full-pneumatic</i>	✓				
20.	Kelengkapan contoh rangkaian <i>electro-pneumatic</i>	✓				
21.	Kedalaman materi		✓			
22.	Keruntutan materi		✓			
23.	Keringkasan materi yang ditampilkan		✓			
24.	Keringkasan disain tampilan fisik dan simbol komponen <i>full-pneumatic</i>		✓			
25.	Keringkasan disain tampilan fisik dan simbol komponen <i>electro-pneumatic</i>		✓			

No	Butir Pertanyaan	A	B	C	D	E
26.	Kesesuaian dengan silabus		✓			
27.	Kejelasan kompetensi		✓			
28.	Relevansi materi dengan tujuan pembelajaran	✓				


**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA**

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Alamat : Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281

Telp. : (0274) 554686 ; (0274) 586168 ext. 293

**KARTU BIMBINGAN SKRIPSI (Untuk Mahasiswa)**

FRM/EKA/05-00

25 Januari 2008

Nama Mahasiswa : Choirun Anwar  
 No. Mahasiswa : 08502244013  
 E-mail : Choirun-anwar@yahoo.com  
 Program Studi : 1. Pendidikan Teknik Elektronika Jenjang : S1  
                   : 2. Pendidikan Teknik Informatika Jenjang : S1  
 Kelas : D1.8  
 Dosen Pembimbing : Drs. Masduki Zakaria, MT No. Telp. / HP. : 0818465921  
 Judul : Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif  
        : Pada Mata Pelajaran Pneumatik Siswa Kelas X1  
        : Program Keahlian Elektronika (Industri SMK  
        : Muhammadiyah Prambanan)

No	Tanggal	Uraian Bimbingan	Tandatangan Pembimbing
1.	10/05 2012	Teori Interaktif dan Kerangka berpikir	
2.	14/05 2012	Kompetensi, Latar belakang masalah, Indikasi, rumusan, kerangka berpikir, variabel	
3.	22/05 2012	Instrumen penelitian	
4.	28/05 2012	Instrumen penelitian, penentuan validator	
5.	11/06 2012	Hasil validasi ahli media	
6.	19/06 2012	Hasil validasi ahli materi.	
7.	07/09 2012	Bab I sampai Bab V	
8.	12/09 2012	Konsultasi Akhir	
9.			
10.			

**Rekomendasi Pembimbing :**

1. Mahasiswa yang bersangkutan siap untuk diuji.

Tanggal Persetujuan : 12/9 2012 Tandatangan Dosen Pembimbing :

2. Kartu Bimbingan ini wajib dilampirkan pada saat pendaftaran ujian Skripsi.



## **Lampiran 5**

# **Validitas dan Reliabilitas**

Responden	Soal																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	5	5	4
2	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5
3	3	5	5	5	5	4	4	4	3	5	4	5	5	5	3	3	3	5	5	4	5	3	5	4	5	5	5	4
4	4	3	2	3	5	5	3	4	2	5	4	3	2	5	4	4	3	5	5	4	5	4	5	3	4	4	5	3
5	3	4	3	3	3	2	3	2	3	2	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	2	4	4	4	4	4
6	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	5
7	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4
10	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
11	3	3	3	3	4	5	5	5	4	5	2	3	2	4	4	3	4	3	3	2	4	3	5	5	5	3	4	4
12	4	5	5	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	4	4	3
13	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
14	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4
15	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	3	3	4	5	5	5	4	4	5	4	5
16	4	4	5	3	4	4	5	5	3	4	3	4	3	5	5	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	5	3
17	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3
19	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
20	3	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4	5	3	4	3	4	3	5	5
21	3	4	5	5	4	3	5	5	4	3	5	3	4	5	5	3	3	5	5	5	4	3	3	5	4	4	5	4
22	4	4	4	4	5	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5
23	3	3	3	5	5	5	4	4	3	5	4	5	4	4	4	3	4	5	5	4	5	3	5	3	4	4	4	5
24	3	5	3	4	5	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	5	3	3	4	4	3	3	4
25	4	4	3	4	5	4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	5	3	3	3	5	4	4	3	5	4	4	4
26	4	4	4	5	5	5	3	3	3	5	4	3	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	3	4	4
27	4	4	4	5	5	5	3	3	3	5	4	3	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	3	4	3
28	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4
29	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4
30	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	3	3	4

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
soal1	106.7000	94.838	.496	.893
soal2	106.4333	97.289	.321	.896
soal3	106.5667	93.220	.505	.893
soal4	106.3667	93.206	.612	.891
soal5	106.1000	92.852	.607	.891
soal6	106.3333	93.954	.532	.893
soal7	106.5000	93.362	.520	.893
soal8	106.4667	93.085	.519	.893
soal9	106.7000	97.321	.270	.898
soal10	106.3000	93.390	.518	.893
soal11	106.6000	95.421	.439	.894
soal12	106.5333	97.913	.215	.899
soal13	106.7333	92.892	.554	.892
soal14	106.3000	94.976	.525	.893
soal15	106.4333	93.013	.579	.891
soal16	106.6333	94.516	.546	.892
soal17	106.7000	95.459	.446	.894
soal18	106.4000	96.317	.322	.897
soal19	106.4000	95.076	.443	.894
soal20	106.5667	95.151	.434	.894
soal21	106.1333	93.154	.594	.891
soal22	106.6000	95.766	.412	.895
soal23	106.2667	91.099	.626	.890
soal24	106.4667	99.637	.118	.900
soal25	106.3333	95.747	.432	.895
soal26	106.5333	94.878	.468	.894
soal27	106.3333	95.402	.420	.895
soal28	106.3667	95.275	.447	.894

Untuk mengetahui soal yang valid dan tidak valid, dilihat nilai korelasi lalu dibandingkan dengan table corelasi product moment untuk  $dk = n-1 = 28-1 =$

27 untuk alpha 5% adalah 0,381. Jadi soal yang tidak valid ada 5 soal, yaitu soal no 2,9,12,18, dan 24.

**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items
.897	28

Pada *Reliability Statistics* nilai alpha = 0.897, sedangkan nilai table r product moment dengan taraf signifikan 5% adalah 0,374. Nilai alpha lebih besar dari r table artinya **signifikan / reliable**.

## VALIDASI AHLI MEDIA

Oleh: Dosen Ahli Media Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

### 1. *Functionality*

No	Butir Soal	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
1.	Fungsi tombol navigasi dalam menghubungkan ke materi-materi	4	5	80
2.	Pengaturan tata letak atau layout media pembelajaran	4	5	80
3.	Penggunaan audio memperjelas animasi	4	5	80
4.	Ketepatan pemilihan warna	4	5	80
5.	Ketepatan penggunaan model huruf Arial Black	4	5	80
6.	Penggunaan ukuran huruf sesuai standar	4	5	80
7.	Animasi <i>full-pneumatic</i> dapat menjelaskan aliran udara dalam sistem	4	5	80
8.	Animasi <i>electro-pneumatic</i> dapat menjelaskan aliran arus listrik pada rangkaian kontrol dan aliran udara pada rangkaian <i>pneumatic</i> dalam sistem	4	5	80
<b>Jumlah</b>		<b>32</b>	<b>40</b>	<b>80</b>

## 2. Usability

No	Butir Soal	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
1.	Alur program media pembelajaran mudah dipahami.	4	5	80
2.	Mempermudah peserta didik ( <i>user</i> ) dalam mengontrol laju kecepatan belajarnya	4	5	80
3.	Kejelasan petunjuk isi software	4	5	80
4.	Kemudahan penggunaan tombol navigasi	4	5	80
5.	Penggunaan animasi dan suara menarik perhatian pengguna	4	5	80
6.	Penggunaan animasi dalam memperjelas contoh nyata di dunia industri	4	5	80
7.	Penggunaan gambar untuk memperjelas bentuk fisik komponen-komponen pneumatic	4	5	80
<b>Jumlah</b>		<b>28</b>	<b>35</b>	<b>80</b>

## 3. Total

No	Variabel	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
1.	<i>Functionality</i>	32	40	80
2.	<i>Usability</i>	28	35	80
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>75</b>	<b>80</b>

## VALIDASI AHLI MATERI

Oleh: Guru Mata Pelajaran *Pneumatic* SMK Muhammadiyah Prambanan

Nilai Informasi

No	Butir Soal	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
1.	Ketelitian animasi rangkaian <i>full-pneumatic</i>	5	5	100
2.	Ketelitian animasi rangkaian <i>electro-pneumatic</i>	4	5	80
3.	Kelengkapan materi yang di tampilkan	5	5	100
4.	Kelengkapan contoh rangkaian <i>full-pneumatic</i>	4	5	80
5.	Kelengkapan contoh rangkaian <i>electro-pneumatic</i>	5	5	100
6.	Kedalaman materi	5	5	100
7.	Keruntutan materi	5	5	100
8.	Keringkasan materi yang ditampilkan	4	5	80
9.	Keringkasan disain tampilan fisik dan simbol komponen <i>full-pneumatic</i>	4	5	80
10.	Keringkasan disain tampilan fisik dan simbol komponen <i>electro-pneumatic</i>	4	5	80
11.	Kesesuaian dengan silabus	4	5	80
12.	Kejelasan kompetensi	4	5	80
13.	Relevansi materi dengan tujuan pembelajaran	5	5	100
<b>Jumlah</b>		<b>58</b>	<b>65</b>	<b>89,23</b>

## ANGKET SISWA

### 1. *Functionality*

No	Butir Soal	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
1.	Fungsi tombol navigasi dalam menghubungkan ke materi-materi	111	150	74
2.	Penggunaan audio memperjelas animasi	115	150	76.67
3.	Ketepatan pemilihan warna	121	150	80.67
4.	Menggunakan model huruf yang mudah terbaca	129	150	86
5.	Penggunaan ukuran huruf mudah terbaca	122	150	81.33
6.	Animasi <i>full-pneumatic</i> dapat menjelaskan aliran udara dalam sistem	117	150	78
7.	Animasi <i>electro-pneumatic</i> dapat menjelaskan aliran arus listrik pada rangkaian kontrol dan aliran udara pada rangkaian <i>pneumatic</i> dalam sistem	118	150	78.67
<b>Jumlah</b>		<b>833</b>	<b>1050</b>	<b>79.33</b>

### 2. *Usability*

No	Butir Soal	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
1.	Mempermudah peserta didik dalam mengontrol laju kecepatan belajarnya	123	150	82
2.	Kejelasan skema materi	114	150	76
3.	Penggunaan animasi dan suara menarik perhatian siswa	110	150	73.33
4.	Penggunaan animasi memperjelas contoh nyata di dunia industri	123	150	82

No	Butir Soal	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
5.	Penggunaan gambar untuk memperjelas bentuk fisik serta simbol-simbol komponen-komponen <i>full-pneumatic</i> dan <i>electro-pneumatic</i>	119	150	79.33
<b>Jumlah</b>		<b>589</b>	<b>750</b>	<b>78.53</b>

### 3. Nilai Informasi

No	Butir Soal	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
1.	Ketelitian animasi rangkaian <i>full-pneumatic</i>	113	150	75.33
2.	Ketelitian animasi rangkaian <i>electro-pneumatic</i>	111	150	74
3.	Kelengkapan contoh rangkaian <i>full-pneumatic</i>	120	150	80
4.	Kelengkapan contoh rangkaian <i>electro-pneumatic</i>	115	150	76.67
5.	Kedalaman materi	128	150	85.33
6.	Keruntutan materi	114	150	76
7.	Keringkasan materi yang ditampilkan	124	150	82.67
8.	Keringkasan disain tampilan fisik dan simbol komponen <i>electro-pneumatic</i>	122	150	81.33
9.	Kesesuaian dengan silabus	116	150	77.33
10.	Kejelasan kompetensi	122	150	81.33
11.	Relevansi materi dengan tujuan pembelajaran	121	150	80.67
<b>Jumlah</b>		<b>1306</b>	<b>1650</b>	<b>79.15</b>

## 4. Total

No	Variabel	Frekuensi yang diobservasi	Frekuensi Maksimum	Presentase (%)
1.	<i>Functionality</i>	833	1050	79.33
2.	<i>Usability</i>	589	750	78.53
3.	Nilai Informasi	1306	1650	79.15
<b>Total</b>		<b>2728</b>	<b>3450</b>	<b>79.07</b>

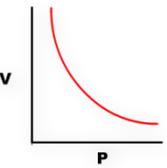


# **Lampiran 6**

## **Materi Pembelajaran**

### Hukum-Hukum Pneumatik

**Hukum Boyle**  
 Pada temperatur konstan, tekanan dan volume gas berbanding terbalik secara proporsional ketika berubah.

