



**MEDIA PEMBELAJARAN SENSOR DAN TRANSDUSER PADA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS
NEGERI SEMARANG**

SKRIPSI

sajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

PERPUSTAKAAN
oleh
UNNES

Huda Widiyantoro

5301408080

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2013

PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal : 21 Maret 2013

Panitia,

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Survono, M.T.
NIP. 195503161985031001

Drs. Agus Survanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

Penguji,

Drs. Slamet Seno Adi, M.Pd, M.T
NIP. 195812181985031004

Penguji/pembimbing I,

Penguji/Pembimbing II,

Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T
NIP. 195510051984031001

Drs. Y. Primadiyono, M.T.
NIP. 196209021987031002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNNES

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini, dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah dan telah disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Mei 2013

Penulis,

Huda Widiyantoro

NIM. 5301408080



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- Kesuksesan besar adalah bagi orang yang percaya kepada Allah yang Maha Besar.
- Keyakinan adalah asas kekuatanku, ilmu pengetahuan adalah senjataku, kesabaran adalah jubah dan kebajikanku.
- Tidak ada kekayaan yang melebihi akal, dan tidak ada kemelaratan yang melebihi kebodohan.

Persembahan:

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, kupersembahkan skripsi ini untuk:

- Bapak dan Ibu tercinta, dengan kasih sayang yang tak pernah habis dan selalu mendoakanku
- Semua orang yang kusayangi dan menyayangiku
- Teman-teman seperjuangan PTE angkatan 2008
- Teman-teman satu kos 234

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “**Media Pembelajaran Sensor dan Transduser pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang**” dapat terselesaikan dengan baik.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

Atas bantuan semua pihak, penulis menyampaikan penghargaan dan mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T. dan Drs. Yohanes Primadiyono, M.T sebagai dosen pembimbing I dan II..
2. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd., Dekan Fakultas Teknik UNNES.
3. Drs. Suryono, M.T., Ketua Jurusan Teknik Elektro FT UNNES.
4. Drs. Agus Suryanto, M.T, Ka. Prodi Pendidikan Teknik Elektro FT UNNES.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro FT UNNES.
6. Ayah, ibu, dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan dan do,a.

Akhirnya dengan terselaikannya penyusunan skripsi ini, berharap skripsi ini dapat bermanfaat.

Semarang, Mei 2012

Penulis

ABSTRAK

Widiyantoro, Huda. 2013. *Media Pembelajaran Sensor dan Transduser pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.* Skripsi Pendidikan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T. dan Drs. Y. Primadiyono, M.T.

Kata Kunci : media pembelajaran, sensor dan transduser, Universitas Negeri Semarang

Media pembelajaran merupakan alat yang dapat dijadikan jembatan untuk menghubungkan dunia nyata dan menghadirkannya dihadapan siswa, sehingga pembelajaran yang menggunakan media pembelajaran dapat mempengaruhi terhadap efektivitas pembelajaran dan hasil belajar siswa. Dengan memanfaatkan *software Macromedia Flash 8 Profesional* akan dapat membuat suatu media pembelajaran yang menarik dan interaktif, sehingga materi-materi dalam mata kuliah Sensor dan Transduser seperti jenis-jenis sensor dapat dengan mudah dipahami oleh mahasiswa, karena ditampilkan dalam bentuk gambar animasi atau suatu simulasi yang atraktif. Permasalahannya adalah bagaimanakah mewujudkan suatu program media pembelajaran Sensor dan Transduser yang menarik dan interaktif. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat kelayakan program media pembelajaran mata kuliah Sensor dan Transduser sebagai media pembelajaran yang menarik dan interaktif.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode angket kepada 1 orang dosen ahli media, 2 orang dosen ahli materi, dan 25 orang mahasiswa yang dijadikan sebagai responden atau objek penelitian. Metode analisis data yang digunakan adalah metode analisis statistik deskriptif.

Hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, program Media Pembelajaran Interaktif Sensor dan Transduser dikategorikan sebagai media yang layak digunakan untuk media pembelajaran dalam perkuliahan, karena mendapatkan penilaian dari mahasiswa dan dosen. Dari mahasiswa mendapatkan penilaian sebanyak 79,39% dengan pembagian penilaian variabel interaktif (80,96%) dan penilaian variabel menarik (77,82%), serta diperkuat dengan pendapat dari 3 dosen.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, disimpulkan bahwa Perencanaan media pembelajaran diwujudkan dengan silabus, menentukan materi, merencanakan desain program, pembuatan program, perbaikan program, dan validasi program. Berdasar penelitian terhadap mahasiswa media pembelajaran memenuhi kriteria interaktif dan menarik karena pada aspek interaktif mendapatkan prosentase 80.96% dan aspek menarik 77,82%. Tetapi menurut ahli media masih ada beberapa kekurangan seperti pada tampilan gambar, dan suara narasi

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL.....	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Pembatasan Masalah.....	2
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian	3
F. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Media Pembelajaran	5
1. Pengertian Media Pembelajaran.....	5
2. Pemilihan Media Pembelajaran.....	6
3. Media Berbasis Komputer	7
4. Media Pembelajaran yang Interaktif dan Mearik	8
5. Indikator Program Media Pembelajara	9
B. Prosedur Kerja.....	12
1. Perencanaan Program Media Interaktif	12
2. Membuat atau Memproduksi Program Media Interaktif.....	12
3. Validasi Program atau <i>Review</i>	13

4. Uji Coba Program.....	13
5. Evaluasi.....	13
C. Sensor dan Transduser	14
1. Persyaratan Sensor dan Transduser	14
2. Klasifikasi Sensor dan Transduser	16
a. Sensor Thermal	16
b. Sensor Mekanis.....	30
c. Sensor Optik.....	57
D. Kerangka Berfikir.....	71
BAB III METODE PENELITIAN	73
A. Karakteristik Penelitian.....	73
1. Populasi.....	73
2. Sampel.....	73
B. Subjek dan Tempat Penelitian.....	74
C. Metode Pengumpulan Data	74
D. Metode Analisis Data	77
1. Langkah-langkah Analisis Data	77
2. Mencari Skor Rata-rata (Mean).....	79
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	80
A. Hasil Penelitian	80
B. Pembahasan.....	87
BAB V PENUTUP	90
A. Simpulan	90
B. Saran	90
DAFTAR PUSTAKA.....	92
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	93

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Keluaran dari transduser panas	14
Gambar 2.2 <i>Temperatur berubah secara kontinyu</i>	15
Gambar 2.3 <i>Kontruksi Bimetal</i>	17
Gambar 2.4 <i>Konfigurasi Thermistor</i>	19
Gambar 2.5 <i>Konstruksi RTD</i>	22
Gambar 2.6 <i>Konstruksi Pengukuran dengan Termokopel</i>	24
Gambar 2.7 <i>Grafik tegangan terhadap suhu pada thermokopel</i>	25
Gambar 2.8 <i>Dioda diberi bias maju</i>	27
Gambar 2.9 <i>Grafik tegangan cut-in Germanium dan Silikon</i>	28
Gambar 2.10 <i>Grafik pengaruh temperatur pada kurva bias maju</i>	29
Gambar 2.11 <i>Bentuk phisik strain gage</i>	31
Gambar 2.12 <i>Sensor induktif</i>	34
Gambar 2.13 <i>Elemen reluktansi variabel</i>	35
Gambar 2.14 <i>Elemen reluktansi variabel</i>	35
Gambar 2.15 <i>Sensor posisi kapasitif</i>	37
Gambar 2.16 <i>Potensiometer</i>	38
Gambar 2.17 <i>Kontruksi Tacho Generator DC</i>	41
Gambar 2.18 <i>Kontruksi Tacho Generator AC</i>	41
Gambar 2.19 <i>LVDT sebagai sensor posisi</i>	43
Gambar 2.20 <i>Transduser Piezoelektrik</i>	44
Gambar 2.21 <i>Hukum Kontiunitas</i>	46
Gambar 2.22 <i>Pipa Pitot</i>	48
Gambar 2.23 <i>Pipa Venturi</i>	49
Gambar 2.24 <i>Kontruksi Anemometer Kawat Panas</i>	50
Gambar 2.25 <i>Flowmeter Rambatan Panas</i>	51
Gambar 2.26 <i>Sensor Aliran Fluida Menggunakan Ultrasonic</i>	52
Gambar 2.27 <i>Sensor Level Menggunakan Pelampung</i>	53
Gambar 2.28 <i>Teknik Penyensoran Level Cairan Cara Ultrasonik</i>	54
Gambar 2.29 <i>Sensor Level menggunakan Sinar Laser</i>	55

Gambar 2.30	<i>Sensor Level menggunakan Prisma</i>	56
Gambar 2.31	<i>Sensor Level menggunakan Serat Optik</i>	57
Gambar 2.32	<i>Konstruksi Dioda Foto</i>	57
Gambar 2.33	<i>Pembangkitan tegangan pada Foto volatik</i>	60
Gambar 2.34	<i>Karakteristik LED Sumber</i>	64
Gambar 2.35	<i>Konstruksi Liquid Crystal Display (LCD)</i>	65
Gambar 2.36	<i>Instalasi Pyroelektrik</i>	68
Gambar 2.37	<i>Konstruksi dan Karakteristik Fotosel</i>	69
Gambar 2.38	<i>photo transistor</i>	70
Gambar 2.39	<i>rangkaian ligt switch</i>	71
Gambar 2.40	<i>skema prosedur kerja</i>	72
Gambar 4.1	Grafik hasil angket mahasiswa pada variabel interaktif.....	84
Gambar 4.2	Grafik hasil angket mahasiswa pada variabel menarik	86
Gambar 4.3	Grafik hasil tanggapan mahasiswa terhadap media pembelajaran	87



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat-sifat mekanik beberapa bahan termal.....	18
Tabel 2.2 Sifat-sifat mekanik beberapa bahan termal.....	23
Tabel 3.1 Jenjang kategori skala sikap.....	76
Tabel 3.2 Interval pengkategorian skor kriteria kualitatif.....	79
Tabel 4.1 Hasil angket ahli media pada variabel interaktif.....	80
Tabel 4.2 Hasil angket ahli media pada variabel menarik	81
Tabel 4.3 Hasil angket ahli materi pada aspek pendidikan/materi.....	83
Tabel 4.4 Hasil angket mahasiswa pada variabel interaktif.....	84
Tabel 4.5 Hasil angket mahasiswa pada variabel menarik	85
Tabel 4.6 Hasil angket mahasiswa pada media.....	87



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tampilan Hasil Media Pembelajaran Interaktif.....	95
Lampiran 2 Peta Materi Sensor dan Transduser.....	100
Lampiran 3 GBPIM	101
Lampiran 4 Flowchart Naskah (<i>Storyboard</i>) Media Pembelajaran Interaktif	105
Lampiran 5 Story Board.....	106
Lampiran 6 Angket/Instrument Penelitian Mahasiswa.....	110
Lampiran 7 Angket/Instrument Penelitian Dosen Ahli Media.....	114
Lampiran 8 Angket Instrument Penelitian Dosen Ahli Materi	118
Lampiran 9 Daftar Nama Responden	121
Lampiran 10 Analisis Angket Penelitian Mahasiswa.....	122
Lampiran 11 Analisis Angket Penelitian Dosen	124



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam dunia pendidikan suatu metode pembelajaran dapat dihadirkan dengan menggunakan alat peraga pembelajaran atau sering dikenal dengan media pembelajaran. Salah satu metode pembelajaran yang sekarang ini dapat dikembangkan adalah dengan memanfaatkan teknologi komputer sebagai media pembelajaran.

Salah satu media yang akan dijadikan pembelajaran interaktif adalah pada mata kuliah Sensor dan Transduser. Materi ini merupakan salah satu mata kuliah yang terdapat pada Jurusan Teknik Elektro. Survey awal yang telah dilaksanakan pada mata kuliah Sensor dan Transduser sudah menggunakan media pembelajaran berupa power point, tetapi dalam media pembelajaran ini kurang adanya simulasi atau animasi-animasi untuk memberi gambaran kepada mahasiswa bagaimana sistem kerjanya. Sehingga mahasiswa kurang begitu jelas tentang prinsip kerja sensor dan transduser. Sehingga media pembelajaran ini diharapkan akan sangat mendukung kompetensi bagi para siswa jurusan ini, disamping itu Media pembelajaran ini akan menjadi jembatan yang sangat baik untuk memahami konsep dasar Sensor dan transduser.

Konsep dari media pembelajaran interaktif ini adalah bagaimana membuat mahasiswa merasa nyaman tertarik dalam belajar, sehingga siswa

dapat belajar dengan baik. Untuk itu diperlukan suatu desain program yang menarik dan penjelasan yang lengkap dari media yang ada. Beberapa penjelasan dari media akan diikuti dengan simulasi Sistem Jaringan Listrik serta soal-soal latihan. Program ini diimplementasikan dengan sistem operasi *windows 7*, *macromedia flash 8*, dan didistribusikan dalam bentuk CD.

Berdasarkan alasan tersebut diadakan penelitian dengan judul “MEDIA PEMBELAJARAN SENSOR DAN TRANSDUSER PADA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka muncul permasalahan yaitu: ‘Bagaimanakah mewujudkan suatu program media pembelajaran Sensor dan Transduser yang menarik dan interaktif?’

C. Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu adanya pembatasan masalah agar dalam penelitian lebih terarah dan terfokus. Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Desain program media pembelajaran ini dibuat dengan mengacu pada penilaian indikator media yang interaktif dan menarik.
2. Materi mata kuliah Sensor dan Transduser yang akan dibahas dalam media pembelajaran interaktif ini adalah Sensor panas, Sensor mekanik, dan Sensor optik

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat media pembelajaran Sensor dan Transduser yang menarik dan interaktif

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagi mahasiswa, mempermudah mahasiswa dalam memahami materi pada mata kuliah Sensor dan Transduser.
2. Bagi Dosen, dapat digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Sensor dan Transduser

F. Sistematika Skripsi

Skripsi ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:

1. Bagian Awal, terdiri dari: halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel dan daftar lampiran.
2. Bagian Isi terdiri dari:
 - a. BAB I PENDAHULUAN; berisi latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika skripsi.
 - b. BAB II LANDASAN TEORI; berisi teori-teori, dan kerangka berpikir.

- c. BAB III METODE PENELITIAN; berisi desain penelitian, populasi, sampel, subjek dan tempat penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data.
 - d. BAB IV HASIL PENELITIAN; berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan.
 - e. BAB V PENUTUP; berisi kesimpulan dan saran.
3. Bagian Akhir terdiri dari: daftar pustaka dan lampiran-lampiran.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Media Pembelajaran

1. Pengertian Media Pembelajaran

Secara umum media pembelajaran dalam pendidikan disebut media, Menurut Gagne, media yaitu semua alat atau benda yang digunakan dalam kegiatan belajar mengajar, dengan maksud untuk menyampaikan pesan (informasi) pembelajaran dari sumber (guru maupun sumber lain) kepada penerima (dalam hal ini anak didik ataupun warga belajar). Menurut Brigs media yaitu segala alat fisik yang dapat menyajikan pesan serta merangsang siswa untuk belajar yang di kutip dari (Sadiman 2002: 6). Jadi, 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.

Beberapa ahli memberikan definisi tentang media pembelajaran. Schramm (1977) mengemukakan bahwa media pembelajaran adalah teknologi pembawa pesan yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran. Sementara itu, Briggs (1977) berpendapat bahwa media pembelajaran adalah sarana fisik untuk menyampaikan isi/materi pembelajaran seperti : buku, film, video dan sebagainya. Sedangkan, *National Education Associaton* (1969) mengungkapkan bahwa media

pembelajaran adalah sarana komunikasi dalam bentuk cetak maupun pandang-dengar, termasuk teknologi perangkat keras. Dari ketiga pendapat di atas disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah Jadi semua alat (bantu) atau benda yang digunakan dalam kegiatan belajar-mengajar, dengan maksud untuk menyampaikan pesan (informasi) pembelajaran dari sumber (guru maupun sumber lain) kepada penerima (dalam hal ini anak didik ataupun warga belajar).

2. Pemilihan Media Pembelajaran

Media memiliki beberapa fungsi, diantaranya :

- a. Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan pengalaman yang dimiliki oleh para peserta didik. Pengalaman tiap peserta didik berbeda-beda, tergantung dari faktor-faktor yang menentukan kekayaan pengalaman anak, seperti ketersediaan buku, kesempatan melancong, dan sebagainya.
- b. Media pembelajaran dapat melampaui batasan ruang kelas.
- c. Media pembelajaran memungkinkan adanya interaksi langsung antara peserta didik dengan lingkungannya.
- d. Media menghasilkan keseragaman pengamatan.
- e. Media dapat menanamkan konsep dasar yang benar, konkrit, dan realistis.
- f. Media membangkitkan keinginan dan minat baru.
- g. Media membangkitkan motivasi dan merangsang anak untuk belajar.

- h. Media memberikan pengalaman yang integral/menyeluruh dari yang konkrit sampai dengan abstrak.

Terdapat berbagai jenis media belajar, diantaranya:

- a. *Media Visual* : grafik, diagram, chart, bagan, poster, kartun dan komik.
- b. *Media Audial* : radio, tape recorder, laboratorium bahasa dan sejenisnya.
- c. *Projected still media* : slide; over head proyektor (OHP), in focus dan sejenisnya.
- d. *Projected motion media* : film, televisi, video (VCD, DVD, VTR), komputer dan sejenisnya.

3. Media Berbasis Komputer

Menurut Heinich (1985: 328) komputer merupakan alat yang dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran, mengingat:

- a. Komputer memiliki respon yang cepat secara *virtual* terhadap masukan yang diberikan oleh pemakai (*user*).
- b. Komputer mempunyai kapasitas untuk menyimpan dan memanipulasi data.
- c. Komputer dapat digunakan secara luas sebagai alat dalam kegiatan pembelajaran.

Terdapat 2 jenis media pembelajaran yang menggunakan media computer yaitu *Computer-Managed Instruction* (CMI) dan *Computer-Assited Instruction* (CAI). Yang dimaksud dengan *Computer-Managed*

Instruction (CMI) dimana komputer berperan sebagai manajer dan pembantu dalam proses pembelajaran, seperti membuat laporan kegiatan, membuat perencanaan penagajaran, sebagai tempat untuk menyimpan suatu data, membantu dalam penyusunan tes, membimbing mahasiswa melalui bahan ajar, menganalisis hasil evaluasi mahasiswa. Sedangkan, *Computer-Assited Instruction* (CAI) dimana komputer sebagai pendukung untuk menyajikan informasi isi materi pembelajaran latihan atau kedua-duanya. Format penyajian pesan dan informasi dalam CAI terdiri dari *tutorial* (penyajian materi pelajaran secara bertahap), *drill and practice* (pelatihan untuk membantu mahasiswa dalam menguasai materi pelajaran yang telah dipelajari sebelumnya), *simulasi* (latihan mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilan yang baru dipelajari), basis data (sumber yang dapat membantu mahasiswa menambah informasi dan pengetahuannya sesuai dengan keinginan masing-masing), permainan (kegiatan yang dilakukan berdasarkan pembelajaran menyenangkan).

4. Media Pembelajaran yang Interaktif dan Menarik

Media pembelajaran interaktif adalah suatu sistem penyampaian pengajaran yang menyajikan materi *video* rekaman dengan pengendalian komputer kepada penonton (siswa) yang tidak hanya mendengar dan melihat *video* dan suara, tetapi juga memberikan respon yang aktif, dan respon itu yang menentukan kecepatan dan sekuensi penyajian (Seels & Glasgow dalam Arsyad, 2002:36).

Menurut Dede Rosyada (2008:36) menyebutkan bahwa media pembelajaran harus memenuhi fungsi atensi (*attention*) yaitu media pembelajaran dapat meningkatkan perhatian siswa terhadap materi ajar. Media pembelajaran yang tepat guna adalah media yang menarik dan dapat memfokuskan perhatian siswa. Untuk membuat media yang menarik dan dapat dijadikan sebagai bahan perhatian siswa, maka media tersebut perlu menampilkan informasi melalui suara, gambar, gerakan dan warna, baik secara alami maupun manipulasi, sehingga membantu guru untuk menciptakan suasana belajar menjadi lebih hidup, tidak monoton dan tidak membosankan.

5. Indikator Program Media Pembelajaran

Desain program media pembelajaran interaktif ini dibuat dengan mengacu pada teori dasar kriteria untuk mereview perangkat lunak media pembelajaran interaktif dan menarik yang berdasarkan kualitas menurut Walker dan Hess (1984). Indikator-indikator yang digunakan untuk mereview program media pembelajaran ini antara lain :

a. Kriteria Interaktif

- 1) Kemudahan Program (*Fleksibilitas*).
 - a) Program dapat dimulai dengan mudah
 - b) Program dapat dijalankan dengan baik dan normal.
 - c) Program dapat diakses dimanapun dan kapanpun.
 - d) Terdapat fasilitas menu bantuan pada program.

2) Pengelolaan Program

a) Tombol Menu dan ikon

Tombol menu dan ikon mudah digunakan.

b) Penggunaan *Hyperteks*

Hypertext (tombol berupa kata) digunakan untuk memperjelas dan memudahkan memasuki materi / sub materi.

c) Tombol Navigasi

Tombol navigasi atau arah digunakan untuk mempermudah menjelajahi program.