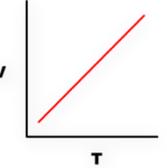


$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{konstan}$$

**P** = Tekanan (Kgf/cm<sup>2</sup>)  
**V** = Volume (m<sup>3</sup>)

### Hukum-Hukum Pneumatik

**Hukum Charles**  
 Pada tekanan yang tetap, volume dan temperatur gas secara proporsional saling mempengaruhi bila berubah.



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{Or} \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \text{Or}$$

$$V_1 \cdot T_2 = V_2 \cdot T_1$$

**V** = Volume  
**T** = Temperatur

### Hukum-Hukum Pneumatik

**Hukum Comninsi Gas Low (Boyle-Charles)**

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \quad \text{Ideal Gas Low}$$

$$P V = n R T$$

**Keterangan :**  
**P** = Tekanan di atmosphere (atm) atau kilopascals (kPa)  
**V** = Volume dalam liter  
**n** = Jumlah moler dalam gas  
**R** = Gas ideal konstan dalam L atm/mol K  
**P** am<sup>3</sup>/ mol K  
**T** = Temperatur (kelvin)

### Hukum-Hukum Pneumatik

**Kerja, Energy dan Gaya**

**Kerja (work)**  
 Kerja dirumuskan dengan Gaya (F) dikalikan dengan jarak (S) sehingga:

$$A = F \times S$$

**Keterangan :**  
**A** = Kerja (kgfm)  
**F** = Gaya dalam kgf  
**S** = Jarak (m)

### Hukum-Hukum Pneumatik

**Contoh:**  
 Ketika suatu beban dengan gaya 25 kgf diangkat setinggi 6 meter, maka kerja yang dilakukan adalah sebesar

$$A = F \times S$$

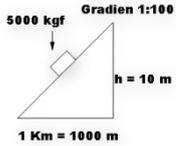
$$= 25 \text{ kgf} \times 6 \text{ m}$$

$$= 150 \text{ kgfm}$$

Beberapa kasus yang sama tetang kerja adalah ketika menggeser beban sepanjang rute yang kondisinya mempunyai kemiringan tertentu. Hal ini bisa dianggap sebagai mengangkat beban itu vertical ke atas.

### Hukum-Hukum Pneumatik

**Contoh:**  
 Berapa kerja yang dilakukan untuk menggerakkan suatu kendaraan dengan gaya beban sebesar 5000 kgf, melalui jarak sepanjang 1 Km dengan gradient 1 : 100?



**A** = G x h  
**A** = Kerja  
**G** = Gaya beban  
**h** = sisi tegak dari kemiringan

maka:  
**G** = 5000 kgf  
**h** = 1000/100 = 10 m  
**A** = G x h = 5000 kgf x 10 m = 50000 kgfm

### Hukum-Hukum Pneumatik

**Power**  
 Power atau daya adalah kerja yang dilakukan per satuan waktu sehingga dapat dituliskan sebagai:

$$P = A / t$$

Jika A dalam satuan kgfm maka t dalam sekon sehingga Power (P) dapat diekspresikan dalam kgfm/s.

$$A = F \times S$$

F dalam kgf, S dalam meter dan A dalam kgfm

$$P = F \times V$$

Power (P) = Gaya (F) x Kecepatan (V)  
 F dalam kgf dan V dalam m/s  
**HP** = Horse Power = (P x V) / 75  
**KW** = Kilo Watt = (F x V) / 102  
 1 HP = 0,736 KW  
 1 KW = 1,36 HP

### Hukum-Hukum Pneumatik

**Contoh:**

- Suatu beban dengan beban gaya sebesar 25 kgf diangkat vertical pada ketinggian h = 6 meter dalam 5 detik maka gaya (Power) P yang dibutuhkan adalah:  

$$P = A / t = (F \times S) / t = F \times V$$

$$= (25 \text{ kgf} \times 6 \text{ m}) / 5 \text{ detik} = 30 \text{ kgfm/s}$$
- Beberapa rating power motor untuk mengangkat beban gaya 1000 kgf setinggi 12 meter dalam 1 menit?  

$$A = F \times S = 1000 \text{ kgf} \times 12 \text{ meter} = 12000 \text{ kgfm}$$

$$P = A / t = 12000 \text{ kgfm} / 60 \text{ detik} = 200 \text{ kgfm/s}$$
 Maka rating daya motor dalam KW adalah sebesar  

$$= 200 / 102 \text{ KW} \approx 2 \text{ KW}$$

### Hukum-Hukum Pneumatik

**Efficiency**  
 Selama mentransmisikan power atau mengubah dari satu energy ke energy yang lain, sebagian dari power atau energy akan mengalami hilang akibat dari gesekan (friction), radiasi dll. Sehingga output selalu lebih rendah (kurang) dari input.

$$\text{Efficiency } (\eta) = \text{output work} / \text{input work}$$

$$= A (\text{output}) / A (\text{input})$$

$$= \text{output power} / \text{input power}$$

$$\% \eta = (\text{output} / \text{input}) \times 100$$

### Hukum-Hukum Pneumatik

**Contoh:**  
 100 putaran dari winch handle dibutuhkan untuk mengangkat beban sebesar 1000 kgf setinggi 5 meter, jari-jari winch handle = 0,5 meter, berapa input kerja (input work) yang dikeluarkan untuk memutar winch handle = 20 kgf, dan efficiencinya?

Output work = G x h = 1000 x 5 = 5000 kgfm  
 Input work = gaya x jarak (keliling winch handle)  

$$= F \times S = F \times \pi \times d \times 100$$

$$= 20 \text{ kgf} \times \pi \times 1 \times 100$$

$$= 6280 \text{ kgfm}$$
 Efficiency (η) = output work / input work  

$$= 5000 \text{ kgfm} / 6280 \text{ kgfm}$$

$$= 0,8$$

$$\% \eta = 0,8 \times 100 = 80 \%$$

## Hukum-Hukum Pneumatik

### Satuan-satuan Tekanan

1 Bar = 100 KPa (Kilo Pascal)  
 = 14,5 Psi (Pound per square inch)  
 = 750 mm Hg  
 = 401,8 inci WG<sup>-1</sup>  
 = 1,0197 kgf cm<sup>-1</sup>  
 = 0,9872 atmosfer

1 Kpa = 1000 Pa  
 = 0,01 bar  
 = 0,145 Psi  
 = 1,0197 x 10<sup>-3</sup> kgfcm<sup>-2</sup>  
 = 4,018 inci WG  
 = 9,872 x 10<sup>-3</sup> atmosfer

## Hukum-Hukum Pneumatik

### Satuan-satuan Tekanan

1 Psi = 6,895 Kpa  
 = 0,0703 kgfcm<sup>-2</sup>  
 = 27,7 inci WG  
 1 kilogram gaya per cm persegi (kgfcm<sup>-2</sup>)  
 = 98,07 Kpa = 14,223 Psi

1 atmosfer = 1,013 bar  
 = 14,7 Psi  
 = 1,033 kgfcm<sup>-2</sup>

Satuan SI untuk tekanan adalah Pascal (Pa) dimana:

1 Pa = 1 Nm<sup>-2</sup> satuan yang sering digunakan dalam praktik adalah bar dan Psi

## Hukum-Hukum Pneumatik

### Satuan untuk Kerja (Energi)

1 Joule (J) = 2,788 x 10<sup>-4</sup> Wh (2,788 x 10<sup>-7</sup> kWh)  
 = 0,7376 ft lbf  
 = 0,2388 kalori  
 = 9,487 x 10<sup>-4</sup> BTU (British Thermal Unit)  
 = 0,102 kgfm  
 = 107 erg (satuan cgs)

Satuan SI untuk kerja adalah Joule (J)

1 J = 1 Nm  
 = 1m<sup>2</sup>kgS<sup>-2</sup>

## Hukum-Hukum Pneumatik

### Satuan untuk daya

1 Kilo Watt (KW) = 1,34 HP  
 = 1,36 HP metric  
 = 102 kgfms<sup>-1</sup>  
 = 1000 watt

1 Daya Kuda (HP) = 0,7457 KW<sup>-1</sup>  
 = 550 ft lbs<sup>-1</sup>  
 = 2545 BTU h

Satuan SI untuk yang sering digunakan adalah Watt (W).



**Aktuator**  
**Single Acting Cilinder**  
**(Silinder Kerja Tunggal)**

Back

**Pengertian Aktuator**

**Aktuator** adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi kerja yang dimanfaatkan.

Aktuator pneumatik dapat digolongkan menjadi 2 kelompok : **gerak lurus dan putar**.

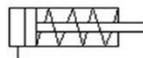
1. Gerakan lurus (gerakan linear) :
  - Silinder kerja tunggal
  - Silinder kerja ganda
2. Gerakan putar :
  - Motor udara
  - Aktuator yang berputar (ayun)

Back

**Single Acting Cilinder (Silinder Kerja Tunggal)**



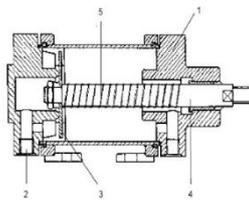
Gambar 1. Bentuk Fisik Silinder Kerja Tunggal



Gambar 2. Simbol Silinder Kerja Tunggal

Back

**Konstruksi Silinder Kerja Tunggal**



- Keterangan:**
1. Rumah silinder
  2. Lubang masuk udara bertekanan
  3. Piston
  4. Batang piston
  5. Pegas pengembali

Gambar 3. konstruksi Silinder Kerja Tunggal

Back

**Prinsip Kerja Silinder Kerja Tunggal**

Dengan memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston, sisi yang lain terbuka ke udara bebas. Silinder hanya bisa memberikan gaya kerja ke satu arah.

Gaya pegas yang ada didalam silinder didesign untuk mengembalikan silinder pada posisi awal dengan alasan agar kecepatan kembali tinggi pada kondisi tanpa beban.

Pada silinder kerja tunggal dengan pegas, langkah silinder dibatasi oleh panjangnya pegas. Oleh karena itu silinder kerja tunggal dibuat maksimum langkahnya sampai sekitar 80 mm.

Back



**Aktuator**  
**Double Acting Cilinder**  
**(Silinder Kerja Ganda)**

Back

**Pengertian**

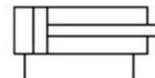
Pada dasarnya Silinder kerja ganda (Double Acting Cilinder) sama dengan silinder kerja tunggal, tetapi tidak mempunyai pegas pengembali.

Silinder kerja ganda mempunyai dua saluran yaitu saluran masukan dan saluran pembuangan.

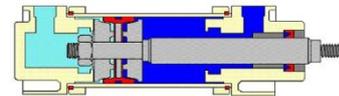


Gambar 4. Bentuk Fisik Silinder Kerja Ganda

Back

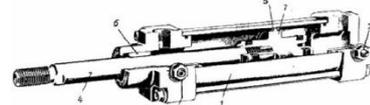


Gambar 5. Simbol Silinder Kerja Ganda



Gambar 6. Konstruksi Silinder Kerja Ganda

Back



Gambar 7. Konstruksi Silinder Kerja Ganda

- Keterangan:**
1. Batang / rumah silinder
  2. Saluran masuk
  3. Saluran keluar
  4. Batang piston
  5. Seal
  6. Bearing
  7. Piston

Back

**Keuntungan Silinder Kerja Ganda**

Dapat dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya

Memungkinkan pemasangannya lebih fleksibel

Back

### Manfaat Silinder

Silinder atau aktuator dapat melaksanakan berbagai fungsi gerakan, seperti :

1. Menjepit benda kerja
2. Pemotongan
3. Pengeluaran
4. Pengepresan
5. Pemberian dan pengangkatan

Back

### Katup Pneumatic

Back

### Pengertian

**Katup kontrol arah (KKA)** adalah bagian yang mempengaruhi jalannya aliran udara.

Aliran udara akan lewat, terblokir atau membuang ke atmosfer tergantung dari lubang dan jalan aliran KKA tersebut.

KKA digambarkan dengan jumlah lubang dan jumlah kotak. Lubang-lubang menunjukkan saluran-saluran udara dan jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi.

Back

### Cara membaca simbol katup pneumatik

	Kotak menunjukkan posisi pensakelaran katup
	Jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi pensakelaran katup Contoh : - jumlah kotak 2 menunjukkan hanya 2 kemungkinan pensakelaran misal : posisi ON dan posisi OFF.
	Garis menunjukkan lintasan aliran. Panah menunjukkan arah aliran
	Garis blok menunjukkan aliran tertutup ( terblokir )
	Garis diluar kotak menunjukkan saluran masukan dan keluaran, digambar di posisi awal

Back

### Cara Penomoran Lubang KKA

Lubang/Sambungan	DIN ISO 5599	Sistem Huruf
Lubang masukan	1	P
Lubang keluaran	2, 4	B , A
Lubang pembuangan	3 ( katup 3/2 )	R ( katup 3/2 )
Lubang pembuangan	5, 3 ( katup 5/2 )	R, S ( katup 5/2 )

Back

### Metode Pengaktifan

Jenis pengaktifan bervariasi, seperti secara mekanis, pneumatik, listrik dan kombinasi dari semuanya. Simbol metode pengaktifan diuraikan dalam standar DIN 1219 berikut :

Jenis Pengaktifan Mekanik	Keterangan
	Operasi tombol
	Tombol
	Operasi tuas
	Pedal kaki
	Pegas kembali
	Operasi rol
	Operasi rol, satu arah

Back

Jenis Pengaktifan Pneumatis	Keterangan
	Pengaktifan langsung pneumatik
	Pengaktifan tidak langsung pneumatik (pilot / pemandu)

Jenis Pengaktifan Listrik	Keterangan
	Operasi dengan solenoid tunggal
	Operasi dengan solenoid ganda

Back

Jenis Pengaktifan Kombinasi	Keterangan
	Solenoid ganda dan operasi pilot (pemandu) dengan tambahan manual

Back

### Katup Pneumatic

3/2 Pneumatic Valve

Back

### Katup Kontrol Arah 3/2

**Katup 3/2** adalah katup yang membangkitkan sinyal dengan sifat bahwa sebuah sinyal keluaran dapat dibangkitkan juga dapat dibatalkan atau diputuskan.

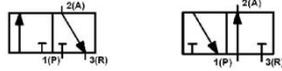
Katup 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi. Ada 2 konstruksi sambungan keluaran :

1. **Posisi normal tertutup (N/C)** artinya katup belum-diaktifkan, pada lubang keluaran tidak ada aliran udara bertekanan yang keluar.
2. **Posisi normal terbuka (N/O)** artinya katup belum diaktifkan, pada lubang keluaran sudah ada aliran udara bertekanan yang keluar.

Back



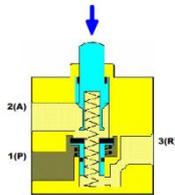
Gambar 8. Bentuk Fisik Katup 3/2



Gambar 9. Simbol Katup 3/2 NC dan NO

Back

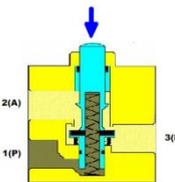
**Konstruksi dan Prinsip Kerja Katup 3/2 NC**



Jika katup diberi aktuasi maka udara bertekanan akan menghubungkan saluran masukan 1(P) ke saluran keluaran 2(B). Apabila aktuasi di lepas maka katup akan kembali seperti semula oleh pegas.

Back

**Konstruksi dan Prinsip Kerja Katup 3/2 NO**



Sebelum katup diberi aktuasi maka udara bertekanan akan menghubungkan saluran masukan 1(P) ke saluran keluaran 2(B). Apabila katup diaktuasi maka masukan 1(P) ke saluran keluaran 2(B) akan terblokir.

Back

**Katup Pneumatic**

4/2 Pneumatic Valve

Back

**Katup Kontrol Arah 4/2**

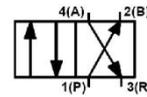
Katup 4/2 mempunyai 4 lubang dan 2 posisi kontak.

Sebuah katup 4/2 dengan kedudukan piringan adalah sama konstruksi dengan kombinasi gabungan dua katup 3/2 : satu katup N/C dan satu katup N/O.

Back



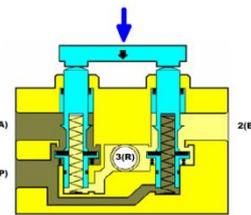
Gambar 10. Bentuk Fisik Katup 4/2



Gambar 11. Simbol Katup 4/2

Back

**Konstruksi Katup 4/2**



Back

**Prinsip Kerja Katup 4/2**

Sebelum katup diaktuasi maka saluran 1(P) ke 2(B) terhubung.

Setelah diaktuasi maka saluran 1(P) ke 4(A) terhubung dan saluran 1(P) ke 2(B) menjadi terbuka.

Saluran 3(R) digunakan sebagai saluran pembuangan.

Back

**Katup Pneumatic**

5/2 Pneumatic Valve

Back

**Katup Kontrol Arah 5/2**

Katup 5/2 mempunyai 5 lubang dan 2 posisi kontak.

Katup ini dipakai sebagai elemen kontrol akhir untuk menggerakkan silinder

Sebagai elemen kontrol, katup ini memiliki sebuah piston kontrol yang dengan gerakan horisontalnya menghubungkan atau memisahkan saluran yang sesuai.

Back

**Katup Kontrol Arah 5/2**

Tenaga pengoperasiannya adalah kecil sebab tidak ada tekanan udara atau tekanan pegas yang harus diatasi.

Cara pengaktifan dapat dilakukan dengan:

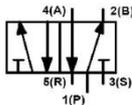
- Manual
- Mekanis
- Elektris
- Pneumatis

Cara pengembalian katup ke posisi awal, dapat digunakan seperti cara-cara pengaktifan.

Back



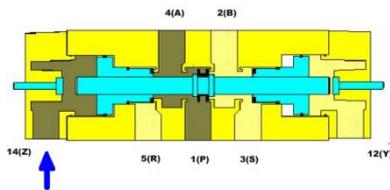
Gambar 12. Bentuk Fisik Katup 5/2



Gambar 13. Simbol Katup 5/2

Back

**Konstruksi Katup 5/2**



Back

**Prinsip Kerja Katup 5/2**

Jika katup diberi aktuasi maka udara bertekanan akan menghubungkan saluran masukan 1(P) ke saluran keluaran 2(B) atau 4(A).

Posisi pensakelaran terakhir dipertahankan sampai posisi pensakelaran baru diawali.

Posisi yang baru ini disimpan sampai sinyal yang lain diberikan. Lubang 3(S) dan 5(R) digunakan sebagai pembuangan.

Back



**Katup Pneumatic**  
Katup Satu Arah

Back

**Katup Satu Arah**

Katup satu arah adalah bagian yang menutup aliran ke satu arah dan melewatkannya ke arah yang berlawanan.

Ada banyak variasi dalam ukuran dan konstruksi dikembangkan dari katup satu arah. Disamping itu katup satu arah dengan fungsi elemen yang lain membentuk elemen yang terpadu, seperti katup kontrol aliran satu arah, katup buangan cepat, katup fungsi "DAN", katup fungsi "ATAU".

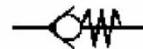
Back

**Katup Cek ( Check Valves )**

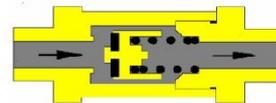
Katup satu arah dapat menutup aliran secara sempurna pada satu arah.

Pada arah yang berlawanan, udara mengalir bebas dengan kerugian tekanan seminimal mungkin. Pemblokiran ke satu arah dapat dilakukan dengan bola, pelat atau membran.

Back



Gambar 14. Simbol Check Valves



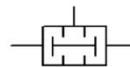
Gambar 15. Konstruksi Check Valves

Back

**Two Pressure Valves (Katup Fungsi " AND ")**



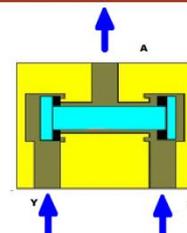
Gambar 16. Bentuk Fisik Two Pressure Valves



Gambar 17. Simbol Two Pressure Valves

Back

**Konstruksi Two Pressure Valves (Katup Fungsi " AND ")**



Back

**Prinsip Kerja Two Pressure Valve  
(Katup Fungsi "AND")**

Udara bertekanan hanya mengalir jika ke dua lubang masukan diberi sinyal. Satu sinyal masukan memblokir aliran. Jika sinyal diberikan ke dua sisi masukan (X dan Y), sinyal akan lewat ke luar.

Jika sinyal masukan berbedatekanannya, maka sinyal dengan tekanan yang lebih besar memblokir katup dan sinyal dengan tekanan yang lebih kecil yang mengalir ke luar sebagai sinyal keluaran.

Katup dua tekanan pada umumnya digunakan untuk kontrol pengunci dan kontrol pengaman.