3) Kualitas Tes

a) Terdapat latihan soal untuk mengevaluasi kemampuan hasil belajar.

b) Media bersifat responsive (dapat memberikan balikan kepada input).

b. Kriteria Menarik

1) Kualitas tampilan

a) Pewarnaan

Penggunaan warna tidak mengacaukan tampilan program.

b) Grafis

Grafis membuat informasi lebih atraktif dan menarik.

c) Pemakaian kata dan bahasa

Menggunakan bahasa Indonesia yang tepat, dan menggunakan jenis huruf yang sesuai dan terbaca dengan jelas.

d) Layout layar

Setiap tampilan layar merupakan kombinasi dari animasi, teks, dan grafis yang saling mendukung.

2) Kualitas pendokumentasian

a) Gambar animasi dan video

Animasi dan video pada materi membantu pengguna dalam memahami materi.

b) Suara (*sound*)

Suara music dan narasi terdengar jelas, tidak saling mengganggu dan dapat diatur tingkat volumenya.

3) Dampak bagi pengguna (Respon Pengguna)

a) Pengguna dapat mengoperasikan program secara mandiri.

b) Pengguna merasa senang menggunakan program

c) Pengguna tidak merasa bosan ketika menggunakan program

d) Pengguna dapat konsentrasi ketika menggunakan program

B. Prosedur Kerja

Agar penelitian bisa sesuai dengan tujuan kerja perlu adanya prosedur kerja. Adapun hal-hal yang akan dikerjakan adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan Program Media Interaktif

Dalam prosedur ini peneliti sudah melakukan beberapa kegiatan antara lain: observasi awal, menentukan permasalahan, menentukan materi pokok dan indikator program yang akan dijalankan, serta membuat Naskah (*storyboard*). Flowchart naskah (*Storyboard*).

2. Membuat atau Memproduksi Program Media Interaktif

Dalam hal ini peneliti melakukan tiga langkah, yaitu :

a. Pemrograman Dasar

Sebagai langkah awal peneliti melakukan pemrograman sesuai dengan membuat *flowchart*.

b. Penyediaan Media

Media yang harus disediakan adalah grafis, animasi, teks, dan *sound effect*.

c. Pemrograman lengkap

Sebagai langkah akhir dalam pemrograman, peneliti memasukkan media-media yang telah disiapkan kedalam program yang telah dibuat dengan menyesuaikan posisinya.

3. Validasi Program atau Preview

Validasi program atau *preview* ini adalah kegiatan uji coba program media pembelajaran interaktif yang dilakukan pertama kali oleh peneliti kepada para ahli media, dalam hal ini adalah dosen yang ahli dalam pengembangan media. Jika program media interaktif ini masih ada kekurangan atau kesalahan maka harus diperbaiki kembali atau kembali ke tahap sebelumnya.

4. Ujicoba Program

Uji coba program adalah proses selanjutnya yang dilakukan peneliti yaitu dengan pengujian kelayakan program media pembelajaran interaktif Sistem Proteksi kepada objek penelitian, dalam hal ini adalah mahasiswa Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang sudah mendapatkan mata kuliah Sensor dan Transduser. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pendapat mahasiswa tentang kelayakan program media interaktif pada mata kuliah Sistem Proteksi yang telah dibuat oleh peneliti.

5. Evaluasi

Kegiatan yang terakhir dilakukan peneliti adalah mengevaluasi hasil penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui kelayakan program media pembelajaran interaktif Sistem Proteksi yang telah dibuat.

C. Sensor dan Transduser

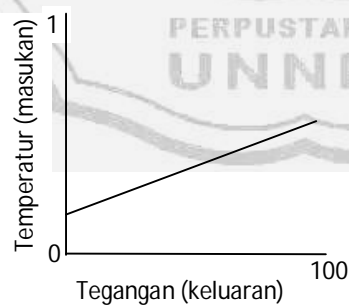
Transducer adalah peralatan yang merubah variabel fisik seperti gaya, tekanan, temperatur, kecepatan menjadi bentuk variabel yang lain (Sumbodo, Wirawan. 2008 :647). Contoh; generator adalah transduser yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik.

sensor adalah sebuah transducer yang digunakan untuk mengkonversi besaran fisik diatas menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu (Sumbodo, Wirawan. 2008 :647). Contoh; Camera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran.

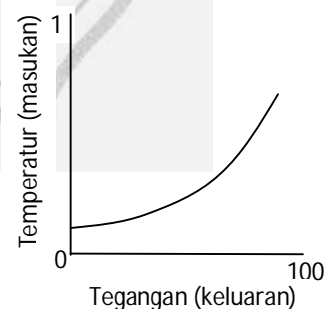
1. Persyaratan Sensor dan Transduser

a. Linieritas

Ada banyak sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontinyu sebagai tanggapan terhadap masukan yang berubah secara kontinyu.



(a) Tangapan linier



(b) Tangapan non linier

Gambar 2.1 Keluaran dari transduser panas (D Sharon dkk, 1982),

Sumber Sensor dan Transduser.

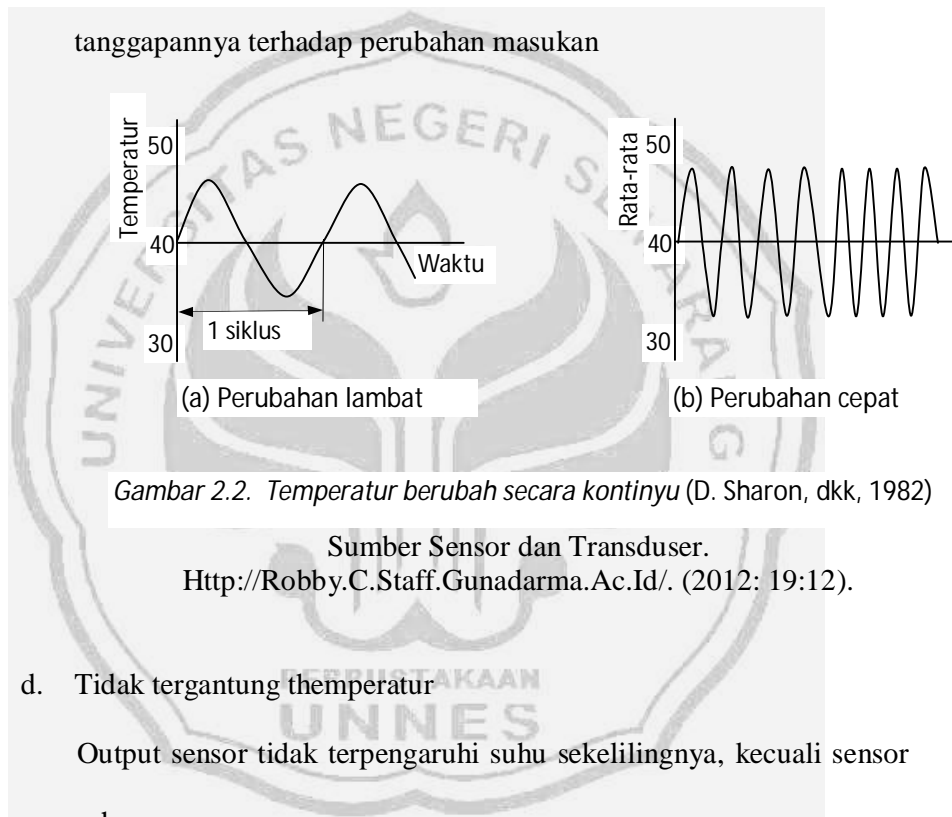
[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:11).

b. Sensitivitas

Sensitivitas akan menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur.

c. Tanggapan waktu

Tanggapan waktu pada sensor menunjukkan seberapa cepat tanggapannya terhadap perubahan masukan



Gambar 2.2. Temperatur berubah secara kontinyu (D. Sharon, dkk, 1982)

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:12).

d. Tidak tergantung temperatur

Output sensor tidak terpengaruhi suhu sekelilingnya, kecuali sensor suhu.

e. Stabilitas waktu

Untuk nilai masukan tertentu sensor harus dapat memberikan keluaran (output) yang nilainya tetap dalam waktu yang lama.

f. Stabilitas tinggi

Kesalahan pengukuran yang kecil dan tidak begitu banyak terpengaruh oleh faktor-faktor lingkungan.

g. Tanggapan dinamik yang baik

Keluaran segera mengikuti masukan dengan bentuk dan besar sama.

h. Repetibility

kemampuan untuk menghasilkan kembali keluaran yang sama ketika digunakan untuk mengukur besaran yang sama, dalam kondisi lingkungan yang sama.

2. Klasifikasi Sensor dan Transduser

Secara umum berdasarkan fungsi dan penggunaannya sensor dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu: Sensor thermal (panas), Sensor mekanis, Sensor optik (cahaya)

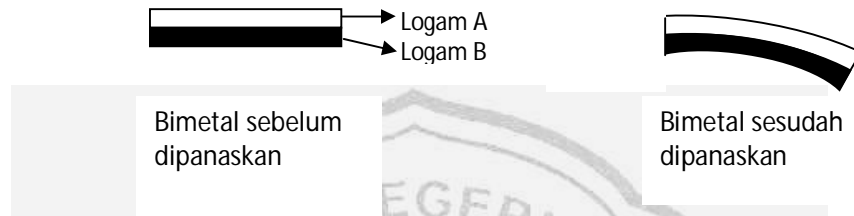
a. Sensor Thermal

Sensor thermal adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan panas/temperature/suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu.

1) Bimetal

Bimetal adalah sensor suhu yang terbuat dari dua buah lempengan logam yang berbeda koefisien muainya (α) yang direkatkan menjadi satu. Bila suatu logam dipanaskan maka akan terjadi pemuaian, besarnya pemuaian tergantung dari jenis logam dan tingginya temperatur kerja logam tersebut. Bila dua lempeng logam saling direkatkan dan dipanaskan, maka logam yang memiliki koefisien muai lebih tinggi akan memuai lebih panjang sedangkan yang memiliki koefisien muai lebih rendah memuai

lebih pendek. Oleh karena perbedaan reaksi muai tersebut maka bimetal akan melengkung ke arah logam yang muainya lebih rendah. Dalam aplikasinya bimetal dapat dibentuk menjadi saklar *Normally Closed (NC)* atau *Normally Open (NO)*.



Gambar 2.3. Kontruksi Bimetal (Yayan I.B, 1998)

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:13).

Disini berlaku rumus pengukuran temperature dwi-logam

yaitu :

$$r = \frac{t \left[3(1+m)^2 + (1+mn) \left(m^2 + \frac{1}{mm} \right) \right]}{6(\alpha_1 + \alpha_2)(T - T_0)(1+m)^2} \quad (1)$$

Keterangan :

r = jari-jari pembengkokan

t = tebal gabungan bilah terikat

n = perbandingan modulus elastis, bahan ekspansi rendah dengan bahan ekspansi tinggi (E_B/E_A)

m = perbandingan tebal bahan ekspansi muai rendah dengan yang ekspansi tinggi

$T - T_0$ = kenaikan temperature

α_1, α_2 = koefisien muai panas logam 1 dan logam 2

Tabel 2.1. Sifat-sifat mekanik beberapa bahan termal yang lazim dipakai

Bahan	Koefisien ekspansi termal per °C	Modulus elastisitas psi	GN/m^2
Invar	$1,7 \times 10^{-6}$	$21,4 \times 10^6$	147
Kuningan kuning	$2,02 \times 10^{-5}$	$14,0 \times 10^6$	96,5
Monel 400	$1,35 \times 10^{-5}$	$26,0 \times 10^6$	179
Inconel 702	$1,25 \times 10^{-5}$	$31,5 \times 10^6$	217
Baja anti karat Jenis 316	$1,6 \times 10^{-5}$	$28,0 \times 10^6$	193

Contoh :

Sebuah bilah dwi-logam terbuat dari bilah kuningan kuning dan invar yang terikat satu sama lain pada $30\text{ }^\circ\text{C}$. Masing-masing bilah tebalnya 0,3 mm. Hitunglah jari-jari pembengkokan bila bilah itu dikenakan pada suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$.

Penyelesaian

$$T - T_0 = 100 - 30 = 70\text{ }^\circ\text{C}$$

$$m = 1,0$$

$$n = 147/96,5 = 1,52$$

$$\alpha_1 = 1,7 \times 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}^{-1} \quad \alpha_2 = 2,02 \times 10^{-5}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$t = (2)(0,3 \times 10^{-3}) = 0,6 \times 10^{-3}$$

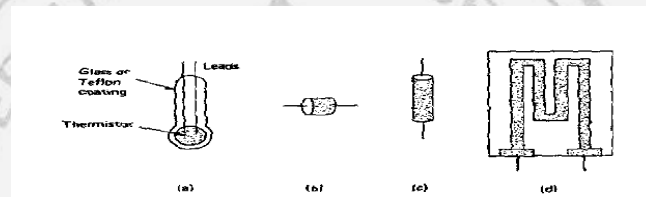
jadi

$$r = \frac{(0,6 \times 10^{-3})[(3)(2)^2 + (1+1,52)\left(1+\frac{1}{1,52}\right)]}{6(2,02-0,17)(10^{-5})(70)(2)^2}$$

$$= 0,312\text{ m}$$

Salah satu aplikasi dari bimetal ini adalah pada setrikaan listrik pada setrika jika suhu melebihi batas yang telah ditentukan maka setrika akan mati sendiri dan akan ada bunyi "tik", itu sebenarnya adalah Bimetallic temperature sensor yang sedang melengkung. Disini bimetal berfungsi sebagai saklar suhu otomatis yang akan memutus kontak listrik jika suhu setrika melebihi batas yang ditentukan.

2) Termistor



Gambar 2.4 . Konfigurasi Thermistor

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:14).

Termistor adalah alat semikonduktor yang berkelakuan sebagai tahanan dengan koefisien tahanan temperatur yang tinggi, yang biasanya negatif. Umumnya tahanan termistor pada temperatur ruang dapat berkurang 6% untuk setiap kenaikan temperatur sebesar 1°C. sehingga termistor sangat sesuai untuk pengukuran, pengontrolan dan kompensasi temperatur secara presisi.

Di samping itu, tahanan itu mengikuti perubahan eksponensial dengan suhu, dan bukan hubungan polinomial. Jadi untuk termistor

$$R = R_0 \exp \left[\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] \quad (2)$$

Keterangan :

R_0 = tahanan pada suhu rujukan T_0

β = suatu konstanta yang ditentukan dengan eksperimen (antara 3500 sampai 4600K)

berdasarkan koefisien suhunya, thermistor dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu :

a) NTC (Negative Temperature Coefficient)

Merupakan thermistor yang mempunyai koefisien negatif, artinya perbandingan antara suhu dengan resistansinya berbanding terbalik. jika resistansi meningkat maka suhu akan menurun dan sebaliknya.

b) PTC (Positive Temperature Coefficient)

Merupakan Thermistor yang memiliki koefisien positif, yaitu antara suhu dengan resistansinya sebanding. Jika resistansinya naik maka suhunya juga akan mengalami kenaikan juga, begitupun sebaliknya.

Contoh :

Hitunglah kepekaan suhu termistor pada 100°C . Nyatakan hasilnya dalam ohm-sentimeter per derajat celsius. Anggaplah $\beta = 4120 \text{ K}$ pada 100°C

Penyelesaian

Kepekaan (S) didapatkan dengan melakukan diferensial atas persamaan

$$R = R_0 \exp \left[\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right]$$

$$S = \frac{dR}{dT} = R = R_0 \exp \left[\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] \left(\frac{-\beta}{T^2} \right)$$

Kita ingin menyatakan hasilnya dalam satuan resistifitas, jadi resistifitas pada 100°C kita sisipkan sebagai pengganti Ro.

Disamping itu

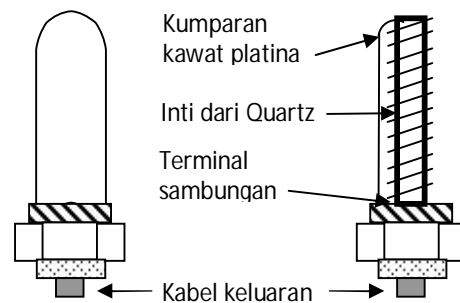
$$T = T_0 = 100^\circ\text{C} = 373 \text{ K}$$

Sehingga

$$\begin{aligned} S &= -\rho 100^\circ\text{C} \frac{4120}{(373)^2} \\ &= - (110)(4120) / (373)^2 = -3,26 \Omega\text{-cm}/^\circ\text{C} \end{aligned}$$

3) Resistance Thermal Detector (RTD)

RTD berfungsi untuk mengubah suhu menjadi resistansi/hambatan listrik yang sebanding dengan perubahan suhu. Semakin tinggi suhu, resistansinya semakin besar. RTD dibuat dari bahan kawat tahan korosi, kawat tersebut dililitkan pada bahan keramik isolator. Bahan tersebut antara lain; platina, emas, perak, nikel dan tembaga, dan yang terbaik adalah bahan platina karena dapat digunakan menyensor suhu sampai 1500° C. Tembaga dapat digunakan untuk sensor suhu yang lebih rendah dan lebih murah, tetapi tembaga mudah terserang korosi.



Gambar 2.5. Konstruksi RTD

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:15).

Resistance Thermal Detector (RTD) perubahan tahanannya lebih linear terhadap temperatur uji tetapi koefisien lebih rendah dari thermistor dan model matematis linier adalah:

$$R_T = R_0(1 + \alpha\Delta t) \quad (3)$$

Keterangan :

R_0 = tahanan konduktor pada temperature awal (biasanya 0°C)

R_T = tahanan konduktor pada temperatur $t^\circ\text{C}$

α = koefisien temperatur tahanan

Δt = selisih antara temperatur kerja dengan temperatur awal

Tabel 2.2. Sifat-sifat mekanik beberapa bahan termal yang lazim dipakai

Bahan	$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$	$\rho(\mu\Omega \cdot \text{cm})$
Nikel	0,0067	6,85
Besi (paduan)	0,002 sampai 0,006	10
Wolfarm	0,0048	5,65
Aluminium	0,0045	2,65
Tembaga	0,0043	1,67
Timbal	0,0043	20,6
Perak	0,0041	1,59
Emas	0,004	2,35
Platina	0,00392	10,5

Contoh :

Sebuah termometer tahanan platina digunakan pada suhu kamar. Andaikan variasi suhu dengan tahanan bersifat linier, hitunglah kepekaan termometer itu dalam ohm per derajat fahrenheit

Penyelesaian

Dimana R_0 ialah tahanan pada suhu rujukan T_0 . Jadi kepekaan ialah

$$s = \frac{dR}{dT} = R_0$$

Bergantung pada panjang dan besar kawat tahanan. Pada suhu kamar $\alpha = 0,00392 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} = 0,00218 \text{ }^{\circ}\text{F}^{-1}$ untuk platina

4) Thermokopel

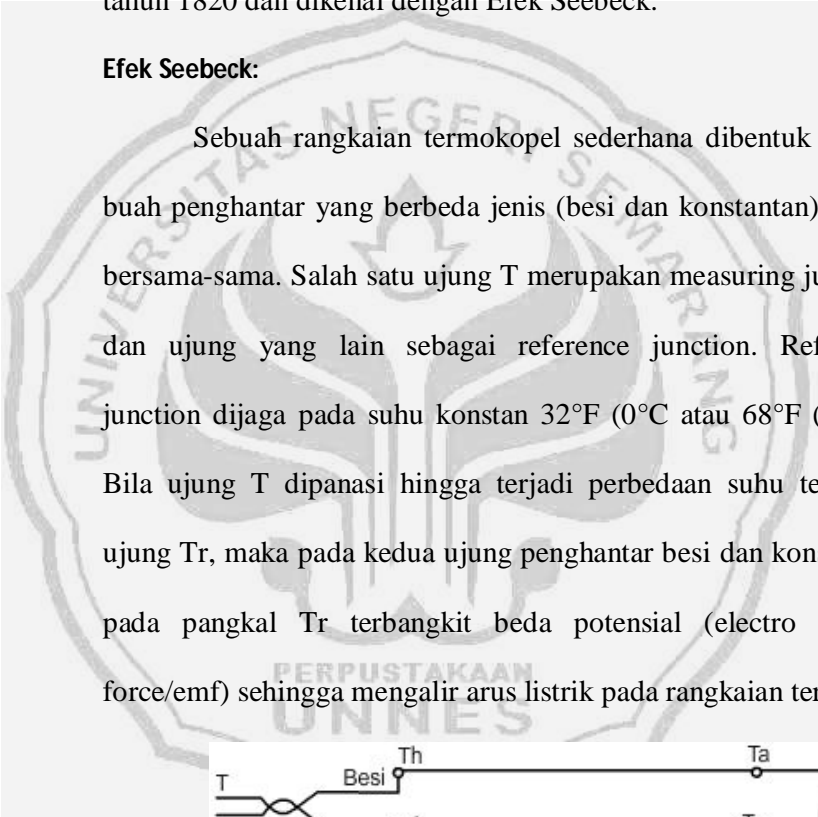
Berfungsi sebagai sensor suhu rendah dan tinggi, yaitu suhu serendah 300°F sampai dengan suhu tinggi yang digunakan pada proses industri baja, gelas dan keramik yang lebih dari

3000°F Thermokopel dibentuk dari dua buah penghantar yang berbeda jenisnya (besi dan Prinsip Kerja :

Jika salah satu bagian pangkal lilitan dipanasi, maka pada kedua ujung penghantar yang lain akan muncul beda potensial (emf). Thermokopel ditemukan oleh Thomas Johan Seebeck tahun 1820 dan dikenal dengan Efek Seebeck.