Back

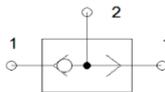
**Shuttle Valve  
(Katup Fungsi "OR")**

Katup ini mempunyai dua masukan dan satu keluaran. Jika udara dialirkan melalui lubang pertama (Y), maka kedudukan seal katup menutup lubang masukan yang lain sehingga sinyal dilewatkan ke lubang keluaran (A). Ketika arah aliran udara dibalik (dari A ke Y), silinder atau katup terhubung ke pembuangan. Kedudukan seal tetap pada posisi sebelumnya karena kondisi tekanan.

Back



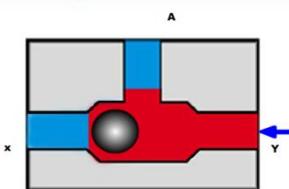
Gambar 20. Bentuk Fisik Shuttle Valves



Gambar 21. Simbol Shuttle Valves

Back

**Konstruksi Shuttle Valve  
(Katup Fungsi "OR")**



Udara → Input Y → X tertutup → Udara → Output (A)  
 Udara → Input X → Y tertutup → Udara → Output (A)

Back

**Katup Buangan-Cepat  
( Quick Exhaust Valve )**

Katup buangan-cepat digunakan untuk meningkatkan kecepatan silinder.

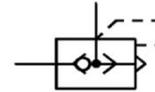
Prinsip kerja silinder dapat maju atau mundur sampai mencapai kecepatan maksimum dengan jalan memotong jalan pembuangan udara ke atmosfer.

Dengan menggunakan katup buangan cepat, udara pembuangan dari silinder keluar lewat lubang besar katup tersebut.

Back



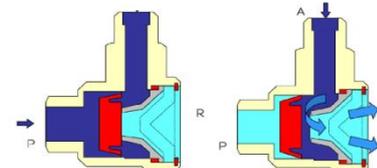
Gambar 22. Bentuk Fisik Quick Exhaust Valve



Gambar 23. Simbol Quick Exhaust Valve

Back

**Konstruksi Katup Buangan-Cepat  
( Quick Exhaust Valve )**



Gambar 24. Kontruksi Quick Exhaust Valve

Back

**Prinsip Kerja Katup Buangan-Cepat  
( Quick Exhaust Valve )**



Katup buangan cepat mempunyai sambungan udara masuk P, keluaran A dan lubang pembuangan R. Aliran udara masuk lewat P dan keluar bebas melau terbukanya komponen katup cek. Lubang R terblokir oleh piringan .

Jika udara disuplai dari lubang A, piringan akan menutup lubang P dan udara keluar ke atmosfer lewat lubang R. Peningkatan kecepatan tersebut dibandingkan dengan pembuangan udara lewat katup kontrol akhir.

Cara tersebut mudah dilaksanakan dengan jalan memasang katup buangan-cepat langsung pada silinder atau sedekat mungkin dengan silinder.

Back

**Katup Pneumatic**

Katup Kontrol Aliran



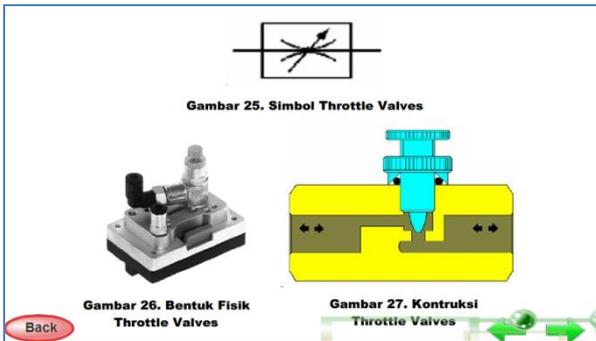
Back

**Throttle Valves  
(Katup Cekik, Dua Arah)**



Katup cekik pada keadaan normal dapat diatur dan pengesetannya dapat dikunci pada posisi yang diinginkan. Karena sifat udara yang kompresibel, karakteristik gerakan silinder tergantung dari beban dan tekanan udara. Oleh karena itu katup kontrol aliran digunakan untuk mengontrol kecepatan silinder dengan berbagai harga yang bervariasi.

Back



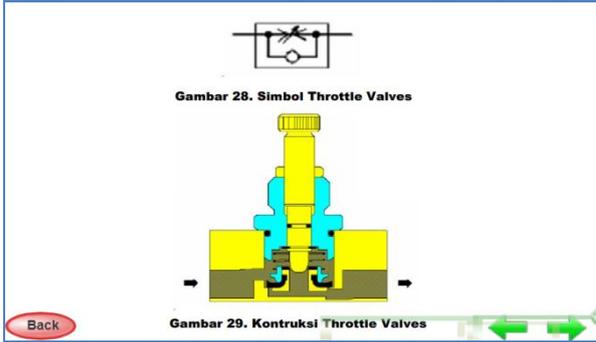
Gambar 25. Simbol Throttle Valves

Gambar 26. Bentuk Fisik Throttle Valves

Gambar 27. Kontruksi Throttle Valves

**Katup Kontrol Aliran, Satu Arah**

Dengan konstruksi katup seperti ini, aliran udara lewat pengecilan (penyempitan) hanya satu arah saja. Blok katup cek akan memblokir aliran udara, sehingga aliran udara hanya lewat pengecilan. Pada arah yang berlawanan udara bebas mengalir lewat katup cek. Katup ini digunakan untuk mengatur kecepatan silinder.



Gambar 28. Simbol Throttle Valves

Gambar 29. Kontruksi Throttle Valves

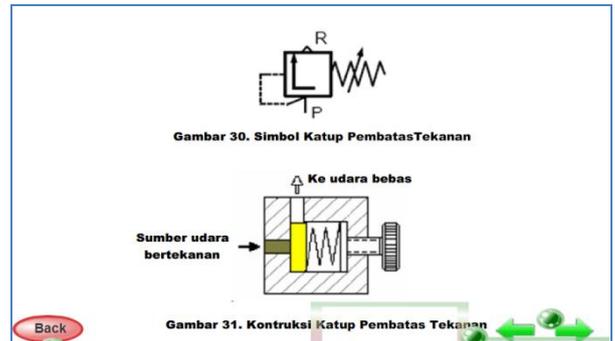
## Katup Pneumatic Katup Tekanan

**Macam-Macam Katup Tekanan**

Katup tekanan adalah elemen yang sangat mempengaruhi tekanan atau dikontrol oleh besarnya tekanan.

Katup tekanan dapat dibagi dalam 3 kelompok :

1. Katup pembatas tekanan ( Pressure Limiting Valve )
2. Katup pengatur tekanan ( Pressure Regulating Valve )
3. Katup sakelar tekanan ( Sequence Valve )



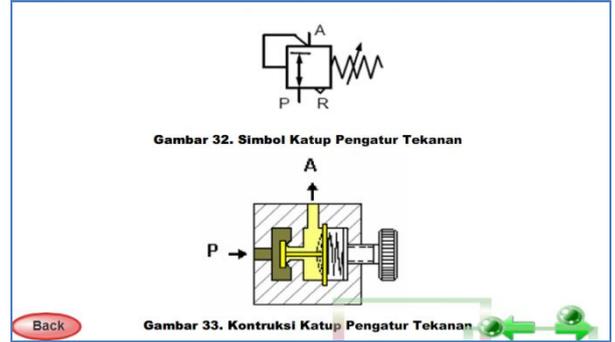
Gambar 30. Simbol Katup Pembatas Tekanan

Gambar 31. Kontruksi Katup Pembatas Tekanan

**Kegunaan Katup Pembatas Tekanan :**

1. Katup pengaman (katup tekanan lebih)
2. Mencegah terlampauinya tekanan maksimal yang ditolerir dalam sistem.

Apabila nilai dalam tekanan maksimal tercapai pada lubang masukan, maka lubang keluaran pada katup akan terbuka dan udara bertekanan dibuang ke atmosfer. Katup tetap terbuka sampai katup ditutup oleh gaya pegas di dalam setelah mencapai tekanan kerja yang diinginkan.



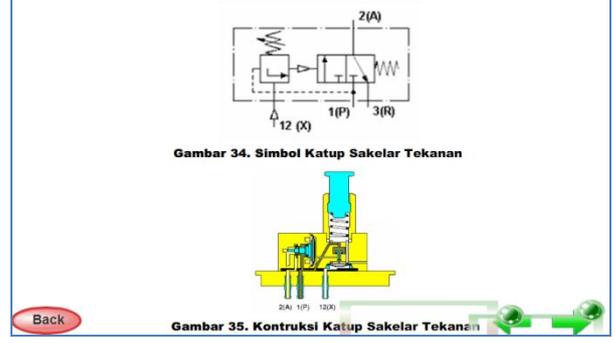
Gambar 32. Simbol Katup Pengatur Tekanan

Gambar 33. Kontruksi Katup Pengatur Tekanan

**Katup Pengatur Tekanan**

Katup pengatur tekanan diuraikan di bagian perlengkapan pemeliharaan udara (Servis Unit). Yang penting dari unit ini adalah untuk menjaga tekanan yang stabil, walaupun dengan tekanan masukan yang berubah-ubah.

Tekanan masukan harus lebih besar daripada tekanan keluaran yang diinginkan.



Gambar 34. Simbol Katup Sakelar Tekanan

Gambar 35. Kontruksi Katup Sakelar Tekanan

### Katup Sakelar Tekanan

Katup ini bekerja sesuai dengan prinsip yang sama seperti katup pembatas tekanan. Katup akan terbuka apabila tekanan yang diatur pada pegas terlampaui.

Udara mengalir dari 1(P) ke 2(A). Lubang keluaran 2(A) terbuka apabila sudah terbentuk tekanan yang diatur pada saluran kontrol 12(X). Piston kontrol membuka jalur 1(P) ke 2(A).

Back

### Katup Pneumatic Katup Tunda Waktu

Back

### Katup Tunda Waktu

Katup tunda waktu adalah kombinasi/gabungan dari katup 3/2, katup kontrol aliran satu arah, dan tangki udara. Katup 3/2 dapat sebagai katup dengan posisi normal membuka (NO) atau menutup (NC).

Jika hanya menggunakan katup 3/2 dan katup kontrol aliran satu arah, tunda waktunya biasanya berkisar antara 0-30 detik.

Waktu dapat diperlambat dengan menggunakan tambahan tangki udara.

Back

### Macam-Macam Katup Tunda Waktu

1. Katup Tunda Waktu NC

Gambar 34. Simbol Katup Tunda Waktu NC

Gambar 35. Kontruksi Katup Tunda Waktu NC

Back

### Prinsip Kerja Katup Tunda Waktu NC

Udara bertekanan dimasukkan ke katup pada saluran 1(P). Aliran udara kontrol masuk katup pada saluran 12(Z). Udara ini akan mengalir melalui katup kontrol aliran satu arah dan tergantung pada setting sekrup pengecik, lebih besar atau lebih kecil dari jumlah aliran udara setiap unit waktunya ke dalam tangki udara.

Ketika tekanan kontrol yang diperlukan telah terpenuhi di dalam tangki udara, bantalan pemandu katup 3/2 digerakkan turun ke bawah. Hal ini akan memblok saluran 2(A) ke 3(R). Piringan katup diangkat dari kedudukan semula dan kemudian udara dapat mengalir dari 1(P) ke 2(A). Waktu yang diperlukan untuk tekanan mencapai nominal dalam tangki udara adalah sama dengan waktu tunda kontrol pada katup.

Back

Jika katup tunda waktu adalah menghubungkan ke posisi inisialnya, jalur pilot 12(Z) harus dibuang. Udara mengalir dari tangki udara ke atmosfer melalui jalan pintas katup kontrol aliran satu arah dan kemudian ke jalur pembuangan. Pegas katup mengembalikan bantalan pemandu dan piringan katup ke posisi inisialnya. Jalur kerja 2(A) membuang ke 3(R) dan 1(P) terblok.

Back

### 2. Katup Tunda Waktu NO

Gambar 36. Simbol Katup Tunda Waktu NO

Gambar 37. Kontruksi Katup Tunda Waktu NO

Back

### Prinsip Kerja Katup Tunda Waktu NO

Katup tunda waktu normal membuka memiliki katup 3/2 dengan posisi NO.

Pada posisi inisial output 2(A) adalah aktif. Ketika katup dihubungkan dengan 10(Z) output 2(A) dibuang.

Akibatnya sinyal keluaran akan segera mati setelah setting tunda waktu tercapai.

Back

### Design Sistem Pneumatic

Dalam sistem pneumatik, aktuator akhir adalah sebuah perangkat atau komponen yang biasa dinamakan dengan silinder (*cylinder*) atau sering disebut dengan piston.

Dalam bahasan tentang silinder kita telah memahami beberapa hal yang berkaitan dengan silinder, yaitu:

#### 1. Jenis Silinder

##### a. Silinder kerja tunggal

- Silinder bergerak maju menggunakan udara kompresi
- Silinder bergerak mundur menggunakan pegas atau per

##### b. Silinder kerja ganda

- Silinder bergerak maju menggunakan udara kompresi
- Silinder bergerak mundur menggunakan udara kompresi

### Design Sistem Pneumatic

2. Tekanan udara kompresi yang dikenakan pada silinder
3. Diameter silinder
4. Panjang langkah (*stroke length*)
5. Volume silinder

Untuk merancang suatu sistem pneumatik maka diperlukan beberapa hitungan dasar dari beberapa hukum dalam fisika seperti yang telah dipelajari sebelumnya.

### Design Sistem Pneumatic

#### Sebagai contoh:

Seorang karyawan suatu industri akan merancang sistem pneumatik yang dapat mengangkat suatu beban dengan berat  $m = 100$  Kg, udara kompresi  $P$  yang digunakan adalah sebesar 6 bar. Karyawan tersebut akan mengangkat beban setinggi 500 mm dengan sistem pneumatik yang dirancangnya. Dari data tersebut karyawan tersebut ingin mendapatkan:

1. Diameter silinder
2. Konsumsi udara kompresi
3. Flow rate udara kompresi
4. Katup yang sesuai

### Design Sistem Pneumatic

#### Solusi

Gaya gravitasi

$$F = m \times g \\ = 100 \text{ kg} \times 10 \text{ m/detik}^2 = 1000 \text{ N}$$

Tekanan udara kompresi

$$P = 6 \text{ bar} = 600.000 \text{ Pascal} = 600.000 \text{ N/m}^2$$

Friksi (gesekan):

$$R = \pm 10 \% \\ = 10 \% \times 1000 \text{ N} = 100 \text{ N}$$

Effective force:

$$F = P \times A - R \\ = P \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times d^2 - R \\ = P \times 0,786 \times d^2 - R$$

### Design Sistem Pneumatic

#### Sehingga:

$$d^2 = (F+R) / (P \times 0,786) \\ = (1000 \text{ N} + 100 \text{ N}) / (600.000 \text{ N/m}^2 \times 0,786) \\ = 0,00233 \text{ m}^2$$

$$d = \sqrt{0,00233 \text{ m}^2} = 0,048 \text{ m} = 48,3 \text{ mm}$$

Jadi diameter piston (silinder) yang akan digunakan adalah sebesar 48,3 mm. Diameter silinder hasil perhitungan tersebut harus disesuaikan dengan ukuran diameter standar yang ada di pasaran.

Standar ukuran diameter silinder adalah berasal dari:

1. ISO 6431 (International Standard Organization)
2. DIN ISO 6431 dan VDMA 24562 (Jerman)
3. NFE 49003.1 (Prancis)
4. UNI 10290 (Italia)

### Design Sistem Pneumatic

Ukuran-ukuran standar tersebut adalah:

Diameter 32 mm, 40 mm, 50 mm, 63 mm, 80 mm, 100 mm, 125 mm dll.

Sehingga hasil hitungan diatas dapat menggunakan diameter piston yang mendekati yaitu sebesar 50 mm.

### Design Sistem Pneumatic

#### Konsumsi Udara Kompresi

Dari contoh kasus di atas diketahui bahwa:

- Piston diameter ( $D$ ) = 50 mm
- Stroke Length ( $h$ ) = 500 mm
- Piston rod diameter ( $dr$ ) = 20 mm

Maka pada saat silinder bergerak maju:

$$\text{Volume} = P \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2 \times h \\ = 6 \times 0,786 \times (50 \text{ mm})^2 \times 500 \text{ mm} \\ = 5.892.857,143 \text{ mm}^3 \\ = 5,892857143 \text{ dm}^3 \\ = 5,9 \text{ liter}$$

### Design Sistem Pneumatic

Pada saat silinder bergerak mundur volume udara terkompresi yang dibutuhkan adalah

$$\text{Volume} = P \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (D^2 - dr^2) \times h \\ = 6 \times 0,786 \times ((50^2) - (20^2)) \times 500 \text{ mm} \\ = 6 \times 0,786 \times (2500 - 400) \times 500 \text{ mm} \\ = 4.949.999 \text{ mm}^3 \\ = 4,95 \text{ dm}^3 \\ = 4,95 \text{ liter}$$

### Design Sistem Pneumatic

Jadi konsumsi udara kompresi yang dibutuhkan silinder dengan diameter 50 mm stroke length = 500 mm, untuk bergerak satu kali maju-mundur adalah sebesar:

$$\text{Volume total} \\ (\text{konsumsi udara}) = \text{volume saat maju} + \text{volume saat mundur} \\ = 5,9 \text{ lt} + 4,95 \text{ lt} \\ = 10,85 \text{ liter}$$

Dengan konsumsi udara sebesar 10,85 liter setiap kali bergerak maju-mundur, maka kita dapat menghitung flow rate (kecepatan aliran) untuk piston tersebut.

### Design Sistem Pneumatic

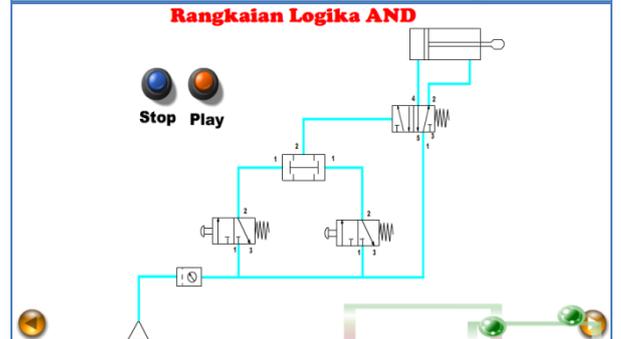
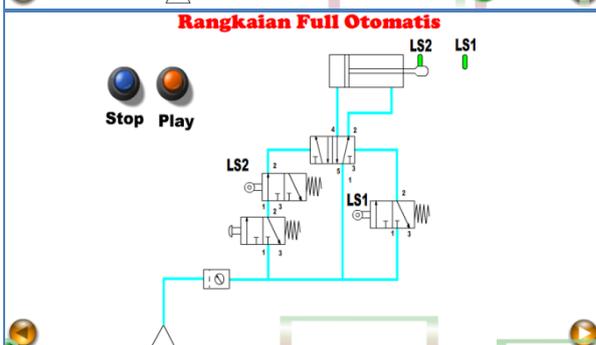
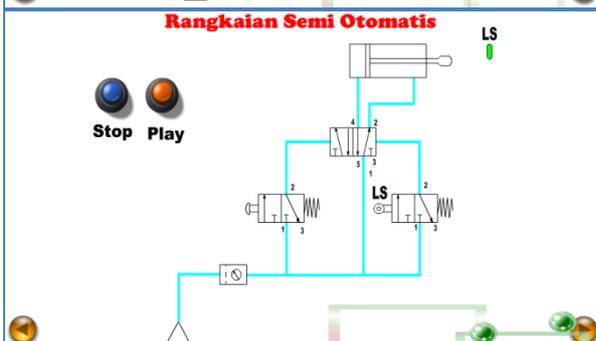
#### Misalnya:

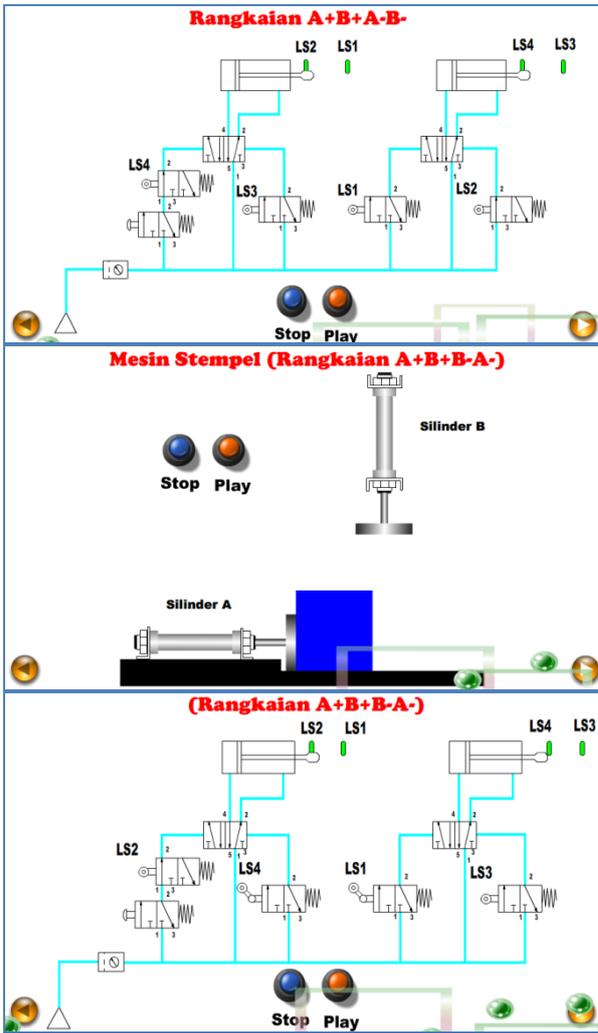
Piston di desain untuk bergerak sebanyak 60 kali permenit maka ukuran (besarnya) katup yang dibutuhkan adalah:

Diketahui:

- Piston diameter ( $D$ ) = 50 mm
- Stroke length ( $h$ ) = 500 mm
- Konsumsi udara = 10,85 liter
- Piston bergerak 60 kali per menit

Sehingga flow rate = 60 per menit  $\times$  10,85 lt = 651 liter/menit. Maka kita dapat memilih katup dengan flow rate sebesar 651 liter/menit atau yang mendekati. Karena piston adalah double acting silinder maka katup yang sesuai adalah katup 5/2 atau 4/2 atau 4/3 atau 5/3.