Efek Seebeck:

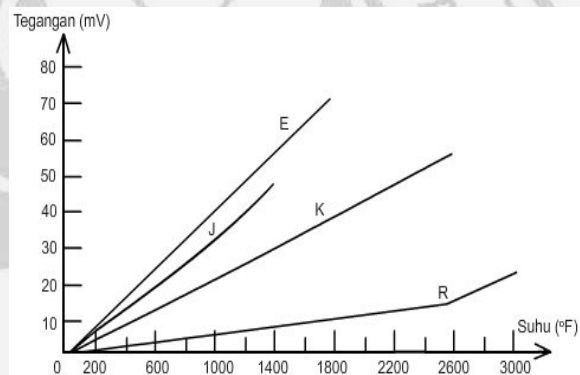
Sebuah rangkaian termokopel sederhana dibentuk oleh 2 buah penghantar yang berbeda jenis (besi dan konstantan), dililit bersama-sama. Salah satu ujung T merupakan measuring junction dan ujung yang lain sebagai reference junction. Reference junction dijaga pada suhu konstan 32°F (0°C atau 68°F (20°C). Bila ujung T dipanasi hingga terjadi perbedaan suhu terhadap ujung Tr, maka pada kedua ujung penghantar besi dan konstantan pada pangkal Tr terbangkit beda potensial (electro motive force/emf) sehingga mengalir arus listrik pada rangkaian tersebut.



Gambar 2.6. Konstruksi Pengukuran dengan Termokopel
Sumber Sensor dan Transduser.
[Http://e-dukasi.net/](http://e-dukasi.net/). (2012: 19:15).

Kombinasi jenis logam penghantar yang digunakan menentukan karakteristik linier suhu terhadap tegangan. Tipe-tipe kombinasi logam penghantar thermokopel:

- a) Tipe E (*kromel-konstantan*)
- b) Tipe J (*besi-konstantan*)
- c) Tipe K (*kromel-alumel*)
- d) Tipe R-S (*platinum-platinum rhodium*)
- e) Tipe T (*tembaga-konstantan*)



Gambar 2.7. Grafik tegangan terhadap suhu pada thermokopel tipe E, J, K, dan R

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://e-dukasi.net/](http://e-dukasi.net/). (2012: 19:15).

Tegangan keluaran emf (elektro motive force) thermokopel masih sangat rendah, hanya beberapa milivolt. Thermokopel bekerja berdasarkan perbedaan pengukuran. Oleh karena itu jika untuk mengukur suhu yang tidak diketahui, terlebih dulu harus diketahui tegangan V_c pada suhu referensi (reference temperature). Bila thermokopel digunakan untuk

mengukur suhu yang tinggi maka akan muncul tegangan sebesar V_h . Tegangan sesungguhnya adalah selisih antara V_c dan V_h yang disebut net voltage (V_{net}). Besarnya V_{net} ditentukan dengan rumus:

$$V_{net} = V_h - V_c \quad (4)$$

Keterangan :

V_{net} = tegangan keluaran thermokopel

V_h = tegangan yang diukur pada suhu tinggi

V_c = tegangan referensi

Contoh :

Sebuah termokopel besi konstantan dihubungkan dengan termokopel yang terminalnya berada pada 75°F . Bacaan potensiometer ialah $3,59\text{mV}$. Berapakah suhu pada sambungan termokopel?

Penyelesaian

Potensial termoelektrik pada 75°F adalah $V_{net} = 1,234 \text{ mV}$

Emf termokopel didasarkan atas suhu rujukan 32°F (0°C) ialah

$$V_{net} = V_h - V_c$$

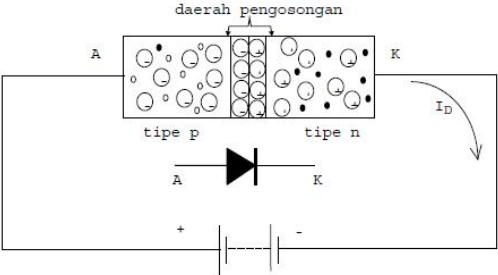
$$1,234 = V_h - 3,59$$

$$V_h = 1,234 + 3,59 = 4,824 \text{ mV} \quad \text{suhu yang bersangkutan ialah}$$

$$197^\circ\text{F}$$

5) Dioda

Dioda semikonduktor merupakan sambungan antara logam jenis P dengan jenis N. Jenis P disebut anoda sedang N disebut katoda. Dalam kondisi tidak diberi pengaruh ($V_D = 0V$) dari luar, pada sambungan tersebut terjadi depletion layer (daerah kosong =dk) dan merupakan energi halangan, karena pada daerah tersebut elektron (negatip) dan hole (positip) saling berdifusi. Daerah ini lebarnya sekitar $0,5\mu m$. Apabila dioda dicatu daya dengan $V_D > 0V$ atau P lebih positip terhadap N maka akan terjadi gaya pada hole (positip) dan elektron (negatip) yang mengakibatkan hole dan elektron bergerak menuju sambungan. Akibatnya daerah kosong menyempit dan energi halangan menjadi sangat kecil. Hal ini menyebabkan arus mengalir terutama akibat pembawa mayoritas yaitu jenis P ke N dan jenis N ke P. Sebaliknya arus pembawa minoritas mengalir arah sebaliknya tidak dipengaruhi oleh catu daya. Pemberian catu daya ini disebut dicatu maju atau forward bias.



Gambar 2.8. Dioda diberi bias maju
Sumber Sensor dan Transduser.
[Http://e-dukasi.net/](http://e-dukasi.net/). (2012: 19:15).

Dalam kondisi dioda tidak mendapat catu daya dari luar dioda memiliki daerah kosong. Daerah kosong tersebut akan dapat mengalirkan arus bila catu daya yang dipasang mampu mengalahkan halangan pada daerah kosong tersebut. Tegangan E yang dibutuhkan lebih besar dari tegangan halangan (V_T) yang dimiliki oleh dioda. Tegangan V_T dioda germanium adalah $0,3V$ sedang untuk silikon $0,7V$.

(5)

Keterangan :

= arus dioda

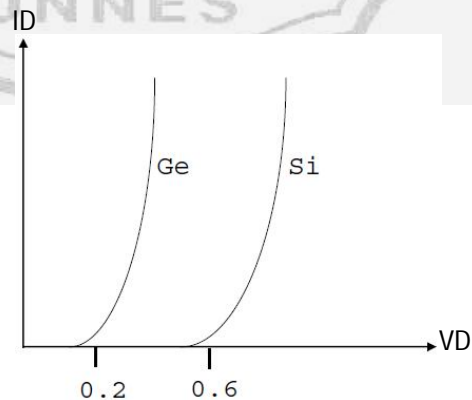
= arus jenuh mundur

= bilangan naturan dioda ($2,71$)

= tegangan dioda

= konstanta dioda $Ge = 1$ $Si = 2$

= tegangan ekivalen temperatur



Gambar 2.9. Grafik tegangan cut-in Germanium dan Silikon
Sumber Sensor dan Transduser.
[Http://e-dukasi.net/](http://e-dukasi.net/). (2012: 19:15).

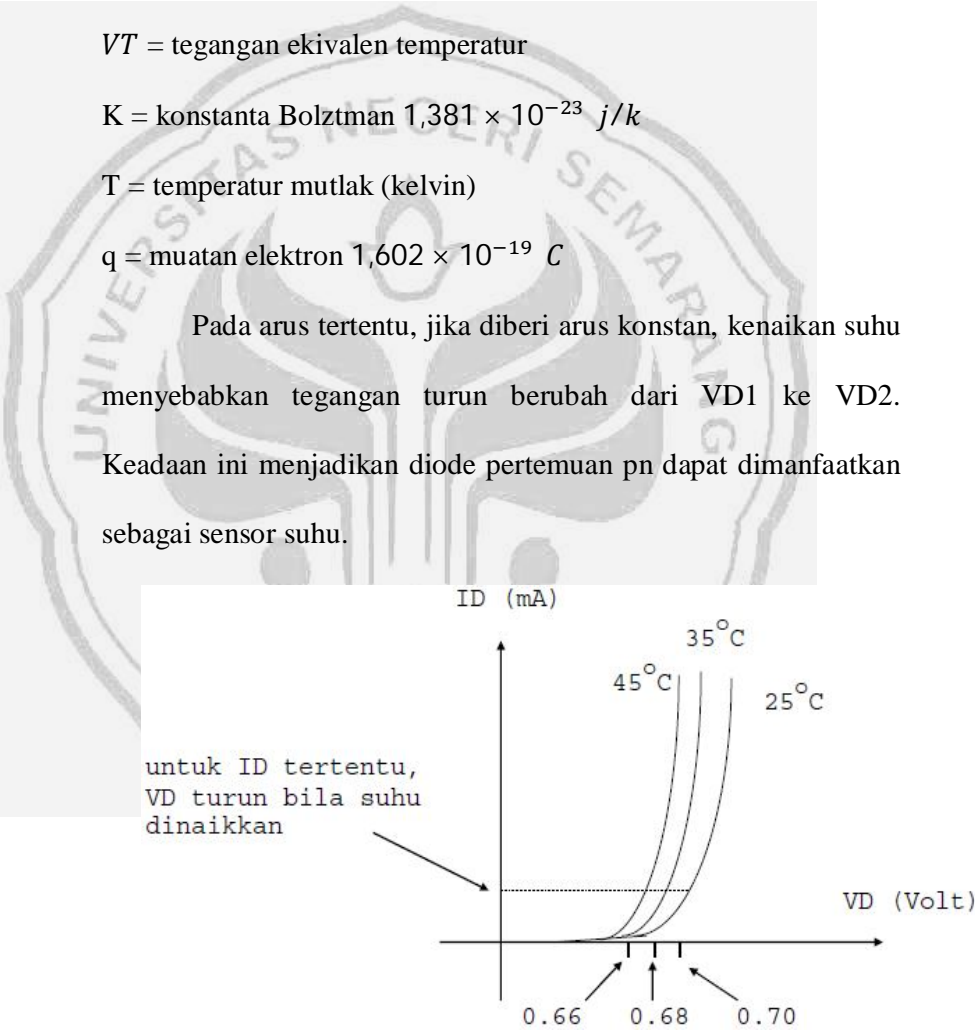
Harga Is suatu dioda dipengaruhi oleh tempetetur tingkat doping dan geometri dioda. Sedangkan harga VT ditentukan oleh persamaan :

$$VT = \frac{K,T}{q} \tag{6}$$

Keterangan :

- VT = tegangan ekivalen temperatur
- K = konstanta Boltzman $1,381 \times 10^{-23} \text{ j/k}$
- T = temperatur mutlak (kelvin)
- q = muatan elektron $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Pada arus tertentu, jika diberi arus konstan, kenaikan suhu menyebabkan tegangan turun berubah dari VD1 ke VD2. Keadaan ini menjadikan diode pertemuan pn dapat dimanfaatkan sebagai sensor suhu.



Gambar 2.10. Grafik pengaruh temperatur pada kurva bias maju
Sumber Sensor dan Transduser.
Http://e-dukasi.net/. (2012: 19:15)

b. Sensor Mekanis

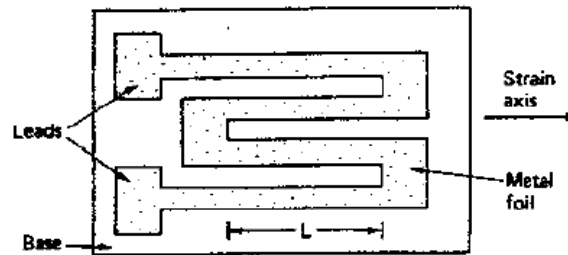
Sensor mekanis adalah sensor yang mendeteksi perubahan gerak mekanis, seperti perpindahan atau pergeseran atau posisi, gerak lurus dan melingkar, tekanan, aliran, level dsb.

1) Sensor Posisi

Pengukuran posisi dapat dilakukan dengan cara analog dan digital. Untuk pergeseran yang tidak terlalu jauh pengukuran dapat dilakukan menggunakan cara-cara analog, sedangkan untuk jarak pergeseran yang lebih panjang lebih baik digunakan cara digital.

a) Strain Gage (SG)

Strain gage adalah sebuah transduser yang mengubah suatu pergeseran mekanis menjadi perubahan tahanan. Strain gage merupakan sebuah alat seperti biskuit tipis, yang disatukan keberbagai bahan guna mengukur renggangan yang diberikan padanya. Strain gage metalik (logam) dibuat dari kawat tahanan berdiameter kecil seperti halnya constanta (paduan tembaga dn nikel), atau di-etsa (etched) dari lembaran-lembaran kawat tipis. Tahanan dari foil kawat atau logam ini berubah terhadap panjang jika bahan pada gage disatukan mengalami tarikan atau tekanan (kompresi). Perubahan tahanan ini sebanding dengan renggangan yang diberikan.



Gambar 2.11. Bentuk fisik strain gauge

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:17).

Sensitivitas sebuah strain gage dijelaskan dengan suatu karakteristik yang disebut faktor gage (K) yang didefinisikan sebagai perubahan satuan tahanan dibagi dengan perubahan satuan panjang, atau

$$k = \frac{\Delta R/R}{\Delta l/l} \quad (7)$$

Keterangan :

K = faktor gage

R = tahanan gage nominal

ΔR = perubahan tahanan gage

L = panjang nominal bahan percobaan (kondisi tidak terenggang)

Δl = perubahan panjang bahan percobaan

Suku $\Delta l/l$ dalam penyebut persamaan diatas adalah renggangan α , sehingga persamaan diatas dapat dituliskan sebagai

$$k = \frac{\Delta R/R}{\alpha} \quad (8)$$

Hukum hooke memberikan hubungan antara tegangan tegangan geser dan renggangan untuk sebuah kurva tegangan geser-renggangan (stress-strain curve) yang linier, dinyatakan dalam modulus kekenyalan (elastisitas) dari bahan yang dipasang persatuan luas dan renggangan sebagai perpanjangan benda yang tergeser persatuan luas, ditulis sebagai

$$\sigma = \frac{S}{E} \quad (9)$$

Keterangan :

σ = renggangan, $\Delta l/l$ (tanpa satuan)

S = tegangan geser, kg/cm^2

E = modulus young, kg/cm^2

Untuk aplikasinya maka sensor tersebut direkatkan pada permukaan yang akan dimonitor. Jika benda yang dimonitor bertambah panjang karena ditarik maka sensor tersebut juga akan turut bertambah panjang . Ini dapat terjadi karena bagian benda yang dimonitor tersebut adalah bagian yang terlemah; dan pada bagian tersebut sensor direkatkan secara kuat. perubahan panjang tersebut proporsional dengan perubahan resistansinya dan berbanding terbalik dengan diameter kawat.

Contoh :

Sebuah strain gage tahanan dengan faktor gage sebesar 2 diikat ke sebuah benda baja yang dipengaruhi oleh tegangan geser sebesar 1050 kg/cm^2 . Modulus elastisitas baja adalah kira-kira $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$. Hitung perubahan tahanan ΔR dari elemen strain gage yang disebabkan oleh tegangan geser yang dikenakan.

Penyelesaian

Hukum hooke memberikan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\Delta l}{l} = \frac{s}{E} \\ &= 1050 / 2,1 \times 10^6 = 5 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

Sensitivitas strain gage adalah $k = 2$, maka diperoleh

$$\begin{aligned}\frac{\Delta R}{R} &= K\sigma \\ &= 2 \times 5 \times 10^{-4} = 10^{-4} \text{ atau } 0,1 \%\end{aligned}$$

b) Transduser Induktif

Sensor induktif (berdasarkan variasi reluktansi) memanfaatkan adanya perubahan induktansi dari suatu lilitan (induktor) pada saat didekat material feromagnetik. Nilai induktansi itu meningkat pada saat material feromagnetik dimasukkan kedalam ataupun mendekati lilitan. Untuk membaca sinyal output yang dihasilkan maka induktor ini harus dirangkai dalam suatu rangkaian jembatan yang diberi

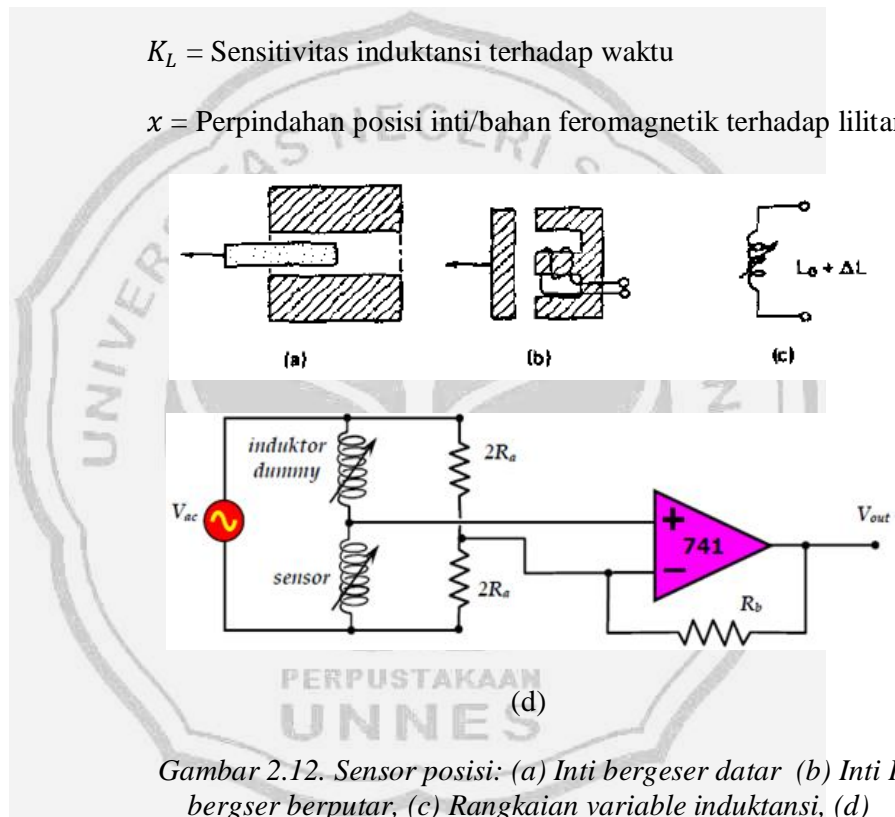
catu daya listrik AC. Perubahan induktansi yang terjadi dikonversikan secara linier menjadi tegangan mengikuti hubungan persamaan berikut :

$$V_{out} = \frac{V_{ac}R_b}{4R_a} K_L x \quad (10)$$

Keterangan :

K_L = Sensitivitas induktansi terhadap waktu

x = Perpindahan posisi inti/bahan feromagnetik terhadap lilitan



Gambar 2.12. Sensor posisi: (a) Inti bergeser datar (b) Inti bergeser berputar, (c) Rangkaian variable induktansi, (d) Rangkaian penguat jembatan untuk sensor induktif

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:18).

$$L = \frac{N}{i} = \frac{n^2}{R} \quad (11)$$

Keterangan :

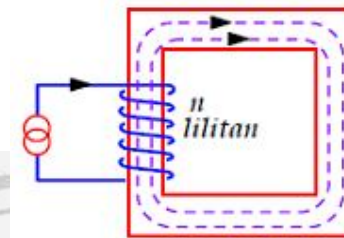
L = Induktansi

N = Banyaknya fluks

n = Banyaknya lilitan

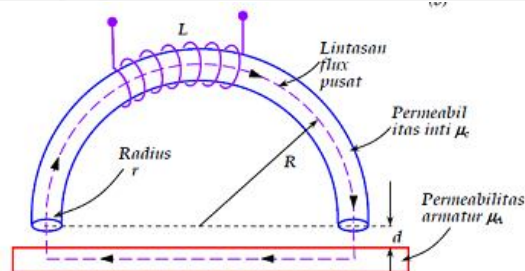
i = Arus

R = Reluktansi



Gambar 2.13. Elemen reluktansi variabel
Sumber Sensor dan Transduser
[Http://e-dukasi.net/](http://e-dukasi.net/). (2012: 19:15)

Pada Gambar 2.15 ditunjukkan oleh Celah udara yang dapat berubah-ubah lebarnya dapat berubah-ubah lebarnya, sehingga mempengaruhi reluktansi, jadi reluktansinya adalah total reluktansi inti dan celah udatanya. sehingga adanya celah udara tersebut menyebabkan kenaikan dan penurunan nilai reluktansi dan induktansi. jika nilai reluktansi naik maka nilai induktansi turun atau sebaliknya. Jadi perubahan kecil pada celah udara menyebabkan perubahan induktansi yang terukur.



Gambar 2.14. Elemen reluktansi variabel
Sumber Sensor dan Transduser
[Http://e-dukasi.net/](http://e-dukasi.net/). (2012: 19:15)

Contoh sensor induktif terbentuk dari semi-toroid yang terdiri dari tiga elemen yaitu inti feromagnetik berupa semi-toroid, celah udara plat feromagnetik (armatur). Reluktansi total rangkaian magnetik ini adalah jumlah semua reluktansi yang ada.

$$R_{total} = R_{inti} + R_{celah} + R_{armatur} \quad (12)$$

$$R_{total} = \frac{R}{\mu_0 \mu_c r^2} + \frac{2d}{\mu_0 \pi r^2} + \frac{R}{\mu_0 \mu_A t} \quad (13)$$

c) Transduser Kapasitif

Nilai kapasitansi berbanding lurus dengan area dan berbanding terbalik dengan jarak

$$C = 0,225 \epsilon \frac{A}{d} \quad (14)$$

Keterangan :

A = luas tumpang tindih, in²

d = jarak kedua pelat, dalam m

ϵ = konstanta dielektrik ($\epsilon = 1$ untuk udara, $\epsilon = 3$ untuk plastik)

Nilai konstanta itu ialah 00885 bila luas dalam sentimeter persegi dan jarak pisah dalam sentimeter.