## Elektro-Pneumatik

### Elemen utama Elektro-pneumatik

Back

### Elemen utama Elektro-pneumatik

1. Sinyal Masukan Listrik (Electrical Signal Input)
2. Pengolah Sinyal Listrik
3. Elemen Akhir

Back

## Elektro-Pneumatik

### 1. Sinyal Masukan Listrik (Electrical Signal Input)

Back

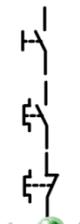
#### a. Tombol tekan, dioperasikan manual

Tombol ini akan aktif apabila kontak ditekan secara terus-menerus

Tombol tekan manual secara umum untuk kontak NO (General Push-button switch, NO)

Tombol tekan manual NO (Normally Open)

Tombol tekan manual NC (Normally Close)



Back

#### b. Sakelar Tekan Mengunci

Penguncian sakelar ini disebabkan kerja mekanik. Untuk mengembalikan ke posisi semula (posisi tidak aktif) maka sakelar harus ditekan kembali.

Sakelar NO (Normally Open) secara general

Sakelar NO (Normally Open)

Sakelar NC (Normally Close)



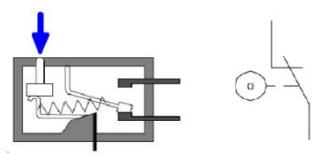
Back

## Elektro-Pneumatik

### 1. Sakelar Pembatas (Limit Switches)

Back

#### a. Mekanik Tipe Sentuh (Mechanical Limit Switches Contacting Type)



Gambar 38. konstruksi dan simbol sakelar pembatas mekanik

Back

#### b. Tipe Tidak Sentuh (Non-Contacting Proximity Limit Switch)

Sakelar pembatas tipe ini biasanya dipakai bila sakelar pembatas mekanik tidak dapat digunakan.

- a. Sakelar Pembatas Induktif  
Biasa dipakai untuk sensor penghitung benda kerja yang terbuat dari logam, pada suatu mesin atau ban berjalan.
- b. Sakelar Pembatas Kapasitif  
Sensor kapasitif ini mempunyai respons terhadap segala material, metal maupun non-metal. Tapi sensor ini terpengaruhi oleh adanya perubahan-perubahan yang diakibatkan keadaan sekelilingnya, misalnya dengan debu logam.
- c. Sakelar Pembatas Optik  
Sensor ini memberi respons pada semua benda kerja. Sinyal masukannya berupa sinar.

Back

## Elektro-Pneumatik

### 2. Pengolah Sinyal Listrik

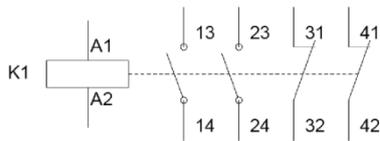
Back

#### a. Relay

Relay adalah komponen untuk penyambung saluran dan pengontrol sinyal, yang kebutuhan energinya relatif kecil.

Relay ini biasanya difungsikan dengan elektromagnet yang dihasilkan dari kumparan.

Back



Gambar 39. Simbol Relay

Penunjukkan angka pada relay mempunyai arti sebagai berikut:

Angka yang pertama menunjukkan contactor yang keberapa sedangkan angka yang kedua selalu bernomor 3/4 untuk relay NO dan 1/2 untuk relay yang NC.

Back



Gambar 40. Bentuk Fisik Relay

**Cara kerja relay:**

Apabila pada lilitan dialiri arus listrik maka arus listrik tadi akan mengalir melalui lilitan kawat dan akan timbul medan magnet yang mengakibatkan pelat yang ada di dekat kumparan akan tertarik ataupun terdorong sehingga saluran dapat tersambung ataupun terputus (tergantung apakah sambungannya NO atau NC).

Apabila tidak ada arus listrik maka pelat tadi akan kembali ke posisi semula karena ditarik dengan pegas.

Back

**Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Relay :**

**Keuntungan:**

- Mudah mengadaptasi bermacam-macam tegangan operasi
- Tidak mudah terganggu dengan adanya perubahan temperature disekitarnya, karena relay masih bisa bekerja pada temperature 233 K (-40° C) sampai 353 K (80° C)
- Mempunyai tahanan yang cukup tinggi pada kondisi tidak kontak
- Memungkinkan untuk menyambungkan beberapa saluran secara independent
- Adanya isolasi logam antara rangkaian kontrol dan rangkaian utama

Back

**Keuntungan dan kerugian penggunaan Relay :**

**Kerugian:**

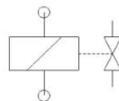
- Khususnya untuk NO, bila akan diaktifkan timbul percikan api
- Memerlukan tempat yang cukup besar
- Bila diaktifkan, berbunyi
- Kontaktor bisa terpengaruh dengan adanya debu
- Kecepatan menyambung atau memutus saluran terbatas.

Back

**b. Solenoid**

- Solenoid
  - Solenoid arus searah (DC)
  - Solenoid arus bolak balik (AC)

Solenoid yang sering digunakan pada Electro-pneumatik adalah Solenoid DC.



Gambar 41. Simbol Solenoid

Back

**Prinsip Kerja dari Solenoid**

Pada saat solenoid DC diaktifkan (switched on) maka arus listrik yang mengalir meningkat secara perlahan. Saat arus listrik mengalir ke dalam kumparan maka akan terjadi elektromagnet.

Apabila solenoid dipasifkan (switched off) maka medan magnet yang pernah terjadi akan hilang dan dapat mengakibatkan tegangan induksi yang besarnya bisa beberapa kali lipat dibandingkan dengan tegangan yang ada pada kumparan. Tegangan induksi ini dapat mengakibatkan rusaknya isolasi pada gulungan koil, selanjutnya bila hal ini terjadi terus akan terjadi percikan api. Untuk mengatasi hal ini maka harus dibuat rangkaian yang meredam percikan api, yaitu dengan memasang tahanan yang dihubungkan secara paralel dengan induktansi.

Back

**Keuntungan dan Kerugian Solenoid DC**

**Keuntungan Solenoid DC:**

- Mudah pengoperasiannya
- Usianya lama
- Bunyi yang dihasilkan lemah
- Tenaga untuk mengoperasikan kecil

**Kerugian Solenoid DC:**

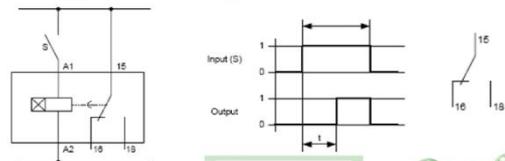
- Perlu peredam percikan api
- Terjadi tegangan tinggi saat pemutusan arus
- Waktu sambung lama
- Perlu adaptor bila yang dipakai tegangan AC
- Bagian yang kontak cepat aus

Back

**c. Relay Tunda Waktu**

Ada dua jenis relay tunda waktu, yaitu relay tunda waktu hidup (time delay switch on) dan relay tunda waktu mati (time delay switch off).

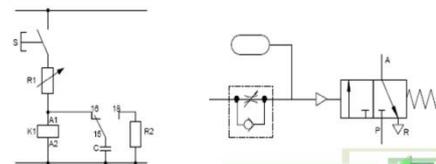
**1. Time Delay Switch On Relay**



Back

Bila sakelar S diaktifkan maka relay tunda waktu mulai bekerja. Ketika waktu yang ditentukan tercapai maka terminal 18 akan tersambungkan. Sinyal output (keluaran) akan ada selama sinyal input ada.

Elemen tunda waktu digambarkan pada kotak yang dibatasi dengan garis strip.



Back

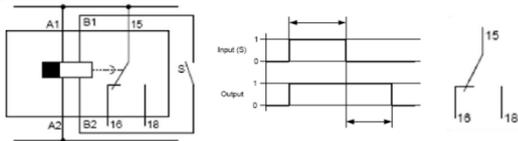
**Prinsip Kerja Tunda Waktu**

Bila sakelar S diaktifkan maka arus listrik akan mengalir melalui tahanan R1, yang besarnya bisa diatur. Arus ini tidak mengalir ke relay K1 melainkan akan mengalir ke terminal K1 NC, yang selanjutnya arus listrik mengalir ke kapasitor C dan menampungnya di sana. Bila kapasitor C tidak bisa menampung arus listrik lagi (tegangan yang diijinkan telah tercapai) maka arus listrik akan mengalir ke relay K1. Lamanya mengisi kapasitor ini tergantung pada besarnya R1.

Selanjutnya bila relay K1 sudah aktif maka terminal 18 akan tersambung dengan terminal 15. Di sini bisa kita bandingkan dengan katup tunda waktu hidup pada rangkaian pneumatik.

Back

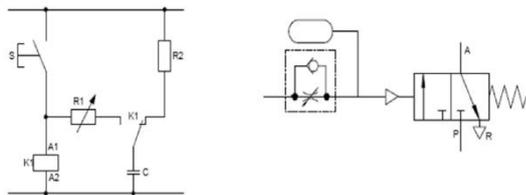
**2. Time Delay Switch Off Relay**



Bila sakelar S diaktifkan maka relay tunda waktu mulai bekerja. Sinyal output akan ada selama sinyal input ada. Tapi bila sinyal input diputus maka sinyal output tidak akan langsung hilang, melainkan tetap ada sampai batas waktu yang telah ditentukan.

Back

Elemen tunda waktu digambarkan pada kotak yang dibatasi dengan garis strip



Back

**Prinsip Kerja Tunda Waktu**

Bila sakelar S diaktifkan maka arus listrik akan mengalir ke relay K1 dan relay K1 langsung bekerja. Sebelum relay K1 diaktifkan, arus listrik mengalir ke kapasitor C melalui tahanan R2 dan menampungnya sampai kapasitor mencapai tegangan yang diijinkan. Dengan diaktifkannya relay K1 maka switch K1 aktif sehingga arus listrik yang tertampung di kapasitor C akan mengalir melalui R1 bila sakelar S dinon-aktifkan.

Lamanya mengosongkan kapasitor C tergantung pada besaran R1. Bila tegangan di C sudah tidak ada maka terminal 16 akan tersambung lagi dengan terminal 15. Di sini bisa kita bandingkan dengan katup tunda waktu mati pada rangkaian pneumatik.

Back

**Elektro-Pneumatik**

**3. Elemen Akhir**

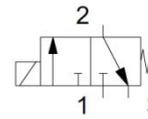
**Elemen Akhir**

Diperlukan sistem yang menggabungkan sinyal kontrol dan sinyal kerja (pneumatic) ini biasanya terdiri dari katup yang diaktuasikan dengan solenoid. Maksudnya adalah untuk menyalurkan sinyal kerja mempergunakan katup-katup pneumatik, sedangkan yang mengatur membuka atau menutup tersebut adalah arus listrik yang dialirkan ke kumparan kawat (solenoid).

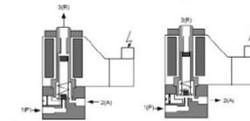
Back

**Katup 3/2 diaktuasikan dengan sinyal listrik, kembali dengan pegas**

**a. Normally Closed 3/2**



Gambar 42. Simbol Normally Closed 3/2



Gambar 43. Kontruksi Normally Closed 3/2

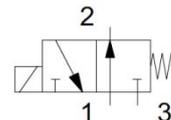
Back

**Prinsip Kerja**

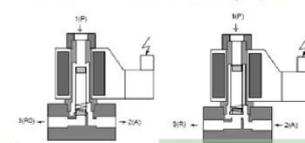
Katup 3/2 NC bekerja bila arus listrik dialirkan ke solenoid sehingga terbentuk elektromagnet yang mengakibatkan bergesernya armature dan selanjutnya udara dialirkan dari saluran masuk 1(P) ke saluran keluar 2(A). Sedangkan saluran 3(R) tertutup. Sebaliknya bila arus listrik diputuskan maka elektromagnet yang terbentuk pada solenoid menghilang dan berakibat saluran 1(P) tertutup sedangkan udara yang berada di saluran 2(A) akan dibuang melalui saluran buang 3(R).

Back

**b. Normally Open 3/2**



Gambar 44. Simbol Normally Open 3/2



Gambar 45. Kontruksi Normally Open 3/2

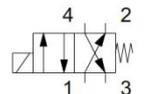
Back

**Prinsip Kerja**

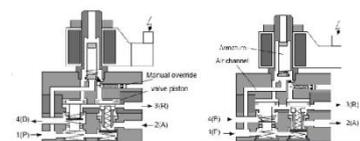
Katup ini kebalikan dari katup 3/2 NC. Jadi bila arus listrik tidak ada maka saluran 1(P) mengalirkan udara ke saluran 2(A) dan saluran 3(R) tertutup. Tapi bila solenoid dialiri arus listrik, saluran 1(P) tertutup dan udara dari 2(A) dialirkan langsung ke 3(R).

Back

**Katup 4/2 diaktuasikan sinyal listrik dan kontrol pneumatik, kembali dengan pegas**



Gambar 46. Simbol Katup 4/2



Gambar 47. Kontruksi Katup 4/2

Back

**Prinsip Kerja**

Katup 4/2 pada prinsipnya terdiri dari 2 buah katup 3/2. Biasanya digunakan untuk mengaktivasikan silinder kerja ganda. Sinyal listrik digunakan seperti pada katup 3/2, berfungsi sebagai pembuka sumbat sedangkan yang mengatur katup piston adalah sinyal kontrol pneumatik.

Pada posisi diaktivasikan saluran 1(P) dan saluran 4(A) tersambung sedangkan saluran 2(B) dengan saluran 3(R). Apabila sinyal listrik diputuskan maka katup piston didorong kembali ke posisi semula sehingga saluran 1(P) tersambung dengan 2(B) dan saluran 4(A) dengan 3(R).

**Beberapa sistem aktuasi untuk Elektro-Pneumatik**

**Beberapa sistem aktuasi untuk elektro-pneumatik**

- **Elektrik Circuit**  
Sebuah rangkaian yang menggunakan komponen-komponen relay mekanis dan tombola tau switch yang mempunyai kontak poin-kontak poin biasa disebut dengan NO (Normally Open) dan NC (Normally Close).
- **Elektronik Circuit**
  - Digital:  
Komputer, PLC (programmable Logic Controller), DCS (Distributed Controlled System), SCADA, Mikrokontroler dll.
  - Analog:  
Beberapa control dengan IC Analog contohnya rangkaian OPAMP dll.

(Dodi, Indra, 1998)

**Gerbang Logika NOT**

Input		Output
Tombol1	Sylinder	
0	1	
1	0	

Stop Play

**Gerbang Logika NOT Menggunakan Electro-Pneumatic**

24 VDC

0 VDC

Stop Play

**Gerbang Logika AND**

Input		Output
Tombol1	Tombol2	Sylinder
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Stop Play

**Rangkaian Gerbang Logika AND**

24 VDC

0 VDC

Stop Play

**Gerbang Logika OR**

Input		Output
Tombol1	Tombol2	Sylinder
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Stop Play

**Rangkaian Gerbang Logika OR**

24 VDC

0 VDC

Stop Play

**Gerbang Logika NAND**

Input		Output
Tombol1	Tombol2	Sylinder
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Stop Play

**Rangkaian Gerbang Logika NAND**

24 VDC

0 VDC

Stop Play

**Gerbang Logika NOR**

Input		Output
Tombol1	Tombol2	Sylinder
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Stop Play

**Rangkaian Gerbang Logika NOR**

24 VDC

0 VDC

Stop Play

**Gerbang Logika Ex-OR**

Input		Output
Tombol 1	Tombol 2	Solenoid
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Stop Play

**Rangkaian Gerbang Logika Ex-OR**

24 VDC

0 VDC

Stop Play

**Gerbang Logika Ex-NOR**

Input		Output
Tombol 1	Tombol 2	Solenoid
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Stop Play

**Rangkaian Gerbang Logika Ex-NOR**

24 VDC

0 VDC

Stop Play

**Rangkaian A+B+A-B-**

Stop Play

Silinder A

Silinder B

**Rangkaian A+B+A-B-**

24 VDC

0 VDC

Stop Play

**Rangkaian A+B+B-A-**

Stop Play

Silinder A

Silinder B

**Rangkaian A+B+B-A-**

24 VDC

0 VDC

Stop Play

Home Profil Materi Exit

**Evaluasi**

**Pertanyaan ke-2**

Katup control arah digambarkan dengan jumlah lubang dan jumlah kotak. Jumlah kotak menunjukkan...

- Saluran-saluran udara
- Jenis katub
- Jumlah posisi
- Bingkai
- Pembatas

Home Profil Materi Exit

**Evaluasi**

**Pertanyaan ke-6**

Pada katup 5/2, arti angka 2 menunjukkan...

- Mempunyai 2 posisi
- Mempunyai 2 lubang
- Mempunyai 2 pensaklaran
- Mempunyai 2 output
- Mempunyai 2 jenis (NO dan NC)

Home Profil Materi Exit

**Evaluasi**

**Pertanyaan ke-3**

Katup 3/2 belum diaktifkan (belum diaktuasi), pada lubang keluaran tidak ada aliran udara bertekanan yang keluar. Hal ini merupakan prinsip kerja dari katup...

- Katup 3/2 NO
- Katup 3/2 NC
- Katup 3/2 NO dan NC
- Katup 3/2 OS
- Katup 3/2 OC

Home Profil Materi Exit

**Evaluasi**

**Pertanyaan ke-7**

Apakah arti angka kedua 3-4 pada nomor kontak relay 13-14?

- Nomor kontak NO
- Nomor kontak NC
- Nomor kontak CO
- Nomor kontak CN
- Nomor kontak ON

Home Profil Materi Exit

**Evaluasi**

**Pertanyaan ke-4**

Komponen yang memiliki output/keluaran 1 ketika waktu yang ditentukan telah tercapai disebut...

- Saklar dan tombol
- Kontaktor
- Selenoid
- Time Delay Switch Off Relay
- Time Delay Switch On Relay

Home Profil Materi Exit

**Evaluasi**

**Pertanyaan ke-8**

Yang tidak termasuk karakter umum dari silinder pneumatik adalah...

- Diameter
- Panjang langkah
- Gaya
- Jumlah piston
- Kecepatan Piston

Home Profil Materi Exit

**Evaluasi**

**Pertanyaan ke-5**

Lubang keluaran menurut sistem penomoran DIN ISO 5599 adalah ditunjukkan dengan angka...

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Home Profil Materi Exit

**Evaluasi**

**Pertanyaan ke-10**

Dua buah tombol S1 dan S2 melayani sebuah lampu H. Lampu H hanya akan menyala jika kedua tombol ditekan atau kedua tombol tidak ditekan. Prinsip ini menggunakan logika

- AND
- NOT
- OR
- EXOR
- EXNOR

**Evaluasi**

**Pertanyaan ke-1**

Keuntungan dari silinder kerja ganda adalah...

- Mudah memrogramnya
- Konstruksinya lebih sederhana
- Dapat dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya
- Gerakan batang pistonnya lebih kuat
- Harganya lebih murah

**Evaluasi**

**Pertanyaan ke-9**

Katup tunda waktu adalah kombinasi atau gabungan dari...

- Katup 3/2, katup kontrol aliran satu arah, dan tangki udara
- Katup 2/2, throttle valve, dan tangki udara
- Katup 3/2, katup kontrol aliran satu arah, dan throttle valve
- Katup 4/2, throttle valve, dan tangki udara
- Katup 3/2, dan tangki udara

**Kunci jawaban soal evaluasi :**

- c. Dapat dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya
- c. Jumlah posisi
- b. Katup 3/2 NC
- e. Time Delay Switch On Relay
- c. 3
- a. Mempunyai 2 posisi
- a. Nomor kontak NO
- d. Jumlah piston
- a. Katup 3/2, katup kontrol aliran satu arah, dan tangki udara
- e. EX-NOR



**Lampiran 7**  
**Action Scrip**

**Halaman awal**

```
fscommand("fullscreen",true);
fscommand("allowscale", false);
```

**Tombol Masuk**

```
on (release) {
    gotoAndPlay(38);
}
```

**Tombol Home**

```
on (release)
{
    stopAllSounds();
    if (_root.link != 1)
    {
        _root.link = 1;
        _root.play();
    }// end if
}
```

**Untuk mengarahkan link**

```
label = "a" + _root.link;
gotoAndPlay(label);
```

**Tombol Profil**

```
on (release)
{
    stopAllSounds();
    if (_root.link != 2)
    {
        _root.link = 2;
        _root.play();
    }// end if
}
```

**Untuk mengarahkan link**

```
label = "a" + _root.link;
gotoAndPlay(label);
```

**Tombol Materi**

```
on (release)
{
    stopAllSounds();
    if (_root.link != 3)
    {
        _root.link = 3;
        _root.play();
    }// end if
}
```

**Untuk mengarahkan link**

```
label = "a" + _root.link;
gotoAndPlay(label);
```

**Tombol Exit**

```

on (release)
{
stopAllSounds();
if (_root.link != 19)
{
    _root.link = 19;
    _root.play();
} // end if
}

```

**Untuk mengarahkan link**

```

label = "a" + _root.link;
gotoAndPlay(label);

```

**Home**

```

fscommand("allowscale", false); //mencegah tampilan membesar jika window diperbesar atau fullscreen

```

```

//fungsi saat mouse mengklik tombol:

```

```

mc_home.pindah = "pengantar";
sedangDiKlik = function (tujuan) {
    if (tujuan != mc_home.pindah)
    {
        mc_home.pindah = tujuan;
        mc_home.play();
    }
};

```

```

//untuk tombol pengantar:

```

```

btn_pengantar.onRelease = function() {
    sedangDiKlik("pengantar");
};

```

```

//untuk tombol info program:

```

```

btn_petunjuk1.onRelease = function() {
    sedangDiKlik("petunjuk1");
};

```

```

//untuk tombol skema materi:

```

```

btn_petunjuk2.onRelease = function() {
    sedangDiKlik("petunjuk2");
};