Susunan plat ini dapat digunakan untuk mengukur perubahan dalam jarak d melalui perubahan kapasitansi. Perubahan kapasitansi dapat pula diketahui dari perubahan luas bidang tumpang tindih A dari gerakan relatif plat pada arah lateral atau perubahan konstanta dielektrik bahan antara kedua

plat itu. Kapasitans dapat diukur dengan rangkaian jembatan.

Impedans keluaran kapasitor diberikan oleh :

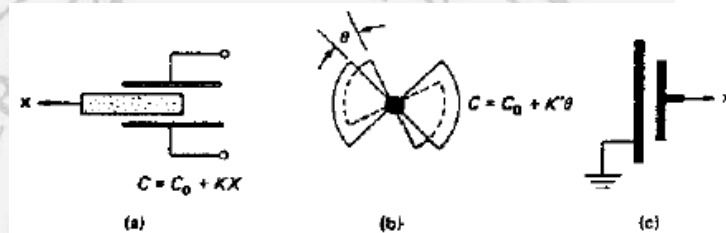
$$Z = \frac{1}{2\pi f C} \quad (15)$$

Keterangan :

Z = impedans, Ω

f = frekuensi. Hz

C = kapasitansi, F



Gambar 2.15. Sensor posisi kapasitif: (a) pergeseran media mendatar, (b) pergeseran berputar, (c) pergeseran jarak plat

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:19).

Contoh :

Sebuah transduser kapasitif terbuat dari dua buah plat 1 in² yang terpisah pada jarak 0,01 in oleh udara. Hitunglah

kepekaan anjakan susunan demikian. Konstanta dielektrik udara adalah 1,0006.

Penyelesaian

Kepekaan didapatkan dari diferensiasi

$$c = 0,225 \in \frac{A}{d}$$

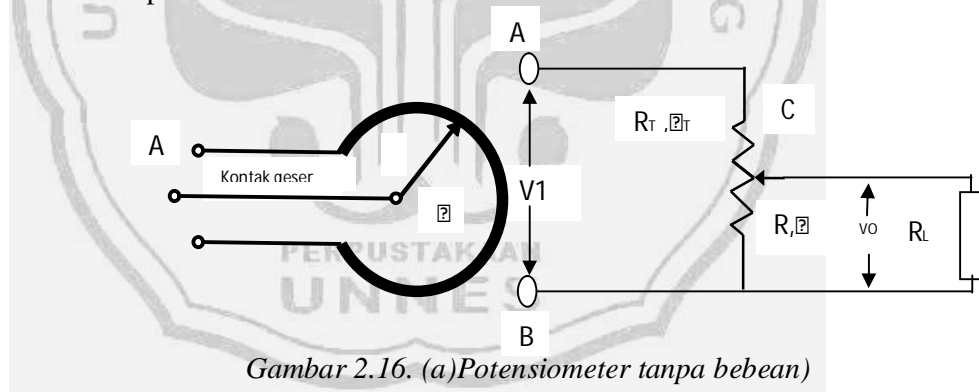
$$S = \frac{\partial C}{\partial d}$$

$$= 0,255 \epsilon \frac{A}{d^2}$$

$$\text{Jadi } S = (0,255)(1,0006) \frac{(1)}{(0,001)^2} = -2,25 \times 10^3 \text{ pF/in}$$

d) Potensiometer

Potensiometer berfungsi mengubah posisi mekanis menjadi sinyal listrik. Potensiometer merupakan sebuah tahanan (resistor) yang memiliki kontak geser sehingga nilai tahanan dapat diatur dari nol sampai maksimum. Dalam servo, gerakan kontak ini dihasilkan oleh perputaran poros (shaft) sehingga setelah potensiometer dialiri arus listrik, terjadi tegangan listrik pada suatu kedudukan kontak.



Gambar 2.16. (a) Potensiometer tanpa beban
(b) potensiometer dengan beban

Dari gambar dapat dilihat bahwa jika C berada pada A, tahanan potensiometer adalah nol; sedangkan pada B tahanannya adalah maksimum. Suatu potensiometer disebut linier jika tahanan persatuan panjang adalah konstan, sehingga dari gambar diatas berlaku

$$\frac{R}{R_T} = \frac{\theta}{\theta_T} \quad (16)$$

Keterangan :

R = tahanan

R_T = tahanan total

□ = teta

□_T = teta total

Jika tidak ada arus yang mengalir melalui kontak geser, potensiometer disebut tanpa beban. Dalam keadaan berlaku

$$\frac{V_o}{V_t} = \frac{R}{R_T} = \frac{\theta}{\theta_T} \quad \text{atau} \quad V_o = \left[\frac{\theta}{\theta_T} \right] V_I \quad (17)$$

Keterangan :

V_o = tegangan output

V_I = tegangan inputs

Resolusi suatu potensiometer didefinisikan sebagai

$$\% \text{resolusi} = \left[\frac{100}{N} \right] \% \quad (18)$$

Keterangan :

Dimana N = jumlah lilitan kawat

Untuk potensiometer dengan beban RL besarnya keluaran

adalah :

$$\frac{V_o}{V_I} = \frac{\alpha}{1 + \alpha(1-\alpha)\frac{R_P}{R_L}} \quad (19)$$

Keterangan :

α = faktor pembagi

R_L = hambatan beban

Contoh :

Sebuah potensiometer dicatu dengan tegangan sebesar 3 V tanpa beban pada saat saklar geser pada posisi 2 ohm, dengan beban total 12 ohm. Berapakah tegangan outputnya?

Penyelesaian

$$V_i = 3 \text{ V}$$

$$R = 2 \text{ ohm}$$

$$R_T = 12 \text{ ohm}$$

$$\text{Jadi } \frac{V_o}{V_t} = \frac{R}{R_T}$$

$$\frac{V_o}{3V} = \frac{2}{12} \quad V_o = \frac{2}{12} 3 = 0,5 \text{ V}$$

2) Sensor Kecepatan

Tachometer adalah sebuah generator kecil yang membangkitkan tegangan DC ataupun tegangan AC. Tachometer DC dan AC bekerja pada medan konstan. pengukuran RPM (kecepatan putaran poros) didasarkan pada arus listrik yang dihasilkan. Hubungan antara tegangan keluaran dan putaran adalah :

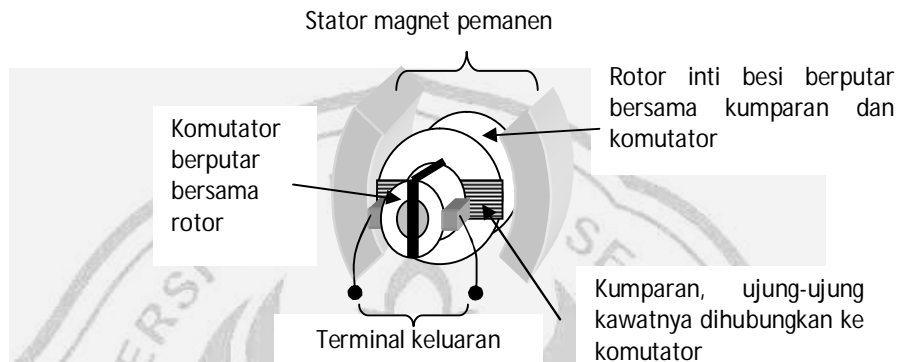
$$V_g = K\omega \quad (20)$$

Keterangan :

V_g = tegangan keluaran

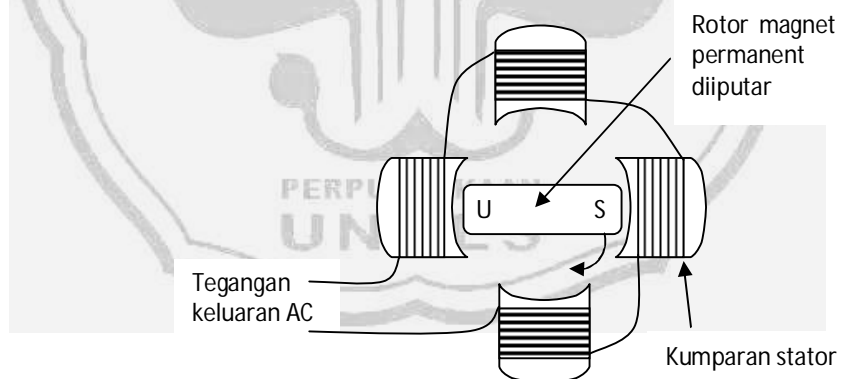
K = konstanta tachometer

ω = kecepatan poros



*Gambar2.17. Kontruksi Tacho Generator DC
Sumber Sensor dan Transduser.*

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:21).



*Gambar 2.18. Kontruksi Tacho Generator AC
Sumber Sensor dan Transduser.*

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:22)

Contoh :

Sebuah tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putaran motor sebesar 50 rpm, berapakah tegangan keluaran yang dihasilkan oleh tachometer?

Penyelesaian

Konstanta tachometer adalah 2, maka

$$V_g = 2 \times 50$$

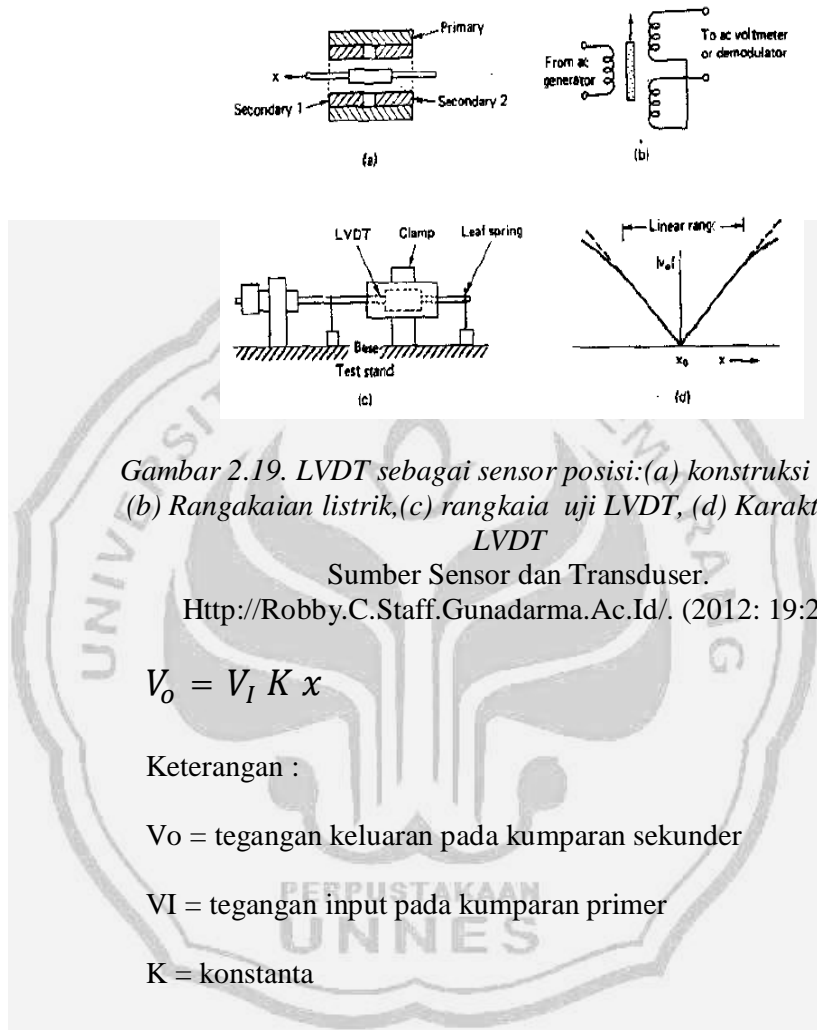
$$= 100 \text{ V}$$

3) Sensor Tekanan**a) Linear Variable Diferential Transformer (LVDT)**

LVDT terdiri dari satu kumparan primer dan dua kumparan skunder yang ditempatkan pada kedua sisi kumparan primer. Kumparan skunder mempunyai jumlah gulungan yang sama tetapi mereka dihubungkan secara seri secara berlawanan sehingga gaya gerak listrik (ggl) yang diindusir didalam kumparan skunder tersebut saling berlawanan.

LVDT memanfaatkan perubahan induksi magnet dari kumparan primer ke dua kumparan sekunder. Dalam keadaan setimbang, inti magnet terletak ditengah dan kedua kumparan sekunder menerima fluks yang sama. dalam keadaan tidak setimbang, Fluks pada satu kumparan naik dan yang lainnya

turun. Tegangan yang dihasilkan pada sekunder sebanding dengan perubahan posisi inti magnetic.



Gambar 2.19. LVDT sebagai sensor posisi:(a) konstruksi LVDT, (b) Rangkaian listrik,(c) rangkaia uji LVDT, (d) Karakteristik LVDT

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:23).

$$V_o = V_I K x \quad (21)$$

Keterangan :

V_o = tegangan keluaran pada kumparan sekunder

V_I = tegangan input pada kumparan primer

K = konstanta

x = perubahan posisi

contoh :

sebuah LVDT dipasang pada sebuah mesin industri, dicatu dengan tegangan sebesar 12 V. Perubahan posisi dari posisi awal keposisi akhir adalah 1cm. Berapakah tegangan outputnya, jika nilai konstanta adalah 4?

Penyelesaian

$$V_i = 12 \text{ V}$$

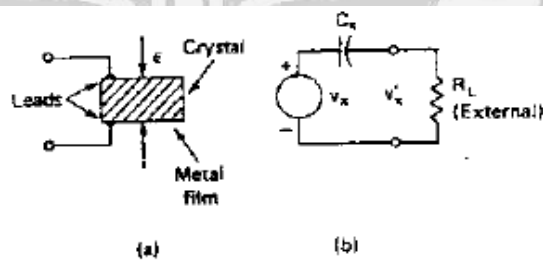
$$K = 4$$

$$X = 1 \text{ cm}$$

$$\text{Jadi } V_o = 12 \cdot 4 \cdot 1 \quad V_o = 48 \text{ V}$$

b) Transduser Piezoelectric

Bahan-bahan kristal yang tidak simetri seperti kuartz, garam rochelle, dan barium titanit, menghasilkan suatu ggl bila di beri gaya tekan. Sifat ini diterapkan dalam transduser piezoelectric, Sebuah gaya diberikan menghasilkan sebuah ggl pada kristal, yang sebanding dengan besarnya tekanan yang diberikan (dimasukkan)



Gambar2.20. Transduser Piezoelektrik: (a) konstruksi PE, (b) rangkaian ekivalen PE

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:24).

Muatan induksi pada kristal itu sebanding dengan gaya yang diberikan dan diberikan oleh

$$Q = d \cdot F \quad (22)$$

Keterangan :

Q = coulomb

F = newton

d = konstanta piezoelektrik

$$V = g \cdot t \cdot p \quad (23)$$

Keterangan :

V = tegangan

g = kepekaan tegangan

t = tebal kristal

p = tekanan

$$g = d/\epsilon \quad (24)$$

Contoh :

Sebuah kristal piezoelektrik yang tebalnya 2mm dan mempunyai kepekaan tegangan 0,055 Vm/N diberi tekanan 200 psi. Hitunglah keluaran tegangannya.

Penyelesaian

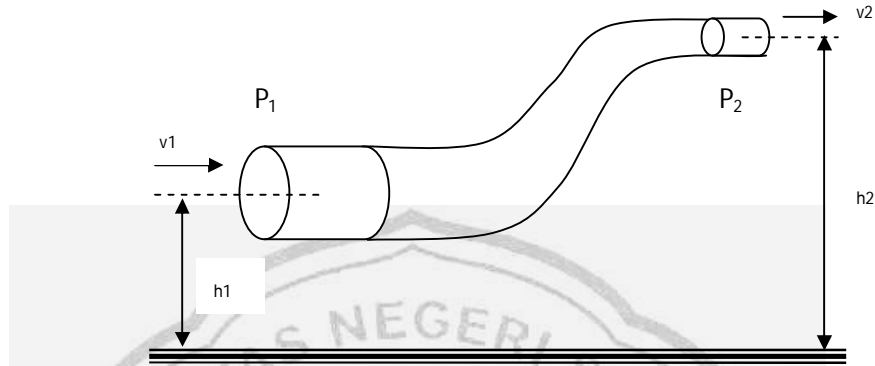
$$P = (200)(6,895 \times 10^3) = 1,38 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$T = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{Jadi } E = (0,055)(2 \times 10^{-3})(1,38 \times 10^6) = 151,8 \text{ V}$$

4) Sensor Aliran

a) Sensor Aliran Berdasarkan Perbedaan Tekanan



Gambar 2.21. Hukum Kontinuitas
Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:25).

Metoda ini berdasarkan Hukum Bernoulli

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 \quad (25)$$

Keterangan :

P = tekanan fluida

ρ = masa jenis fluida

v = kecepatan fluida

g = gravitasi bumi

h = tinggi fluida (elevasi)

Jika h_1 dan h_2 dibuat sama tingginya maka

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \text{ atau } \frac{1}{2} \rho \cdot (v_1^2 - v_2^2) = P_2 - P_1 \quad (26)$$

Prinsip dasarnya adalah membentuk sedikit perubahan kecepatan dari aliran fluida sehingga diperoleh perubahan

tekanan yang dapat diamati. Perubahan kecepatan aliran fluida dapat dilakukan dengan mengubah diameter pipa.

Perhatikan rumus berikut: $A_1 \cdot D_1 = A_2 \cdot D_2$, di mana : A = luas penampang pipa, D = debit fluida. Karena debit fluida berhubungan langsung dengan kecepatan fluida, maka jelas kecepatan fluida dapat diubah dengan cara mengubah diameter pipa.

Pipa Pitot

Alat ukur terdiri dari pipa dimana dibagian dalamnya diberi pelat berlubang lebih kecil dari ukuran diameter pipa. Sensor tekanan diletakan disisi pelat bagian inlet (P1) dan satu lagi dibagian sisi pelat bagian outlet (P2). Jika terjadi aliran dari inlet ke outlet, maka tekanan P1 akan lebih besar dari tekanan outlet P2. Jumlah fluida yang mengalir per satuan waktu (m³/dt) adalah :

$$Q = KA_2 \sqrt{\frac{2g}{\rho} \sqrt{P_1 - P_2}} \quad (27)$$

Keterangan :

Q = jumlah fluida yang mengalir (m³/dt)

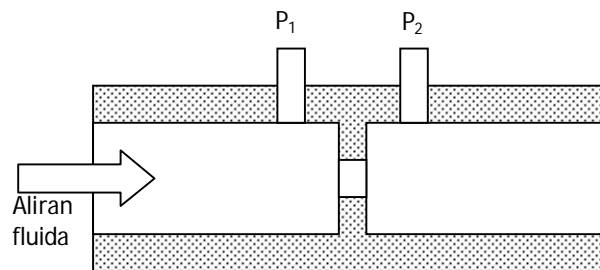
K = konstanta pipa

A₂ = luas penampang pipa sempit

P = tekanan fluida pada pipa 1 dan 2

ρ = masa jenis fluida

g = gravitasi bumi



$$P_1 > P_2$$

Gambar 2.22. Pipa Pitot
Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:26).

Pipa Venturi

Bentuk lain dari pengukuran aliran dengan beda tekanan adalah pipa venturi. Pada pipa venturi, pemercepat aliran fluida dilakukan dengan cara membentuk corong sehingga aliran masih dapat dijaga agar tetap laminar. Sensor tekanan pertama (P_1) diletakkan pada sudut tekanan pertama dan sensor tekanan kedua diletakkan pada bagian yang plaing menjorok ke tengah. Pipa venturi biasa dipergunakan untuk mengukur aliran cairan.

$$Q = KA_2 \sqrt{\frac{2g}{\rho} \sqrt{P_1 - P_2}}$$

Q = jumlah fluida yang mengalir (m^3/dt)

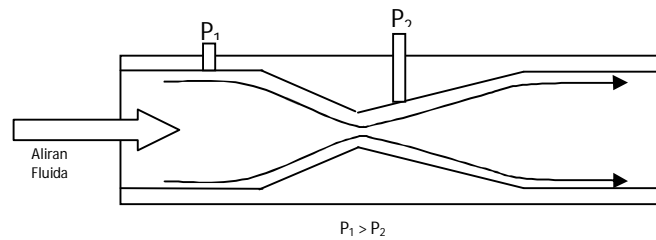
K = konstanta pipa

A_2 = luas penampang pipa sempit

P = tekanan fluida pada pipa 1 dan 2

ρ = masa jenis fluida

g = gravitasi bumi



Gambar 2.23. Pipa Venturi
Sumber Sensor dan Transduser.

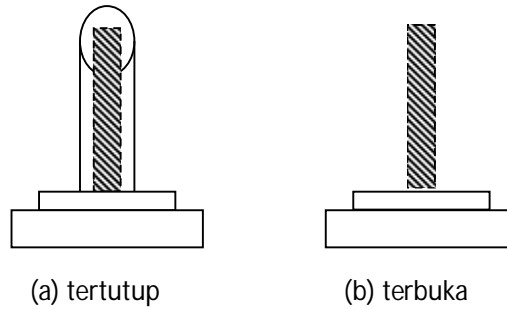
[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:27).

b) Cara Thermal

Pengukuran dengan menggunakan cara thermal dapat dilakukan dengan cara-cara :

Anemometer kawat panas

Metoda ini cukup sederhana yaitu dengan menggunakan kawat yang dipanaskan oleh aliran listrik, arus yang mengalir pada kawat dibuat tetap konstan menggunakan sumber arus konstan. Jika ada aliran udara, maka kawat akan mendingin (seperti kita meniup lilin) dengan mendinginnya kawat, maka resistansi kawat menurun. Karena dipergunakan sumber arus konstan, maka kita dapat menyensor tegangan pada ujung-ujung kawat. Sensor jenis ini memiliki sensitivitas sangat baik untuk menyensor aliran gas yang lambat. Namun sayangnya penginstalasian keseluruhan sensor tergolong sulit



Gambar2.24. Kontruksi Anemometer Kawat Panas
Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:28).

Disini berlaku rumus :

$$q = (a + bu^{0.5})(T_w - T_\infty) \quad (28)$$

Keterangan :

T_w = suhu kawat

T_∞ = suhu arus bebas fluida itu

u = kecepatan fluida

a, b = konstanta yang didapatkan dari kalibrasi peranti itu

$$q = i^2 R_w = i^2 R_0 [1 + \alpha(T_w - T_0)] \quad (29)$$

Keterangan :

I = arus listrik

R_0 = tahanan kawat pada suhu rujukan T_0

α = koefisien suhu tahanan itu

contoh :

didalam saluran pipa mengalir limbah tekstil bersuhu 45°C
dengan kecepatan 4 m/s, suhu pada kawat anemometer adalah

80 °C, berapakah laju perpindahan kalor, jika konstanta $a = 5$ dan $b = 10$?

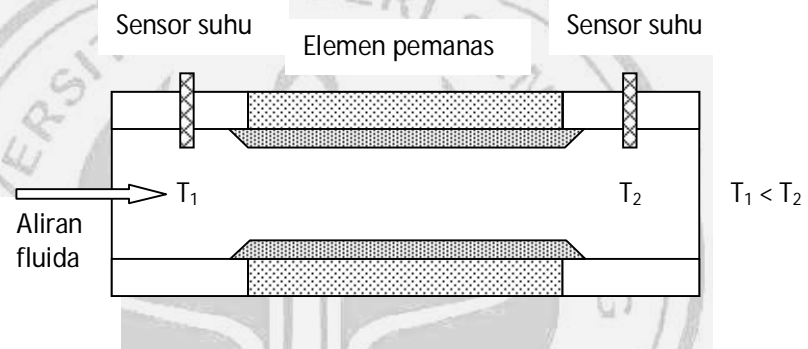
penyelesaian

$$T_w = 80^\circ\text{C} \quad T_\infty = 45^\circ\text{C} \quad u = 4 \text{ m/s} \quad a = 5, b = 10$$

$$q = (5 + 10(4)^{0,5})(80 - 45)$$

$$q = 525$$

Perambatan Panas



*Gambar 2.25. Flowmeter Rambatan Panas
Sumber Sensor dan Transduser.*

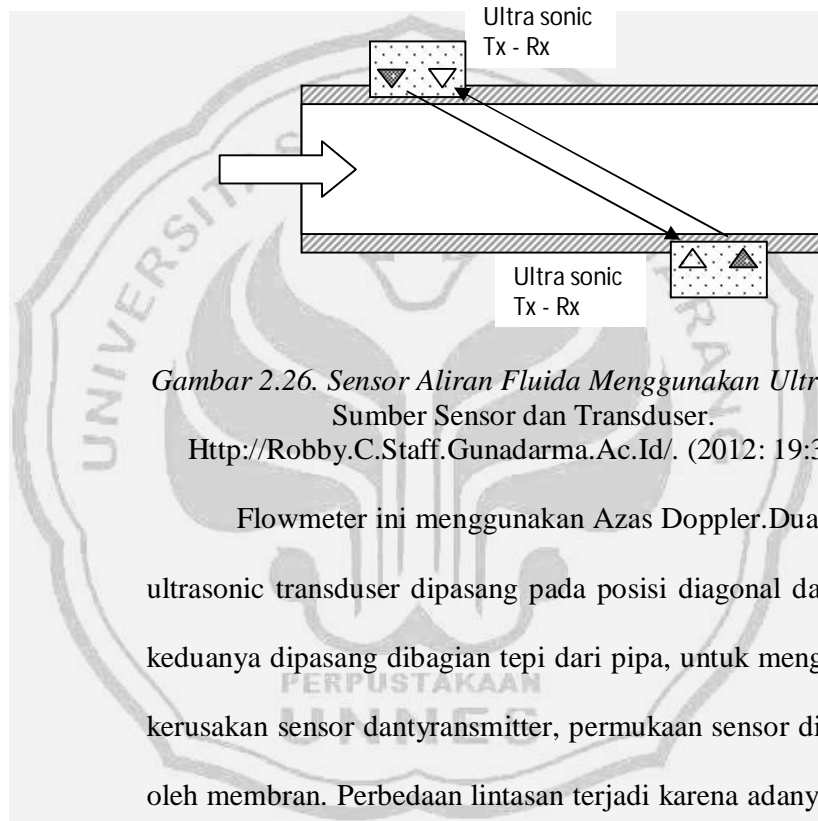
[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:29).

Pada teknik perambatan panas, pemanas dipasang pada bagian luar pipa, pipa tersebut terbuat dari bahan logam. Di kiri dan kanan pemanas, dipasang bahan isolator panas, dan pada isolator ini dipasang sensor suhu. Bila udaramengalir dari kiri ke kanan, maka suhu disebelah kiri akan terasa lebih dingin dibanding suhu sebelah kanan.

Sensor suhu yang digunakan dapat berupa sensor resistif tetapi yang biasa terpasang adalah thermokopel karena memiliki respon suhu yang cepat. Sensor aliran perambatan

panas tipe lama, memanaskan seluruh bagian dari saluran udara, sehingga dibutuhkan pemanas sampai puluhan kilowatt, untuk mengurangi daya panas tersebut digunakan tipe baru dengan membelokkan sebagian kecil udara kedalam sensor

Flowmeter Ultrasonic



Gambar 2.26. Sensor Aliran Fluida Menggunakan Ultrasonic Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:30).

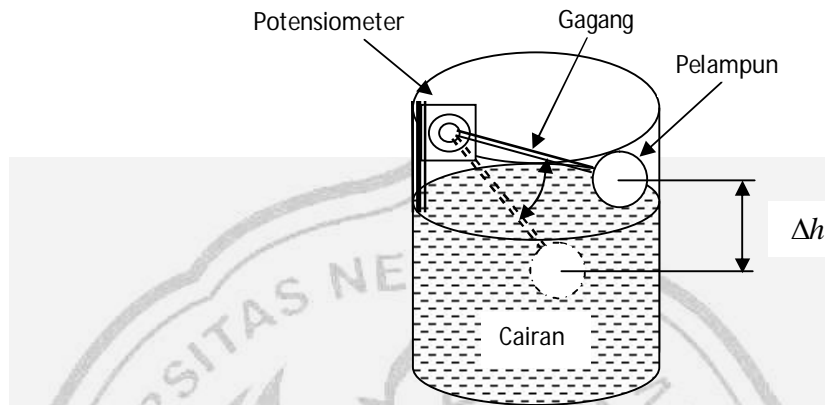
Flowmeter ini menggunakan Azas Doppler. Dua pasang ultrasonic transduser dipasang pada posisi diagonal dari pipa, keduanya dipasang dibagian tepi dari pipa, untuk menghindari kerusakan sensor dan transmitter, permukaan sensor dihalangi oleh membran. Perbedaan lintasan terjadi karena adanya aliran fluida yang menyebabkan perubahan phase pada sinyal yang diterima sensor ultrasonic

5) Sensor Level

Pengukuran level dapat dilakukan dengan bermacam cara antara lain dengan: pelampung atau displacer, gelombang udara, resistansi, kapasitif, ultra sonic, optic, thermal, tekanan, sensor

permukaan dan radiasi. Pemilihan sensor yang tepat tergantung pada situasi dan kondisi sistem yang akan di sensor.

a) Menggunakan Pelampung

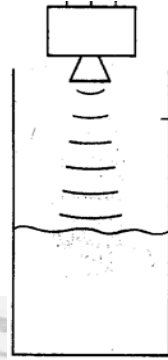


*Gambar 2.27. Sensor Level Menggunakan Pelampung
Sumber Sensor dan Transduser.*

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:31).

Cara yang paling sederhana dalam penyensor level cairan adalah dengan menggunakan pelampung yang diberi gagang. Pembacaan dapat dilakukan dengan memasang sensor posisi misalnya potensiometer pada bagian engsel gagang pelampung. Cara ini cukup baik diterapkan untuk tanki-tanki air yang tidak terlalu tinggi.

b) Menggunakan Ultrasonik



Gambar 2.28. Teknik Penyensoran Level Cairan Cara Thermal

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:32).

Jika kita menggunakan sensor ultrasonik, sinyal yang dipindahkan berdasarkan kecepatan suara, waktu pengiriman dan penerimaan diukur dari jarak jangkauan ke permukaan yang dituju. Jarak yang diukur berkisar antara 0,5 m – 10 m, dan pengukurannya mengikuti perumusan berikut :

$$d = 0,5. v. t \quad (30)$$

Keterangan :

d = jarak ke permukaan obyek

v = kecepatan suara (331,5 m/detik)

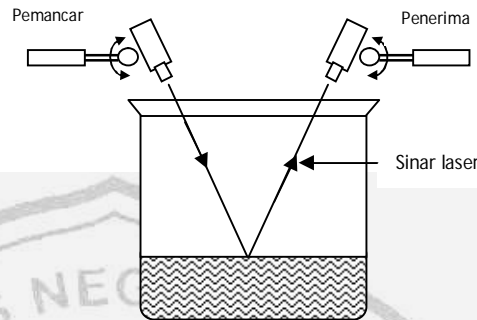
t = total waktu memancar dan memantul kembali

c) Menggunakan Cara Optik

Pengukuran level menggunakan optic didasarkan atas sifat pantulan permukaan atau pembiasan sinar dari cairan

yang disensor. Ada beberapa carayang dapat digunakan untuk penyensoran menggunakan optic yaitu:

Menggunakan Sinar Laser



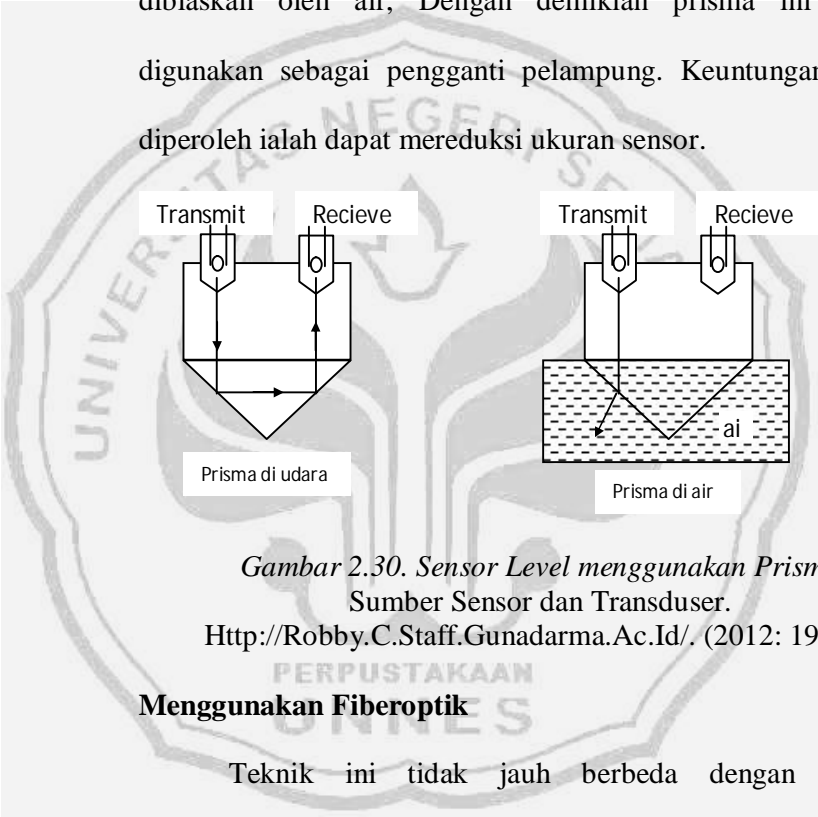
Gambar 2.29. Sensor Level menggunakan Sinar Laser
Sumber Sensor dan Transduser.
[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:33).

Sinar laser dari sebuah sumber sinar diarahkan ke permukaan cairan, kemudian pantulannya dideteksi menggunakan detector sinar laser. Posisi pemancar dan detector sinar laser harus berada pada bidang yang sama. Detektor dan sumber sinar laser diputar. Detektor diarahkan agar selalu berada pada posisi menerima sinar. Jika sinar yang datang diterima oleh detektor, maka level permukaan cairan dapat diketahui dengan menghitung posisi-posisi sudut dari sudut detektor dan sudut pemancar.

Menggunakan Prisma

Teknik ini memanfaatkan harga yang berdekatan antara index bias air dengan index bias gelas. Sifat pantulan dari permukaan prisma akan menurun bila prisma dicelupkan

kedalam air. Prisma yang digunakan adalah prisma bersudut 45 dan 90 derajat. Sinar diarahkan ke prisma, bila prisma ditempatkan di udara, sinar akan dipantulkan kembali setelah melewati permukaan bawah prisma. Jika prisma ditempatkan di air, maka sinar yang dikirim tidak dipantulkan akan tetapi dibiaskan oleh air, Dengan demikian prisma ini dapat digunakan sebagai pengganti pelampung. Keuntungan yang diperoleh ialah dapat mereduksi ukuran sensor.

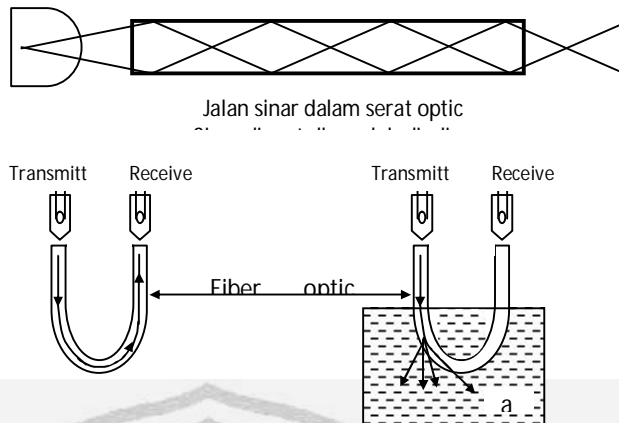


Gambar 2.30. Sensor Level menggunakan Prisma Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:34).

Menggunakan Fiberoptik

Teknik ini tidak jauh berbeda dengan teknik penyensoran permukaan air menggunakan prisma, yaitu menggunakan prinsip pemantulan dan pembiasan sinar. Jika fiber optic diletakan di udara, sinar yang dimasukan ke fiber optic dipantulkan oleh dinding fiber optic, sedangkan bila fiber optic telanjang dimasukan ke air, maka dinding fiber optic tidak lagi memantulkan sinar.

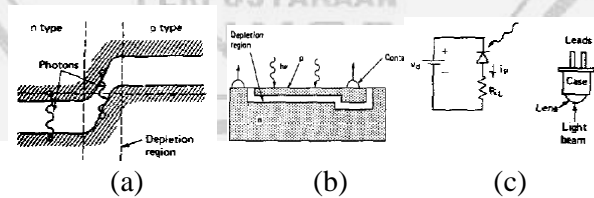


Gambar 2.31. Sensor Level menggunakan Serat Optik
Sumber Sensor dan Transduser.
[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:35).

c. Sensor Optik Atau Cahaya

Sensor optic atau cahaya adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai benda atau ruangan.

1) Photo Semikonduktor



Gambar 2.32 . Konstruksi Dioda Foto (a) junction harus dekat permukaan (b) lensa untuk memfokuskan cahaya (c) rangkaian dioda foto

Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:36).

Divais photo semikonduktor memanfaatkan efek kuantum pada *junction*, energi yang diterima oleh elektron yang

memungkinkan elektron pindah dari ban valensi ke ban konduksi pada kondisi bias mundur.

Bila semikonduktor jenis N disinari cahaya, maka elektron yang tidak terikat pada struktur kristal akan mudah lepas. Kemudian bila dihubungkan semikonduktor jenis P dan jenis N dan kemudian disinari cahaya, maka akan terjadi beda tegangan diantara kedua bahan tersebut. Beda potensial pada bahan ilikon umumnya berkisar antara 0,6 volt sampai 0,8 volt.

Responsivitas atau ketanggapan R_v suatu detektor didefinisikan oleh

$$R_v = \frac{apk (rms) tegangan keluaran}{apk (rms) daya yang menimpa detektor} \quad (31)$$

Daya setara derau (noise equivalent power, NEP) didefinisikan sebagai masukan radiasi minimum yang dapat menghasilkan rasio sinyal terhadap derau sebesar 1. Detektifitas D didefinisikan sebagai

$$D = \frac{R_v}{apk derau tegangan keluaran sel} \quad (32)$$

Detektifitas ialah kebalikan NEP. Detektifitas dinormalisasi D^* didefinisikan sebagai

$$D^* = (A \Delta f)^{1/2} D \quad (33)$$

Dimana A adalah luas detektor dan Δf lebar pita setara derau.

Satuan D^* biasanya adalah $\text{cm.Hz}^{1/2}/\text{W}$

Contoh :

Hitunglah radiasi yang menimpa 2 μm yang diperlukan untuk menghasilkan rasio sinyal dan derau sebesar 40 dB dengan detektor timbal sulfida pada suhu kamar ; luas bidang 1mm²

Penyelesaian

Pertama-tama kita sisipkan persamaan

$$R_v = \frac{\text{apk (rms) tegangan keluaran}}{\text{apk (rms) daya yang menimpa detektor}}$$

Dan

$$D = \frac{R_v}{\text{apk derau tegangan keluaran sel}}$$

$$\text{Kedalam } D^* = (A \Delta f)^{1/2} D$$

$$D^* = (A \Delta f)^{1/2} \frac{E_0}{E_{\text{derau}}} \frac{1}{P_{\text{penimpa}}}$$

$D^* = 1,5 \times 10^{11} \text{ cm.Hz}^{1/2}/\text{W}$ untuk $\Delta f = 1 \text{ Hz}$. Untuk rasio S/N = 40 dB, kita dapat

$$40 = 20 \log E_0/E_{\text{derau}} \quad \text{sehingga} \quad E_0/E_{\text{derau}} = 100$$

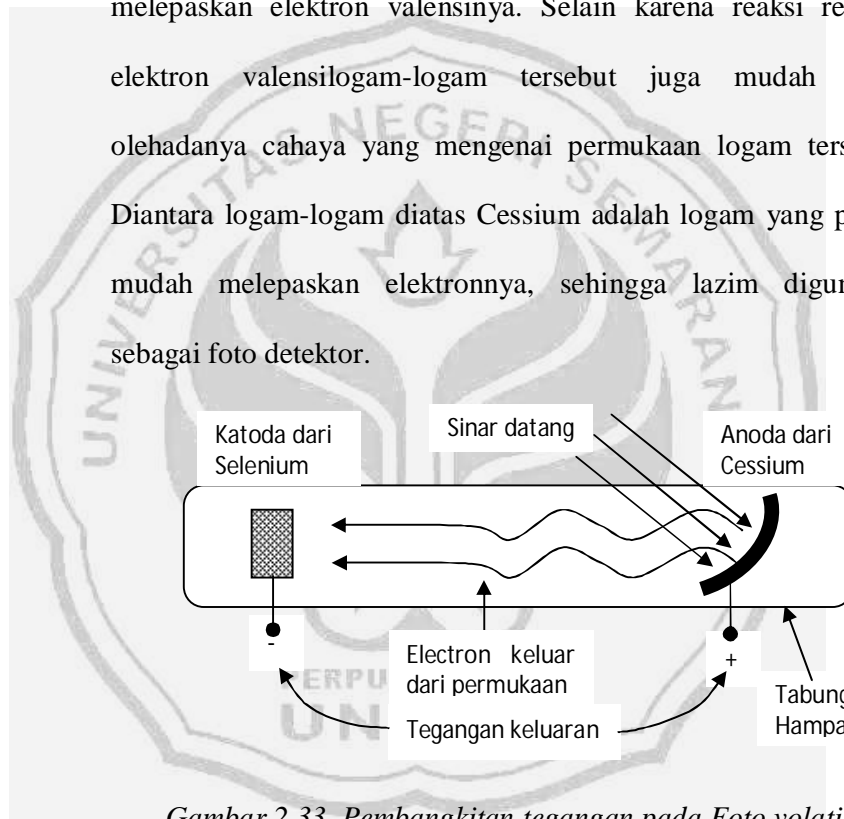
Dengan menggunakan $A = 10^{-2} \text{ cm}^2$ dari persamaan pertama menghasilkan

$$1,5 \times 10^{11} = \frac{(10^{-2})^{1/2}(1)(100)}{P_{\text{penimpa}}}$$

$$\text{Jadi } P_{\text{penimpa}} = 1,7 \times 10^{-11} \text{ W}$$

2) Sel Photovoltaic

Efek sel photovoltaik terjadi akibat lepasnya elektron yang disebabkan adanya cahaya yang mengenai logam. Logam-logam yang tergolong golongan 1 pada sistem periodik unsur-unsur seperti Lithium, Natrium, Kalium, dan Cesium sangat mudah melepaskan elektron valensinya. Selain karena reaksi redoks, elektron valensi logam-logam tersebut juga mudah lepas oleh adanya cahaya yang mengenai permukaan logam tersebut. Diantara logam-logam diatas Cesium adalah logam yang paling mudah melepaskan elektronnya, sehingga lazim digunakan sebagai foto detektor.