```

**Untuk menunjuk tampilan intro home**

```

_root.mc_isihome.gotoAndStop(pindah)

```

**Profil**

```

fsccommand("allowscale", false);

//fungsi saat mouse mengklik tombol:
mc_profil.pindah = "pembuat";
sedangDiKlik = function (tujuan) {
    if (tujuan != mc_profil.pindah)
    {
        mc_profil.pindah = tujuan;
        mc_profil.play();
    }
};

```

```

//untuk tombol pembuat:
btn_pembuat.onRelease = function() {
    sedangDiKlik("pembuat");
};

```

```

//untuk tombol pembimbing:
btn_pembimbing.onRelease = function() {
    sedangDiKlik("pembimbing");
};

```

#### **Untuk menunjuk tampilan intro profil**

```
_root.mc_isi.gotoAndStop(pindah)
```

#### **Komponen full-pneumatic**

##### **Frame1**

```

pertengahan = 378.1;
posisiX = gambarkecil._x;
batasKiri = -155.4;
batasKanan = -1374.7;

```

##### **Frame2**

```

gambarkecil._x = posisiX;
if (_root._xmouse>30.8 && _root._xmouse<715.3 && _root._ymouse>370.1 &&
_root._ymouse<420.6) {
    kecepatanScroll = (_root._xmouse-pertengahan)/5;
    posisiX = Math.round(posisiX - kecepatanScroll);
}
if (posisiX > batasKiri){
    posisiX = batasKiri;
}
if (posisiX < batasKanan){
    posisiX = batasKanan;
}

if (posisiX > -1374.7){
    panahkanan_mc._visible = true;
} else {

```

```

        panahkanan_mc._visible = false;
    }

```

```

if (posisiX < -155.4){
    panahkiri_mc._visible = true;
} else {
    panahkiri_mc._visible = false;
}

```

### **Frame3**

```
gotoAndPlay(2);
```

### **Komponen electro-pneumatic**

#### **Frame1**

```

pertengahan = 375.6;
posisiX = gambarcilik._x;
batasKiri = -174.3;
batasKanan = -1390.4;

```

#### **Frame2**

```

gambarcilik._x = posisiX;
if (_root._xmouse>12.3 && _root._xmouse<740.3 && _root._ymouse>364.0 &&
_root._ymouse<424.0) {
    kecepatanScroll = (_root._xmouse-pertengahan)/5;
    posisiX = Math.round(posisiX - kecepatanScroll);
}
if (posisiX > batasKiri){
    posisiX = batasKiri;
}
if (posisiX < batasKanan){
    posisiX = batasKanan;
}

```

```

if (posisiX > -1390.4){
    panahkanan_mc._visible = true;
} else {
    panahkanan_mc._visible = false;
}

```

```

if (posisiX < -174.3){
    panahkiri_mc._visible = true;
} else {
    panahkiri_mc._visible = false;
}

```

### **Frame3**

```
gotoAndPlay(2);
```

### **Evaluasi**

```
stop();
```

```

alert_mc._visible = false;
alert2_mc._visible = false;
blmnama_mc._visible = false;

start_btn.onRelease = function() {
    if (nama_txt.text){
        startQuiz();
    } else {
        blmnama_mc._visible = true;
    }
};

function startQuiz() {
    nama = nama_txt.text;
    score = 0;
    getPertanyaan();
    setButtonPil();
}

function setButtonPil() {
    a_btn.onRelease = function() {
        cekJawaban("a");
    };
    b_btn.onRelease = function() {
        cekJawaban("b");
    };
    c_btn.onRelease = function() {
        cekJawaban("c");
    };
    d_btn.onRelease = function() {
        cekJawaban("d");
    };
    e_btn.onRelease = function() {
        cekJawaban("e");
    };
}

function getPertanyaan() {
    qvar_lv = new LoadVars();
    qvar_lv.load("pertanyaan.txt");
    qvar_lv.onLoad = function(success) {
        if (success) {
            setPertanyaan(1);
        } else {
            trace("fail");
        }
    };
    gotoAndStop("quiz");
}

function setPertanyaan(i) {

```

```

nextQst = i+1;
if (qvar_lv["pertanyaan"+i] != undefined) {
    title_txt.text = "Pertanyaan ke-"+i;
    p_txt.text = qvar_lv["pertanyaan"+i];
    ja_txt.text = qvar_lv["a"+i];
    jb_txt.text = qvar_lv["b"+i];
    jc_txt.text = qvar_lv["c"+i];
    jd_txt.text = qvar_lv["d"+i];
    je_txt.text = qvar_lv["e"+i];
    jawaban = qvar_lv["benar"+i];
} else {
    endQuiz();
}
}
function cekJawaban(val) {
    if (val != jawaban) {
        alert_mc._visible = true;
        alert_mc.alert_txt.text = "Jawaban anda salah, nilai anda bertambah 0 points";
        score = score+0;
    } else {
        alert2_mc._visible = true;
        alert2_mc.alert2_txt.text = "Jawaban anda benar, nilai anda bertambah 10 points";
        score = score+10;
    }
    trace(score);
}
function endQuiz() {
    gotoAndStop("finish");
    score_txt.text = score+" points";
    komen_txt.text = nama+", nilai anda adalah:";
}

alert_mc.ok_btn.onRelease = function() {
    setPertanyaan(nextQst);
    this._parent._visible = false;
};

alert2_mc.ok_btn.onRelease = function() {
    setPertanyaan(nextQst);
    this._parent._visible = false;
};
};
};

Tombol Next
on (release) {
    nextFrame();
}

```

**Tombol Prev**

```
on (release) {  
    prevFrame();  
}
```

**Tombol menuju Frame tertentu**

```
on (release)  
{  
    gotoAndPlay(frame yang ingin dituju);  
}
```

**Tombol Exit → Ya**

```
on (release) {  
    gotoAndPlay(513);  
}
```

**Frame 527**

```
fsccommand("quit",true);
```

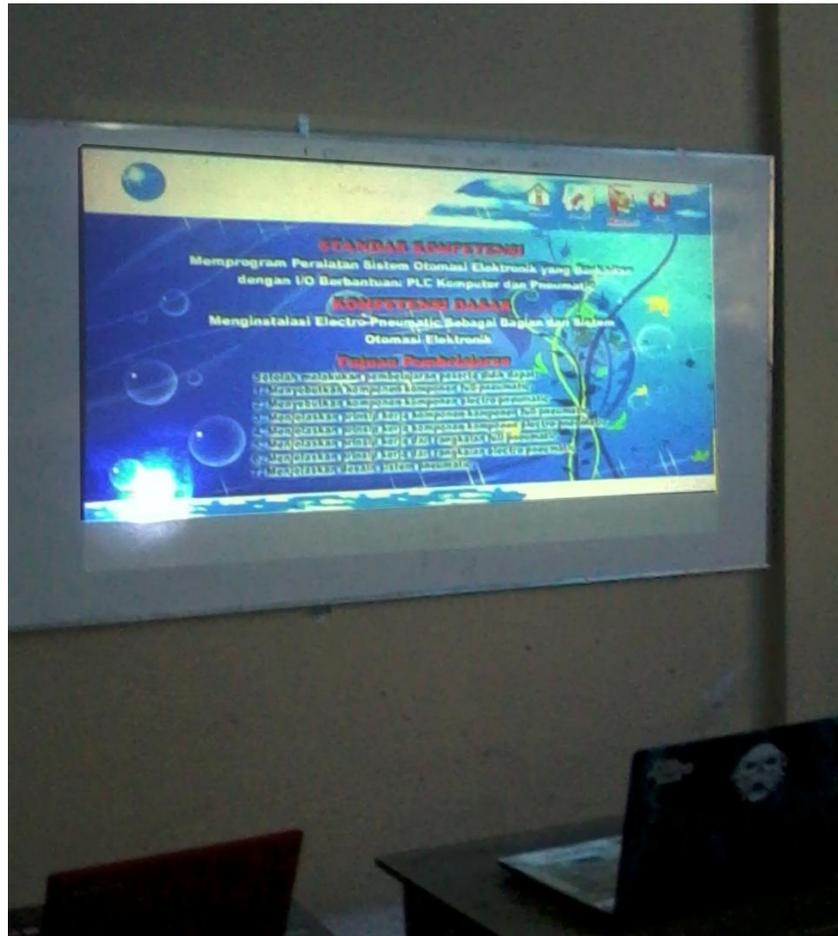
**Tombol Exit → No**

```
on (release)  
{  
    gotoAndPlay(93);  
}
```

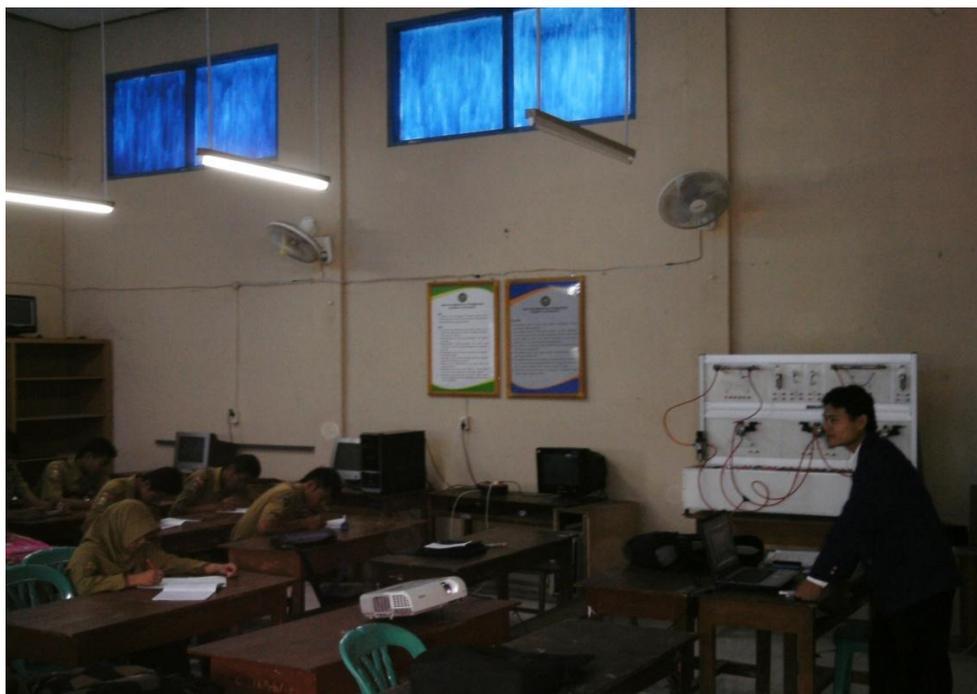


**Lampiran 8**  
**foto Dokumentasi Penelitian**

The image features a large, semi-transparent yellow watermark of the Universitas Negeri Yogyakarta logo in the background. The logo is circular with a scalloped edge and contains a central emblem of a book and a quill pen. The text 'UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA' is written around the perimeter of the logo.



Gambar 50. Foto Halaman Utama Media Pembelajaran



Gambar 51. Foto Kegiatan Pembelajaran



Gambar 52. Penjelasan Kontruksi Katup 5/2



Gambar 53. Foto Kondisi Siswa