Gambar 2.33. Pembangkitan tegangan pada Foto volatik Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:37).

Tegangan yang dihasilkan oleh sensor foto voltaik adalah sebanding dengan frekuensi gelombang cahaya (sesuai konstanta Plank $E = h.f$). Semakin kearah warna cahaya biru, makin tinggi tegangan yang dihasilkan. Tingginya intensitas listrik akan berpengaruh terhadap arus listrik. Bila foto voltaik diberi beban

maka arus listrik dapat dihasilkan adalah tergantung dari intensitas cahaya yang mengenai permukaan semikonduktor.

Dalam kehidupan sehari-hari foto voltaik digunakan sebagai pembangkit energi listrik berbasis sinar matahari dengan memanfaatkan sifat-sifatnya tersebut yang sering disebut sel surya. Sekarang ini selsurya mulai banyak digunakan pada lampu lalu lintas dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energinya yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik. Bahkan sudah ada rumah-rumah yang mulai menggunakan selsurnya sebagai penyuplai energi listrik untuk kebutuhan sehari-hari.

Menghitung Daya dan Efisiensi Sel Surya

Sebelum mengetahui daya sesaat yang dihasilkan kita harus mengetahui energi yang diterima, dimana energi tersebut adalah perkalian intensitas radiasi yang diterima dengan luasan dengan persamaan

$$E = I_r \times A \quad (34)$$

dimana :

I_r = Intensitas radiasi matahari (W/m²)

A = Luas permukaan (m²)

Sedangkan untuk besarnya daya sesaat yaitu perkalian tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = V \times I \quad (35)$$

Keterangan : :

P= Daya (Watt)

V= Beda potensial (Volt)

I= Arus (Ampere)

Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari sinar matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data. Sehingga efisiensi yang dihasilkan :

$$P = I_r \times A \quad (36)$$

dimana:

$$\text{Efisiensi (\%)} = (\text{output} / \text{input}) \times 100\% \quad (37)$$

Keterangan :

I_r = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

P = Daya listrik (Watt)

A = Luasan sel surya (m²)

Contoh :

Sebuah sel surya dengan luas 4 m² dan intensitas radiasi matahari sebesar 20 Watt/ m², berapakah daya yang dapat dihasilkan oleh sel surya tersebut?

Penyelesaian

$$P = 20 \times 4$$

$$= 80 \text{ Watt}$$

3) Light Emitting Diode (LED)

LED adalah jenis dioda yang dapat memancarkan cahaya apa bila diberi sebuah tegangan, cahaya baru nampak pada tegangan 1.4 – 2,7 volt. Junction mengalami kerusakan pada tegangan 3 volt, gunakan resistor seri untuk membatasi arus/tegangan. Prinsip kerja kebalikan dari dioda foto. Warna (panjang gelombang) ditentukan oleh band-gap. Intensitas cahaya hasil berbanding lurus dengan arus.

Tegangan Pada LED

Color Potential Difference (LED voltage)

Infrared : 1.6 V

Merah : 1.8 V - 2.1 V

Orange : 2.2 V

Kuning : 2.4 V

Hijau : 2.6 V

Biru : 3.0 V - 3.5 V

Putih : 3.0 V - 3.5 V

Ultraviolet : 3.5 V

Menentukan Nilai Resistor Pada LED) series / parallel berdasar pada $HK.Ohm$

$$V = IR \quad (38)$$

Nilai Resistor = (Teg. source – Teg. LED voltage) / LED current

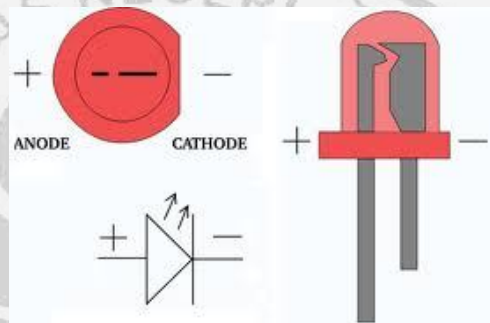
Merah LED resistor values (12 V- 1.8V) /0.02 A = 510 ohms

Biru LED resistor values (12V - 3V) / 0.02 A = 450 ohms

Putih LED resistor values (12V -3V)/0,02 A = 450 ohms

Kuning LED resirtor values (12 V – 2,4)/0.02 =

Hijau LED resirtor values (12 V – 2,6)/0.02 =



Gambar 2.34. Karakteristik LED Sumber
<http://www.adipedia.com/2011/03/light-emitting-diode-led.html>.(2012: 19:38).

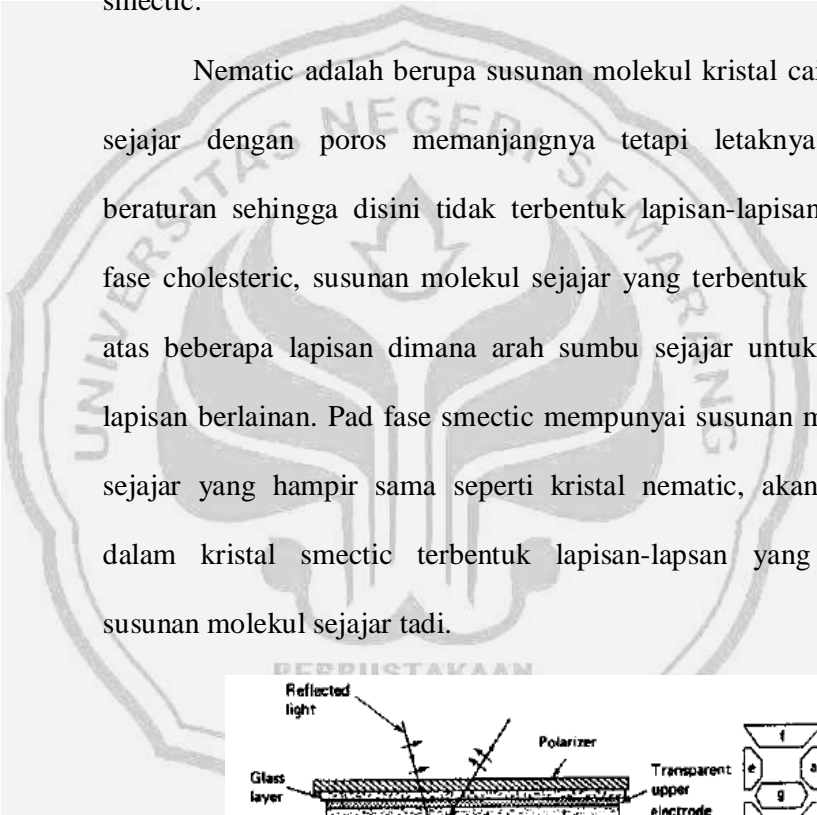
4) Liquid Crystal Displays (LCD)

Liquid crystal display (LCD) adalah alat peraga elektronik yang dapat menghasilkan bermacam-macam karakter antara lain angka-angka tujuh segmen, alpanumeric (angka dan huruf), atau bentuk-bentuk khusus (merk dagang, simbol perusahaan) dan sebagainya. Keistimewaan dari LCD adalah dapat bekerja pada tegangan yang relatif rendah (1 sampai 5 volt).

Sejumlah zat-zat organik mempunyai sifat apa bila dipanaskan secara perlahan-lahan maka, pada suatu ketika akan

berada pada keadaan semi-liquid yaitu bentuk keadaan antara padat dengan cair. Keadaan demikian disebut “mesomorphic”. Pada fase ini molekul-molekulnya cenderung membentuk susunan yang sejajar dengan poros memanjangnya. Berdasarkan tingkatannya terdapat tiga susunan yaitu, nematic, cholesteric, dan smectic.

Nematic adalah berupa susunan molekul kristal cair yang sejajar dengan poros memanjangnya tetapi letaknya tidak beraturan sehingga disini tidak terbentuk lapisan-lapisan. Pada fase cholesteric, susunan molekul sejajar yang terbentuk terbagi atas beberapa lapisan dimana arah sumbu sejajar untuk setiap lapisan berlainan. Pada fase smectic mempunyai susunan molekul sejajar yang hampir sama seperti kristal nematic, akan tetapi dalam kristal smectic terbentuk lapisan-lapisan yang berisi susunan molekul sejajar tadi.



Gambar 2.35. Kontruksi Liquid Crystal Display (LCD) Sumber Sensor dan Transduser.

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:39).

Suatu lapisan kristal cair nematic satu satu bagian diberi sepasang lapisan elektroda yang sangat tipis sehingga tembus pandang dan sebagian lagi tidak diberi apa-apa. Pada saat tersebut

semua bagian kelihatan bening tembus cahaya. Kemudian kedua elektroda diberi tegangan yang akan menyebabkan terjadinya medan listrik diantara kedua lapisan elektroda tadi. Bagian yang berada pada medan listrik akan kelihatan hitam sedang bagian yang tidak ada elektrodanya akan tetap bening dan tembus cahaya. Kalau salah satu elektroda tadi dibuat berupa segmen-segmen angka peraga maka segmen yang diberi tegangan listrik akan kelihatan hitam, sedang yang tidak diberi tegangan akan kelihatan bening.

Dalam aplikasinya LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (Cathode Ray Tube), yang sudah berpuluh2 tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan lebih keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan. Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah, konsumsi daya yang relatif kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan (menurutku), ketika berlama2 didepan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan CRT.

5) Pyrometer Optis dan Detektor Radiasi Thermal

Pyrometer optik adalah metode pengukuran suhu berdasarkan warna radiasi yang dipancarkan benda panas. Jika suatu permukaan dipanaskan permukaan itu menjadi merah tua, jingga dan akhirnya putih. Didalam pyrometer terdapat filamen lampu, yang dapat diatur arus yang melewatinya. Sehingga dapat disesuaikan gelap terangnya dengan radiasi panas yang dipancarkan benda, besarnya arus yang melewati filamen dapat dikalibrasikan dalam besarnya suhu benda tersebut.

$$T = \left(\frac{E}{\epsilon\sigma}\right)^{\frac{1}{4}} \quad (39)$$

Keterangan :

T = suhu absolut, °R atau K

E = daya emisi W/m^2

ϵ = emisivitas

σ = konstanta stefan-boltzman = $0,1714 \times 10^{-8} \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°R}^4$
 $= 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}^4$

Emisivitas ϵ didefinisikan oleh

$$\epsilon = \frac{E}{E_b} \quad (40)$$

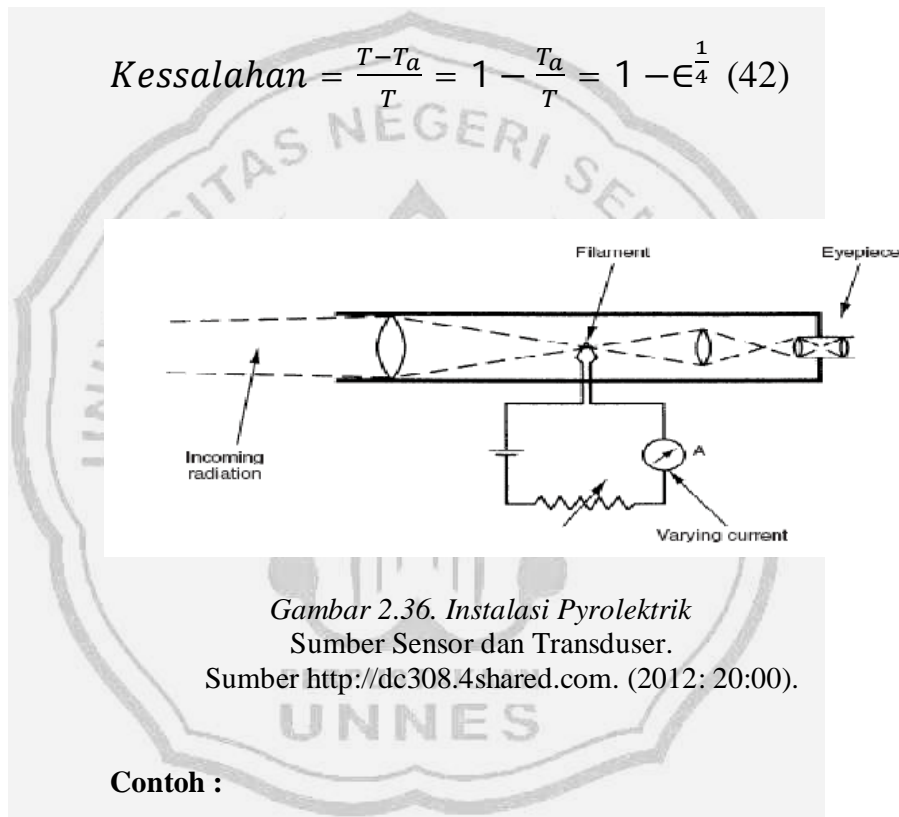
Dimana E ialah dayaemisi suatu permukaan nyata. Dan E_b daya emisi beda hitam pada suhu yang sama

Suhu kentara (apparent) benda hitam ialah nilai yang dihitung dari persamaan diatas dengan $\epsilon = 1$, atau

$$T_a = \left(\frac{E}{\sigma}\right)^{\frac{1}{4}} \quad (41)$$

Jika suatu kentara dianggap suhu yang diukur, kesalahan suhu disebabkan kondisi tak benda hitam ialah

$$\text{Kessalahan} = \frac{T - T_a}{T} = 1 - \frac{T_a}{T} = 1 - \epsilon^{\frac{1}{4}} \quad (42)$$



Contoh :

Energi yang dipancarkan dari sepotong logam diukur, dan suhunya ditentukan 1050 °C, dan emisivitas permukaan diandaikan 0,82. Kemudian baru diketahui emisivitas sebenarnya ialah 0,75. Hitunglah kesalahan dalam penentuan suhu?

Penyelesaian

Energi yang dipancarka diberikan oleh $q/A = \epsilon \sigma T^4$

Dimana $T = 1050\text{ }^{\circ}\text{C} = 1323\text{ K}$, $\epsilon = 0,82$. Kita ingin menghitung suhu sebenarnya T' sehingga

$$q/A = \epsilon' \sigma (T)^4$$

dimana $\epsilon' = 0,75$. Jadi

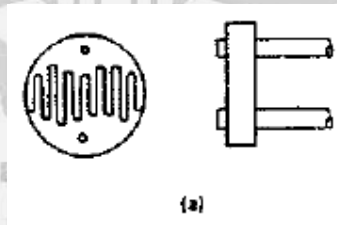
$$(0,82)(1323)^4 = (0,75)(T')^4$$

$$T' = (1323) (0,82/0,75)^{1/4} = 1352\text{ K}$$

Sehingga kesalahan suhu ialah $\Delta T = 1352 - 1323 = 29\text{ }^{\circ}\text{K}$

6) Photosel

Photosel adalah salah satu komponen sensor cahaya yang mempunyai nilai konduktansi sebagai fungsi intensitas cahaya masuk. Komponen ini digunakan pada situasi gelap dan terang. Prinsip kerjanya dengan mengubah nilai resistansi.



Gambar 2.37. Konstruksi dan Karakteristik Fotosel Sumber Sensor dan Transduser.

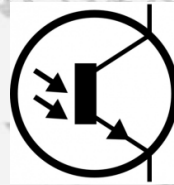
[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:41).

Photosel sering digunakan pada saklar lampu otomatis ketika pada kondisi terang photosel dalam keadaan off dalam keadaan gelap dalam keadaan on hal ini disebabkan karena perubahan hambatan pada kondisi terang dan gelap, pada saat terang hambatannya menurun sedangkan pada saat gelap hambatannya

meningkat. Biasanya photosel digunakan untuk lampu-lampu jalan yang otomatis.

7) Photo Transistor

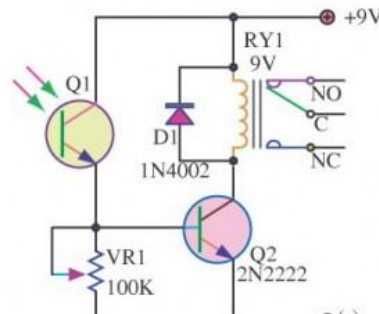
Sama halnya dioda foto, maka transistor foto juga dapat dibuat sebagai sensor cahaya. Teknis yang baik adalah dengan menggabungkan dioda foto dengan transistor foto dalam satu rangkain.



Gambar 2.38. photo transistor
Sumber Sensor dan Transduser.

Sumber <http://www.easyvectors.com>. (2012:07:00)

Light switch dapat dibuat dari photo transistor. Rangkaian light switch atau saklar terkendali cahaya ini sangat sederhana, karena dibuat dengan 1 buah transistor, 1 buah photo transistor, 1 buah relay, 1 buah variabel resistor dan dioda. Rangkaian light switch ini dapat bekerja pada tegangan 6 – 12 VDC atau tegangan DC yang laian sesuai dengan relay yang digunakan. Untuk mengatur sensitifitas penerimaan cahaya diatur dengan VR1. Rangkaian Light Switch With Photo Transistor ini dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa lampu secara paralel dengan daya tergantung dari kemampuan relay yang digunakan.



Gambar 2.39. rangkaian light switch
Sumber Sensor dan Transduser.

Sumber <http://buatberbagisaja.wordpress.com>. (2012: 20:00).

Rangkaian Light Switch With Photo Transistor diatas dapat digunakan untuk mengendalikan lampu taman, lampu jalan, atau lampu yang ingin dinyalakan di malam hari saja secara otomatis.

D. Kerangka Berfikir

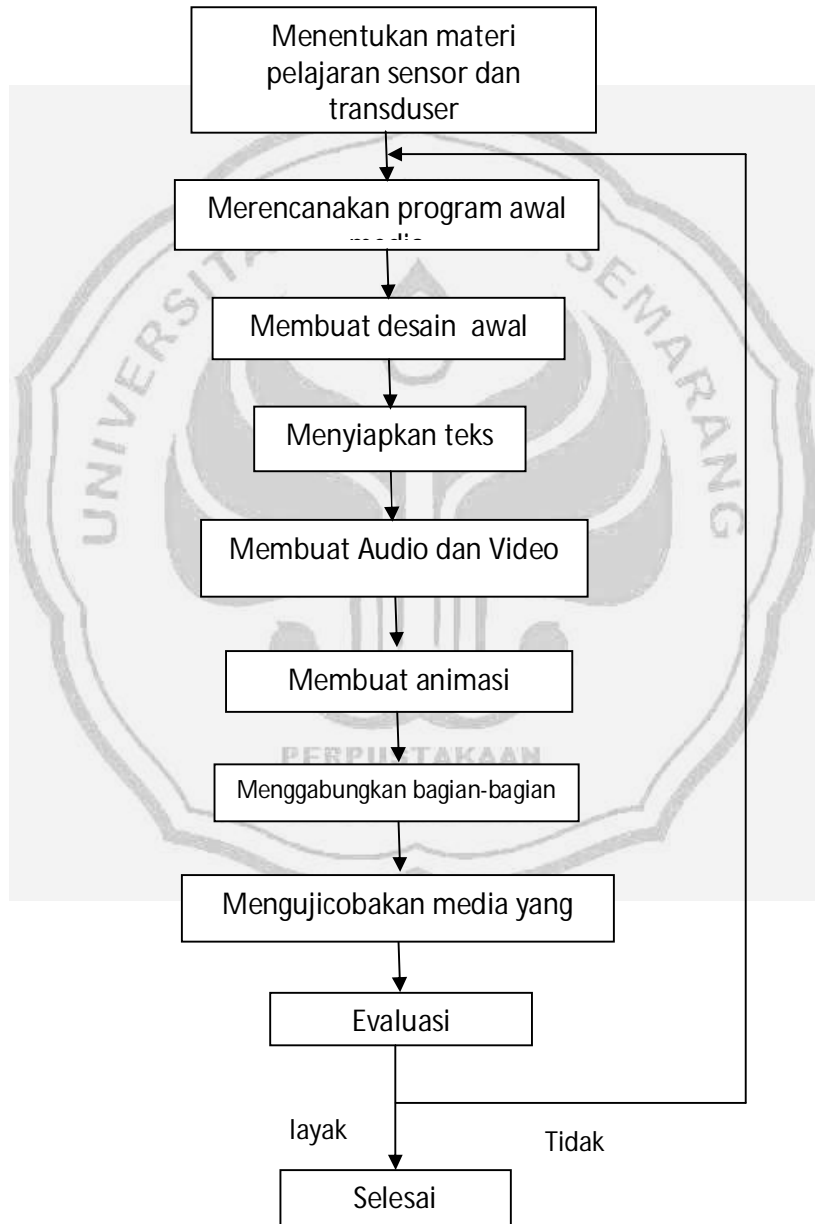
1. Membuat Media Pembelajaran Yang Baik Sebagai Sarana Pembelajaran

Dalam kegiatan belajar perlu adanya suatu sarana yang membantu serta memudahkan dalam memahami materi yang sedang dipelajari. Dalam hal ini adalah bagaimana membuat alat bantu atau media pembelajaran pada matakuliah sensor dan transduser.

Pemakaian media pembelajaran dalam proses belajar dapat membangkitkan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, sehingga media pembelajaran interaktif mata kuliah Sensor dan Transduser ini dapat mengatasi kekurangan media pembelajaran yang lain.

2. Skema Prosedur Kerja

Dalam penelitian ini diperlukan prosedur kerja yang sistematis dan terarah sehingga dapat terencana dengan baik. Adapun prosedur kerja yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini adalah :



Gambar 2.40. skema prosedur kerja

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Karakteristik Penelitian

1. Populasi

Populasi adalah keseluruhan subjek penelitian (Arikunto, 2006:130). Dalam penelitian ini yang akan menjadi populasi adalah mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang angkatan 2009 dan 2010 yang sudah mengikuti mata kuliah Sensor dan Transduser.

2. Sampel penelitian

Sampel adalah sebagian atau wakil populasi yang diteliti (Arikunto, 2006:131). Dalam penelitian ini untuk mempermudah pengambilan data, maka peneliti mengambil sampel penelitian. Dengan menggunakan teknik pengambilan sampel random. Jika jumlah subyek kurang dari 100 maka diambil seluruhnya dan jika lebih besar dapat diambil antara 10-15% atau 20-25% atau lebih (Arikunto, 2002: 112).

Mahasiswa yang akan dijadikan sampel penelitian adalah 10 % dari total mahasiswa angkatan 2009 (95 mahasiswa) dan 2010 (69 mahasiswa) program studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang sudah mengikuti mata kuliah Sensor dan Transduser. Alasan pengambilan sampel tersebut, karena 15% mahasiswa yang dijadikan sampel telah mengikuti mata kuliah Sensor dan Transduser. Selain itu,

sebagai penguat data penelitian, peneliti juga menyertakan 1 pakar media pembelajaran dan 2 dosen ahli materi, yaitu dosen yang mengampu mata kuliah Sensor dan Transduser.

B. Subjek dan Tempat Penelitian

Subyek penelitian yang digunakan oleh peneliti seperti yang telah dijelaskan pada sampel yaitu 15% mahasiswa dari angkatan 2009 (95 mahasiswa) dan 2010 (69 mahasiswa) program studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang sudah mengikuti mata kuliah Sensor dan Transduser, 1 pakar media dan 2 dosen ahli materi sebagai penguat data penelitian. Penelitian ini akan dilaksanakan di ruang Laboratorium Komputer gedung E8 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

C. Metode Pengumpulan Data

Suharsimi Arikunto (1999: 151) juga menjelaskan bahwa metode pengumpulan data merupakan cara yang digunakan peneliti dalam mengumpulkan data penelitian. Untuk memperoleh data yang diinginkan sesuai dengan tujuan peneliti sebagai bagian dari langkah pengumpulan data merupakan langkah yang sukar, karena data yang salah akan menyebabkan kesimpulan yang ditarik akan salah.

Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan pengumpulan data dengan menggunakan metode angket atau kuesioner.

Angket atau Kuesioner adalah sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden dalam arti laporan tentang pribadinya, atau hal-hal yang ia ketahui (Suharsimi Arikunto. 2006:151).

Dalam menggunakan metode angket atau kuesioner, instrument yang dipakai dalam mengumpulkan data adalah instrument angket atau kuesioner. Sebelum menyusun sebuah instrument angket, maka harus melalui prosedur berikut ini :

- a. Merumuskan tujuan yang akan dicapai dengan kuesioner.
- b. Mengidentifikasi variabel yang akan dijadikan sasaran kuesioner.
- c. Menjabarkan setiap variabel menjadi sub-variabel yang lebih spesifik dan tunggal.
- d. Menentukan jenis data yang akan dikumpulkan, sekaligus untuk menentukan teknik analisisnya.

Instrumen kuesioner ini digunakan oleh peneliti untuk mengetahui dan memperoleh data serta informasi berupa pendapat mahasiswa tentang hasil dari pembuatan media pembelajaran interaktif yang telah dibuat oleh peneliti untuk dapat dievaluasi dan dikembangkan lebih lanjut agar layak digunakan sebagai media yang menunjang pembelajaran/perkuliahan.

Dalam pengisian instrument angket tersebut, objek penelitian akan menyampaikan sikapnya melalui pernyataan tertulis. Oleh karena itu, dalam instrument ini peneliti menggunakan model skala sikap atau yang sering

disebut *Skala Likert*. Untuk menentukan jumlah jenjang skala sikap dapat ditentukan berdasarkan jumlah kelasnya. Menurut Sugiyono (2007 : 35)

$$K = 1 + 3,3 \log n$$

Keterangan :

K = jumlah kelasnya

n = jumlah data observasi

log = logaritma

sehingga dapat ditentukan

15% dari angkatan 2009 dan 2010

$$= \frac{95+69}{100} \times 15$$

= 24,6 dibulatkan 25 mahasiswa

$$K = 1 + 3,3 \log 25$$

$$= 1 + 3,3 (1,39)$$

= 5,58 dapat dibulatkan menjadi 5 atau 6

Dalam penelitian ini peneliti mengambil 5 jumlah kelas. Jadi berdasarkan perhitungan diatas Angket menggunakan format lima point dari skala *likert*, format dengan alternatif 5 poin/skor sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jenjang kategori Skala Sikap

Kategori	Singkatan	Bobot Nilai
Sangat Setuju	SS	5
Setuju	S	4
Ragu-ragu	R	3
Tidak Setuju	TS	2
Sangat Tidak Setuju	STS	1

D. Metode Analisa Data

1. Langkah-Langkah Analisis Data

Metode analisis data yang peneliti lakukan adalah *Metode Analisis Statistik Deskriptif*. Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Sugiyono, 2011: 147). Dengan metode analisis statistik deskriptif ini, setelah data terkumpul, maka data akan diklasifikasikan menjadi dua kelompok data, yaitu data kuantitatif yang berbentuk angka, dan data kualitatif yang dinyatakan dalam kata-kata. Langkah-langkah yang dilakukan peneliti untuk menganalisis data setelah data terkumpul adalah sebagai berikut :

- a. Memeriksa angket yang telah diisi oleh sampel (responden), yaitu memeriksa kelengkapan isi angket dan menyusun sesuai dengan angket responden.
- b. Mengkuantitatifkan jawaban setiap pertanyaan sesuai indikator dengan memberi skor sesuai dengan bobot yang telah ditentukan.
- c. Membuat tabulasi data.
- d. Menghitung persentase dengan cara membagi suatu skor dengan totalnya dan mengalikan dengan 100 (Mohamad Ali, 1993: 184), seperti rumus berikut :

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan : n = skor variable

N = Skor total

e. Dari persentase yang diperoleh kemudian ditransformasikan ke dalam kalimat yang bersifat kualitatif. Untuk menentukan katagori tinggi, sedang dan rendah dalam bentuk tabel statistik distributif maka perlu menentukan nilai maksimum, nilai minimum, dan intervalnya. Dengan mengadaptasi rumus persentase diatas maka dapat menentukan nilai indeks minimum dan indeks maksimum. Sedangkan untuk menentukan panjang interval, dapat dicari dengan data terbesar dikurangi data terkecil kemudian dibagi dengan jumlah kelas interval (Sugiyono 2011: 172). Dari rumus-rumus tersebut maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1) Menentukan persentase skor maksimal

$$= \frac{\text{Skor Maksimum}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

$$= \frac{5}{5} \times 100\% = 100\%$$

2) Menentukan persentase skor minimal

$$= \frac{\text{Skor Minimum}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$$

3) Menentukan Range = $100\% - 20\% = 80\%$

4) Menentukan interval yang dikehendaki yaitu Sangat layak, layak, cukup layak, kurang layak, tidak layak.

5) Menentukan lebar interval yaitu $80/5 = 16$

Berdasarkan perhitungan dan cara diatas maka diperoleh Range persentase atau kelas interval kriteria kualitatif yang disajikan dalam tabel statistik distribusi sebagai berikut:

Tabel 3.2 Interval pengkategorian skor kriteria kualitatif

Interval	Kriteria
84% < skor ≤ 100%	Sangat Layak
68% < skor ≤ 84%	Layak
52% < skor ≤ 68%	Cukup layak
36% < skor ≤ 52%	Tidak Layak
20% ≤ skor ≤ 36%	Sangat Tidak Layak

2. Mencari Skor Rata-Rata (Mean)

Langkah untuk mencari skor rata-rata (Mean) ini dilakukan peneliti untuk mengetahui nilai rata-rata dari keseluruhan data yang diperoleh, sehingga memudahkan peneliti dalam perumusan kesimpulan hasil penelitian.

Untuk mencari nilai atau skor rata-rata (mean) dapat menggunakan rumus berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_1}{\sum f_1}$$

Keterangan : \bar{x} = skor rata-rata (mean)

$\sum x_1$ = Jumlah seluruh skor

$\sum f_1$ = Jumlah frekuensi

(Sumber: Herrhyanto, Nar. 2007: 4.2)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Deskripsi Hasil Angket dari Dosen

a. Ahli Media

1) Aspek Interaktif

Tabel 4.1 Hasil angket ahli media pada variabel interaktif

No.	Butir Pernyataan	Tanggapan
Kemudahan Program		
1.	Program dapat dimulai dan diinstal dengan mudah	Sangat setuju
2.	Program dapat berjalan dengan baik dalam kondisi normal (perangkat komputer tidak sedang mengalami gangguan)	Sangat setuju
3.	Program dapat diakses dan dioperasikan dimanapun (tidak harus didalam ruang perkuliahan) dan kapanpun (tidak harus saat kegiatan perkuliahan).	Sangat setuju
4.	Terdapat fasilitas program/menu bantuan sehingga tidak menyulitkan Anda dalam menjalankan program	Setuju
Pengelolaan		
5.	Tombol menu dan ikon yang digunakan memudahkan Anda dalam menjalankan program	Setuju
6.	Penggunaan <i>Hyperteks</i> (tombol yang berupa kata) memudahkan dalam menjalankan program	Setuju
7.	Penggunaan tombol navigasi memudahkan Anda dalam menjelajahi program	Setuju
Kualitas Tes		
8.	Media bersifat responsive (dapat memberikan balikan kepada input yang Anda berikan)	Setuju
9.	Terdapat latihan soal/evaluasi yang dijalankan dengan mudah	Setuju
10.	Latihan soal dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan hasil belajar	Ragu-ragu

Dari Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa pada aspek kemudahan program ada tiga butir pernyataan yang ditanggapi sangat setuju dan satu butir pernyataan menanggapi setuju, pada aspek pengelolaan tiga butir pernyataan ditanggapi setuju, serta pada aspek kualitas tes ada dua butir pernyataan yang ditanggapi setuju dan satu butir pernyataan ditanggapi ragu-ragu.

2) Aspek Menarik

Tabel 4.2 Hasil angket ahli media pada variabel menarik

No.	Butir Pernyataan	Tanggapan
Kualitas Tampilan		
1.	Pemakaian warna tidak mengacaukan tampilan layar program	Setuju
2.	Kombinasi warna yang digunakan menarik dan enak dilihat	Setuju
3.	Setiap tampilan program merupakan kombinasi teks, grafis, animasi yang bekerja bersama membuat program tampak jelas dan menarik	Setuju
4.	Desain program yang meliputi teks, grafis, dan animasi saling mendukung	Sangat setuju
5.	Menggunakan jenis huruf dan karakter yang atraktif dan menarik	Setuju
6.	Pemilihan jenis huruf tepat sehingga terbaca dengan jelas	Setuju

Tabel dilanjutkan pada halaman 94

Lanjutan Tabel 4.2

No	Butir Pernyataan	Tanggapan
Kualitas Dokumentasi		
7.	Gambar terlihat jelas dan lebih atraktif	Tidak setuju
8.	Gambar memperjelas materi sehingga lebih mudah untuk dipahami	Setuju
9.	Gambar membantu untuk mengingat informasi yang dipelajari	Setuju
10.	Animasi atau video membantu Anda dalam melihat kejadian yang jarang dijumpai	Sangat setuju
11.	Animasi dan video mempermudah Anda dalam memahami materi	Setuju
12.	Suara musik enak didengar dan membuat Anda merasa nyaman dalam menggunakan program	Setuju
13.	Suara dan intonasi narasi materi terdengar jelas	Tidak setuju
14.	Suara musik dan narasi tidak saling mengganggu	Tidak setuju
15.	Terdapat pengaturan suara musik dan narasi sehingga bisa mengatur sesuai dengan keinginan	Sangat setuju
Respon Pengguna		
16.	Anda dapat mengoperasikan program secara mandiri	Setuju
17.	Anda merasa senang saat menggunakan program	Setuju
18.	Anda tidak merasa bosan dalam menggunakan program meskipun dilakukan dalam waktu yang relative lama	Setuju

Dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa pada aspek kualitas tampilan ada lima butir pernyataan yang ditanggapi setuju dan satu butir pernyataan yang ditanggapi sangat setuju, pada aspek kualitas dokumentasi ada empat butir pernyataan yang ditanggapi setuju, tiga butir pernyataan ditanggapi tidak setuju dan dua butir pernyataan ditanggapi sangat setuju, serta pada aspek respon pengguna tiga butir pernyataan ditanggapi setuju.

b. Ahli Materi

Tabel 4.3 Hasil angket ahli materi pada aspek pendidikan/materi

No.	Butir Pernyataan	Tanggapan	
		Dosen 1	Dosen 2
1.	Program dapat membantu tercapainya tujuan pembelajaran	Setuju	Setuju
2.	Program mempunyai topik yang jelas.	Sangat setuju	Setuju
3.	Isi atau materi dari program sesuai dengan kurikulum yang berlaku	Sangat setuju	Setuju
4.	Program relevan dengan materi yang harus dipelajari mahasiswa.	Setuju	Setuju
5.	Isi materi mempunyai konsep yang benar dan tepat.	Sangat setuju	Setuju
6.	Program dapat mempersingkat waktu penyampaian materi.	Setuju	Ragu-ragu
7.	Program dapat menayangkan kembali materi secara utuh.	Sangat setuju	Setuju
8.	Media bersifat responsive (dapat memberikan balikan kepada input yang Anda berikan)	Setuju	Setuju
9.	Terdapat latihan soal/evaluasi yang dijalankan dengan mudah	Sangat setuju	Setuju
10	Latihan soal dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan hasil belajar	Ragu-ragu	Ragu-ragu

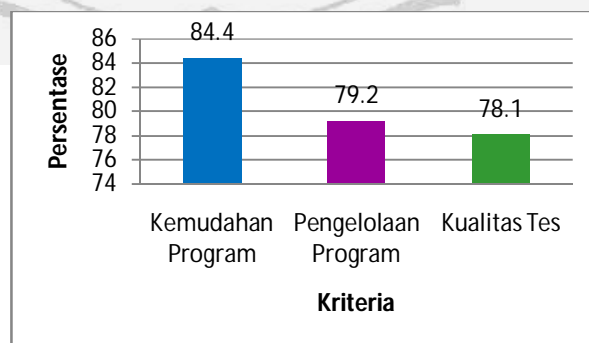
Dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa dosen ahli materi 1 memberi tanggapan butir pernyataan empat untuk setuju, lima untuk sangat setuju dan satu untuk ragu-ragu, serta dosen ahli materi 2 memberi tanggapan butir pernyataan delapan untuk setuju dan dua untuk ragu-ragu

2. Deskripsi Hasil Angket dari Mahasiswa

a. Variabel Interaktif

Tabel 4.4 Hasil angket mahasiswa pada variabel interaktif

No.	Butir Pernyataan	%
Kemudaha Program		84,4
1.	Program dapat dimulai dan diinstal dengan mudah	88
2.	Program dapat berjalan dengan baik dalam kondisi normal (perangkat komputer tidak sedang mengalami gangguan)	88,8
3.	Program dapat diakses dan dioperasikan dimanapun (tidak harus didalam ruang perkuliahan) dan kapanpun (tidak harus saat kegiatan perkuliahan).	8,08
4.	Terdapat fasilitas program/menu bantuan sehingga tidak menyulitkan Anda dalam menjalankan program	80
Pengelolaan Program		79,2
5.	Tombol menu dan ikon yang digunakan memudahkan Anda dalam menjalankan program	81,6
6.	Penggunaan <i>Hyperteks</i> (tombol yang berupa kata) memudahkan dalam menjalankan program	74,4
7.	Penggunaan tombol navigasi memudahkan Anda dalam menjelajahi program	81,6
Kualitas Tes		78,1
8.	Media bersifat responsive (dapat memberikan balikan kepada input yang Anda berikan)	76
9.	Terdapat latihan soal/evaluasi yang dijalankan dengan mudah	80
10.	Latihan soal dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan hasil belajar	78,4



Gambar. 4.1 Grafik hasil angket mahasiswa pada variabel interaktif

Pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.5 diatas, dapat diketahui untuk variabel interaktif ini mendapatkan penilaian dari mahasiswa sebanyak 80,96% dengan pembagian penilaian tiap kriteria sebagai berikut : kriteria kemudahan program (84,4%), kriteria pengelolaan program (79,2%), dan kriteria kualitas tes (78,1%). Sehingga dengan penilaian tersebut media ini dapat dikategorikan “**Layak**” digunakan sebagai media pembelajaran mata kuliah Sensor dan Transduser.

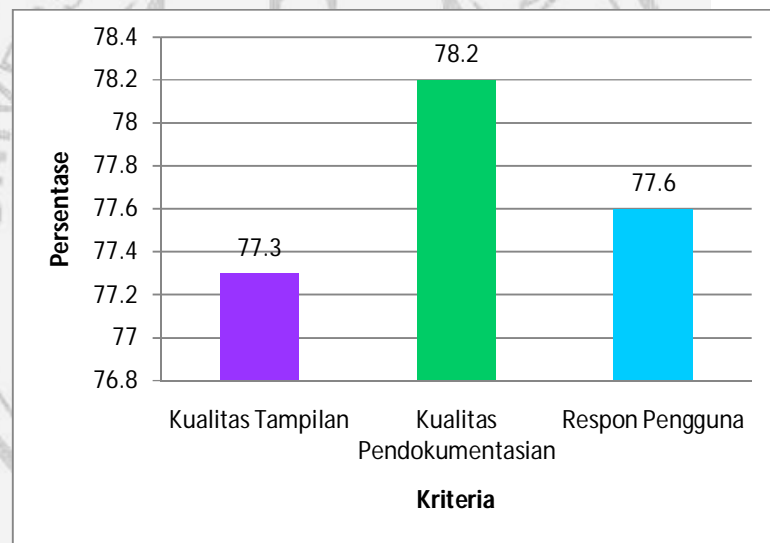
b. Variabel Menarik

Tabel 4.5 Hasil angket mahasiswa pada variabel menarik

No.	Butir Pernyataan	%
Kualitas Tampilan		77,3
1.	Pemakaian warna tidak mengacaukan tampilan layar program	75,2
2.	Kombinasi warna yang digunakan menarik dan enak dilihat	78,4
3.	Setiap tampilan program merupakan kombinasi beberapa komponen berupa teks, grafis, animasi yang bekerja bersama membuat program tampak jelas dan menarik	74,4
4.	Desain program yang meliputi teks, grafis, dan animasi saling mendukung	78,4
5.	Menggunakan jenis huruf dan karakter yang atraktif dan menarik	76
6.	Pemilihan jenis huruf tepat sehingga terbaca dengan jelas	81,6
7.	Gambar terlihat jelas dan lebih atraktif	80
8.	Gambar memperjelas materi sehingga lebih mudah untuk dipahami	81,6
9.	Gambar membantu untuk mengingat informasi yang dipelajari	79,2
10.	Animasi atau video membantu Anda dalam melihat kejadian yang jarang dijumpai	80,8
11.	Animasi dan video mempermudah Anda dalam memahami materi	76
Tabel dilanjutkan pada halaman 98		

Lanjutan Tabel 4.5

No	Butir Pernyataan	%
Kualitas Dokumentasi		78,2
12.	Suara musik enak didengar dan membuat Anda merasa nyaman dalam menggunakan program	73,6
13.	Suara dan intonasi narasi materi dapat terdengar jelas	76,8
14.	Suara musik dan narasi tidak saling mengganggu	71,2
15.	Terdapat pengaturan suara musik dan narasi sehingga Anda bisa mengatur sesuai dengan keinginan	84,8
Respon Pengguna		77,6
16.	Anda dapat mengoperasikan program secara mandiri	83,2
17.	Anda merasa senang saat menggunakan program	76,8
18.	Anda tidak merasa bosan dalam menggunakan program meskipun dilakukan dalam waktu yang relative lama	72,8

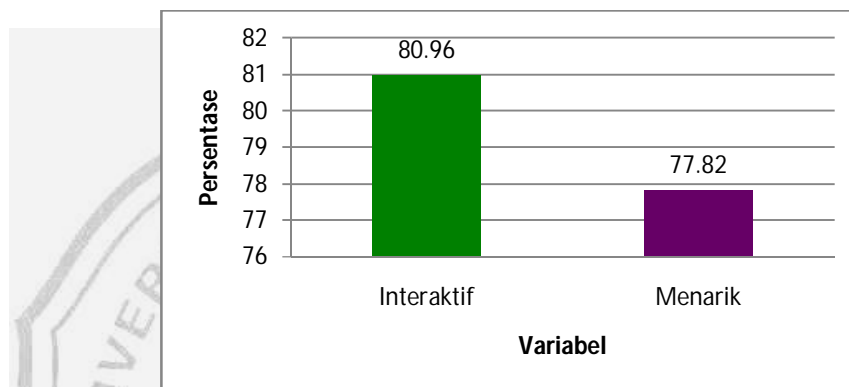


Gambar 4.2 Grafik hasil angket mahasiswa pada variabel menarik

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari angket tanggapan mahasiswa untuk variabel interaktif dan variabel menarik yang telah dijelaskan diatas, maka dapat dianalisa hasil tanggapan dari mahasiswa terhadap Media Pembelajaran Interaktif Sensor dan Transduser sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil angket tanggapan mahasiswa terhadap media pembelajaran

No	Variabel	Persentase Nilai (%)	Keterangan
1.	Interaktif	80,96	Layak
2	Menarik	77,82	Layak
Penilaian Media		79,39	Layak



Gambar 4.3 Grafik hasil tanggapan mahasiswa terhadap media pembelajaran

B. Pembahasan

1. Aspek Interaktif

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah didapatkan, menurut dosen ahli media dari sepuluh butir pernyataan yang mencakup kemudahan program, pengelolaan dan kualitas tes rata-rata ditanggapi “Setuju” walaupun ada satu butir pernyataan yang ditanggapi “Ragu-ragu”, yaitu pada butir pernyataan “Latihan soal dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan hasil belajar”. Hal ini dikarenakan kurang bervariasinya soal-soal evaluasi yang digunakan. Menurut mahasiswa yang dijadikan responden, aspek interaktif media pembelajaran sebesar

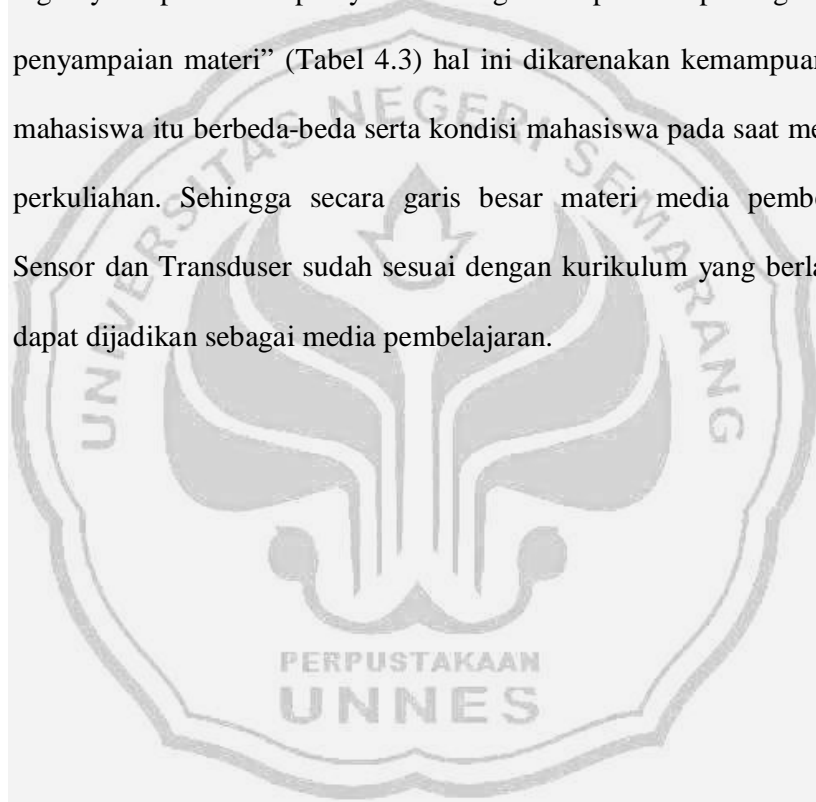
80,96%. Besarnya prosentase ini menunjukkan bahwa media pembelajaran Sensor dan Transduser ini memenuhi aspek interakti.

2. Aspek Menarik

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah didapatkan, menurut dosen ahli media dari delapanbelas butir pernyataan yang mencakup kualitas tampilan, kualitas dokumentasi dan respon pengguna rata-rata ditanggapi “Setuju” dan ada tiga butir pernyataan yang ditanggapi “Tidak setuju” yaitu pada butir pernyataan “Gambar terlihat jelas dan lebih atraktif”, “Suara dan intonasi narasi materi terdengar jelas”, dan “Suara musik dan narasi tidak saling mengganggu”. Pada butir pernyataan “Gambar terlihat jelas dan lebih atraktif” hal ini dikarenakan ukuran gambar yang kurang besar dan warnanya tidak menarik. Untuk butir pernyataan “Suara dan intonasi narasi materi terdengar jelas” hal ini dikarenakan suara narator yang kurang cocok untuk direkam sebagai narasi. Dan untuk butir pernyataan “Suara musik dan narasi tidak saling mengganggu” hal ini dikarenakan terkadang suara musik terdengar lebih keras sehingga menutupi suara narasi. Sehingga pada tampilan gambar, suara narasi dan suara musik perlu di ganti atau diperbaiki. Menurut mahasiswa yang dijadikan responden, aspek menarik media pembelajaran sebesar 77,82%. Besarnya prosentase ini menunjukkan bahwa media pembelajaran Sensor dan Transduser ini memenuhi aspek menarik.

3. Materi

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah didapatkan, menurut dosen ahli materi dari sepuluh butir pernyataan; ahli materi satu rata-rata menanggapi “Sangat setuju”, dan ahli materi dua menanggapi “Setuju”. Dari kedua ahli materi ada satu butir pernyataan yang ditanggapi “Ragu-ragu” yaitu pada butir pernyataan “Program dapat mempersingkat waktu penyampaian materi” (Tabel 4.3) hal ini dikarenakan kemampuan setiap mahasiswa itu berbeda-beda serta kondisi mahasiswa pada saat mengikuti perkuliahan. Sehingga secara garis besar materi media pembelajaran Sensor dan Transduser sudah sesuai dengan kurikulum yang berlaku dan dapat dijadikan sebagai media pembelajaran.



BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perencanaan media pembelajaran diwujudkan dengan silabus, menentukan materi, merencanakan desain program, pembuatan program, perbaikan program, dan validasi program.
2. Berdasar penelitan terhadap mahasiswa media pembelajaran memenuhi kriteria interaktif dan menarik karena pada aspek interaktif mendapatkan prosentase 80.96% dan aspek menarik 77,82%. Tetapi menurut ahli media masih ada beberapa kekurangan seperti pada tampilan gambar, dan suara narasi.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan sebelumnya didapatkan poin-poin sebagai berikut :

1. Ada beberapa gambar yang terlihat kurang jelas karena hanya menggunakan warna hitam putih, karena itu dalam menampilkan gambar perlu menggunakan warna yang bervariasi dan sesuai, sehingga gambar terlihat jelas dan lebih menarik.
2. Suara narasi pada simulasi sensor dan transduser tidak terdengar dengan jelas, dengan demikian disarankan suara narasi harus terdengar dengan

jelas, karena narasi yang terdengar dengan jelas akan mempermudah dalam memahami materi yang disajikan.



DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta :Rineka Cipta.
- Arsyad, Azhar. 2002. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Cooper, William D. 1985. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran (2th Ed)*. Jakarta : Erlangga.
- Dwi Surjono. Suherman. 2011. *Elektronika Teori dan Penerapan*. Jember :Cerdas Ulet Kreatif.
- Foto transistor. Online at harahapelektro.wordpress.com [accessed 06/01/13]
- Holman, J.P. 1985. *Metode Pengukuran Teknik (4th Ed)*. Jakarta : Erlangga.
- Ihsanto, Eko. (n.d) Transduser Induktif. Online [kk. mercubuana.ac.id](http://kk.mercubuana.ac.id) [accessed 06/01/13]
- Jenis-Jenis Sensor dan Transduser. Online at [medukasi.net/online/2008/jenissensor/sensor%20cahaya%20dan%20fung sinya.html](http://medukasi.net/online/2008/jenissensor/sensor%20cahaya%20dan%20fung%20sinya.html) [accessed 06/01/13]
- Pakpahan, Sahat. 1988. *Kontrol Otomatik Teori dan Penerapan*. Jakarta : Erlangga.
- Rustono. et al. 2010. *Panduan Penulisan Karya Ilmiah (5th Ed)*. Semarang : UNNES Pers.
- Sensor dan Transduser. Online at staff.gunadarma.ac.id [accessed 06/01/13]
- Sugiyono. 2007. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.
- Sumbodo, Wirawan. et al. 2008. *Teknik Produksi Mesin Industri*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Susanto, Deni. 2010. *Transduser dan Sensor*. Semarang : BPTIKP Propinsi Jawa Tengah.
- Thermistor (Thermal Resistor). Online at www.elektronikabersama.web.id/2011/05/thermistor-thermal-resistor.html [accessed 06/01/13]
- W.S, Sudrajat. 1979. *Peraga Kristal Cair*. Elektronika dan Science. April. Hlm. 8-13.

Lampiran - Lampiran



Lampiran 1

Tampilan Hasil Media Pembelajaran Sensor dan Transduser

1. Tampilan Halaman Home



2. Tampilan Halaman SK/KD

NO	STANDAR KOMPETENSI	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	POKOK-POKOK MATERI
1	2	3	4	5
1	Sensor dan transduser	1. Definisi sensor dan transduser 2. Sensor dan transduser yang baik 3. Jenis sensor dan transduser	Mahasiswa dapat menjelaskan definisi sensor dan transduser dan contohnya Mahasiswa dapat menyebutkan syarat-syarat sensor dan transduser yang baik Mahasiswa dapat menjelaskan jenis sensor dan contohnya	1. Definisi sensor dan transduser 2. Contoh-contoh sensor dan transduser Syarat-syarat sensor dan transduser yang baik 1. Sensor eksternal 2. Sensor internal

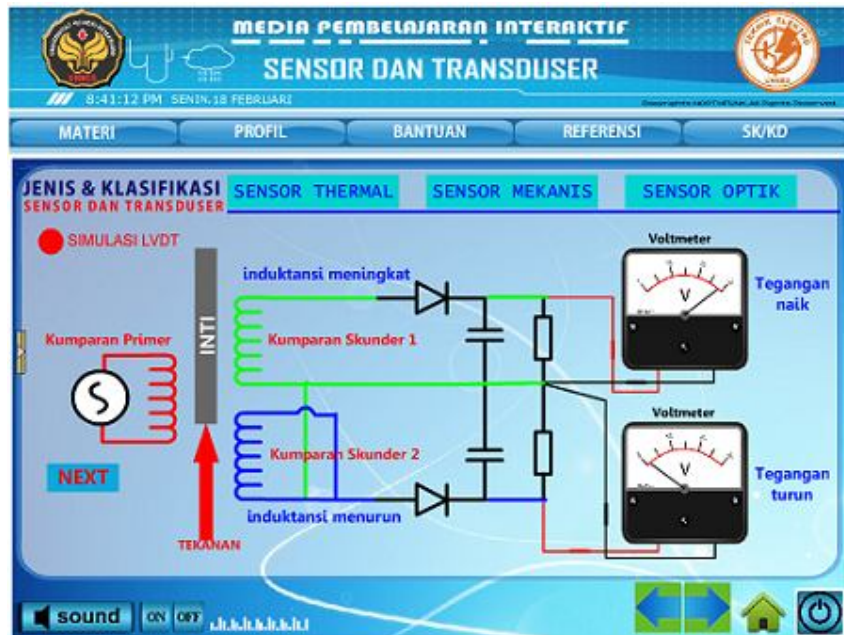
3. Contoh Tampilan Menu Materi



4. Contoh Tampilan Halaman Materi



5. Tampilan Halaman Materi Simulasi



6. Tampilan Halaman Evaluasi

The screenshot displays the 'EVALUASI' (Evaluation) page of the same interactive learning media. The page is titled 'EVALUASI' and asks the user to 'PILIH LAH JAWABAN YANG TEPAT' (Choose the correct answer). It features a text input field for 'NAMA' (Name) and a 'Mulai' (Start) button. The interface includes a top navigation bar with 'MATERI', 'PROFIL', 'BANTUAN', 'REFERENSI', and 'SK/KD' buttons, and a bottom control bar with 'sound', 'ON', 'OFF', and navigation icons.

7. Tampilan Halaman Profile

MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF
SENSOR DAN TRANSDUSER

8:36:12 PM SENIN, 18 FEBRUARI

MATERI PROFIL BANTUAN REFERENSI SK/KD

Profil



Nama : Huda Widiyantoro
 Tempat & Tgl lahir : Sragen, 11 Juli 1990
 NIM : 5301408080
 Prodi : Pendidikan Teknik Elektro, S1
 Alamat : Kientang RT/RW 08/02 Gemolong Sragen
 Pendidikan : 1. SD N 1 Gemolong Sragen (1996)
 2. SMP N 9 Gemolong (2002)
 3. SMA N 9 Surakarta (2005)
 4. Pend. Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang (2008)
 Motto : Hari ini harus lebih baik dari kemarin

sound ON OFF

8. Tampilan Halaman Referensi

MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF
SENSOR DAN TRANSDUSER

8:42:37 PM SENIN, 18 FEBRUARI

MATERI PROFIL BANTUAN REFERENSI SK/KD

Referensi

Holman, J, P, 1985. METODE PENGUKURAN TEKNIS. Jakarta. Erlangga

D. Cooper, William. 1985. INSTRUMENTASI ELEKTRONIK DAN TEKNIK PENGUKURAN. Jakarta. Erlangga

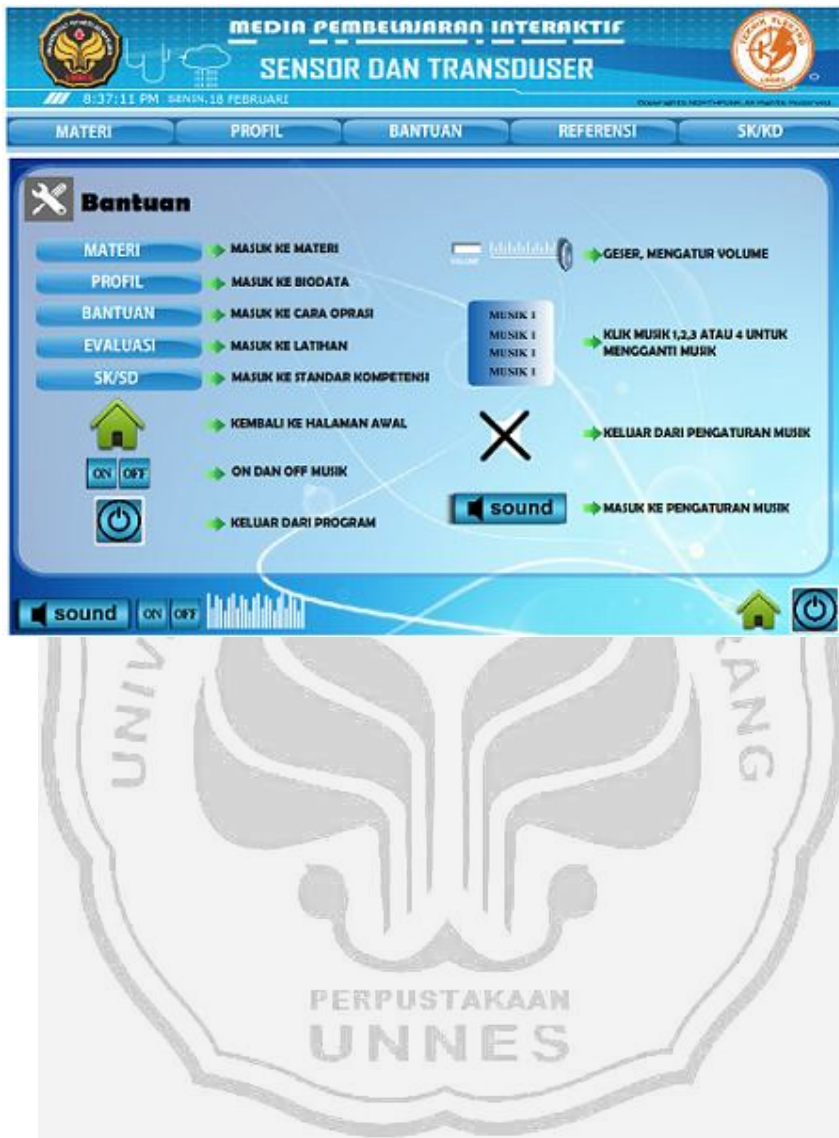
Pakpahan Sehat. 1988. KONTRLOL OTOMATIK TEORI DAN PENERAPAN. Jakarta. Erlangga

[Http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/](http://Robby.C.Staff.Gunadarma.Ac.Id/). (2012: 19:36).

<http://lm-edukasi.net/> (2012: 19:30)

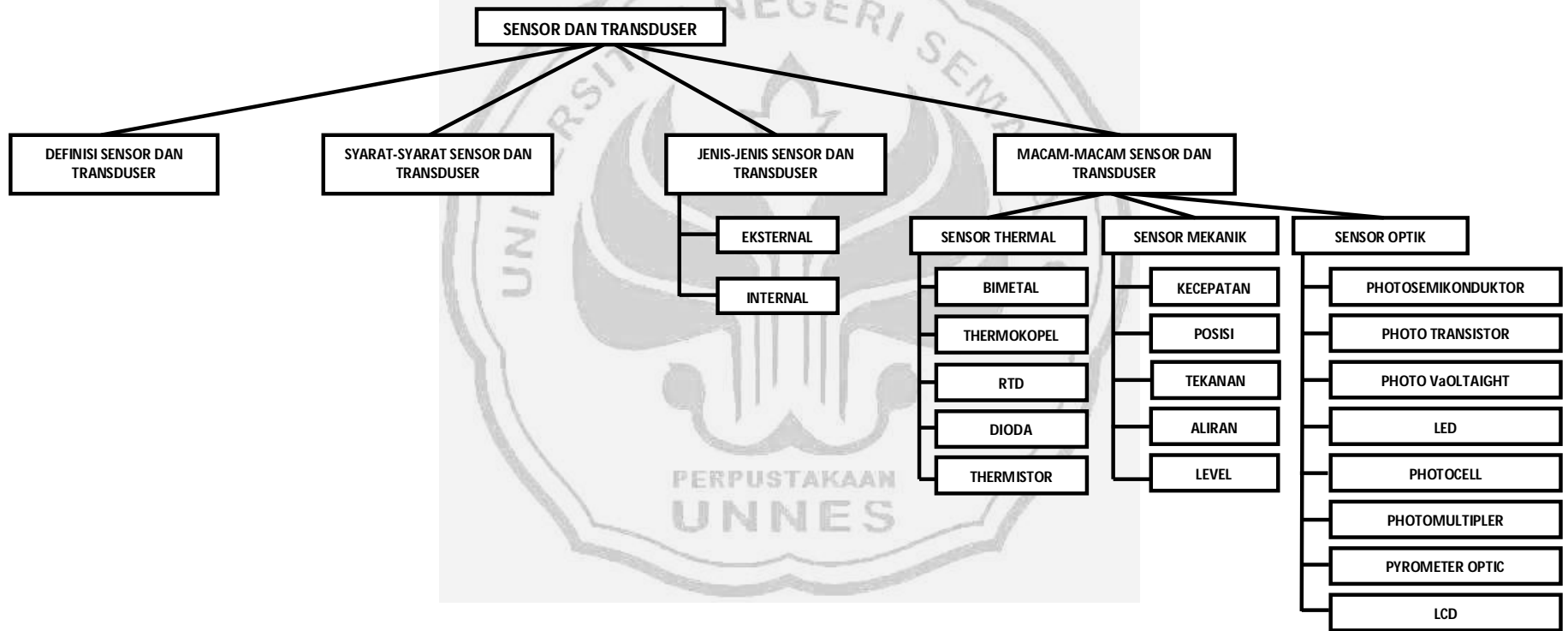
sound ON OFF

9. Tampilan Halaman Bantuan



Lampiran 2

PETA MATERI SENSOR DAN TRANSDUSER



Lampiran 3

GARIS – GARIS BESAR ISI PROGRAM MEDIA (GBIPM)

NO	KOMPETENSI DASAR (KD)	INDIKATOR	POKOK-POKOK MATERI	LATIHAN DAN TES	JUDUL
1	2	3	4	5	6
1.	Definisi sensor dan transduser	Mahasiswa dapat menjelaskan definisi sensor dan transduser dan contohnya	Definisi sensor dan transduser Contoh-contoh sensor dan transduser	Soal Evaluasi	Sensor dan Transduser
	Sensor dan transduser yang baik	Mahasiswa dapat menyebutkan syarat-syarat sensor dan transduser yang baik	Syarat-syarat sensor dan transduser yang baik		
	Jenis sensor dan transduser	Mahasiswa dapat menjelaskan jenis sensor dan contohnya	Sensor eksternal Sensor internal		
	Sensor thermal	Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja sensor thermal	Bimetal, thermistor, RTD, thermokopel, dan dioda		

Lanjutan halaman

Lanjutan lampiran 3 (Tabel Garis-Garis Besar Isi Program Media (GBIPM))

NO	KOMPETENSI DASAR (KD)	INDIKATOR	POKOK-POKOK MATERI	LATIHAN DAN TES	JUDUL
1	2	3	4	5	6
1.	Sensor dan transduser mekanik Sensor cahaya	Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja sensor dan transduser mekanik Mahasiswa dapat menjelaskan cara kerja sensor dan transduser cahaya	Sensor posisi, kecepatan, tekanan, aliran, dan level Photosemikonduktor, photo transistor, sel photo voltaigh, LED, photocell, photomultipler, pyrometer optic, dan LCD		
Lanjutan halaman					

Lanjutan lampiran 3 (Tabel Garis-Garis Besar Isi Program Media (GBIPM))

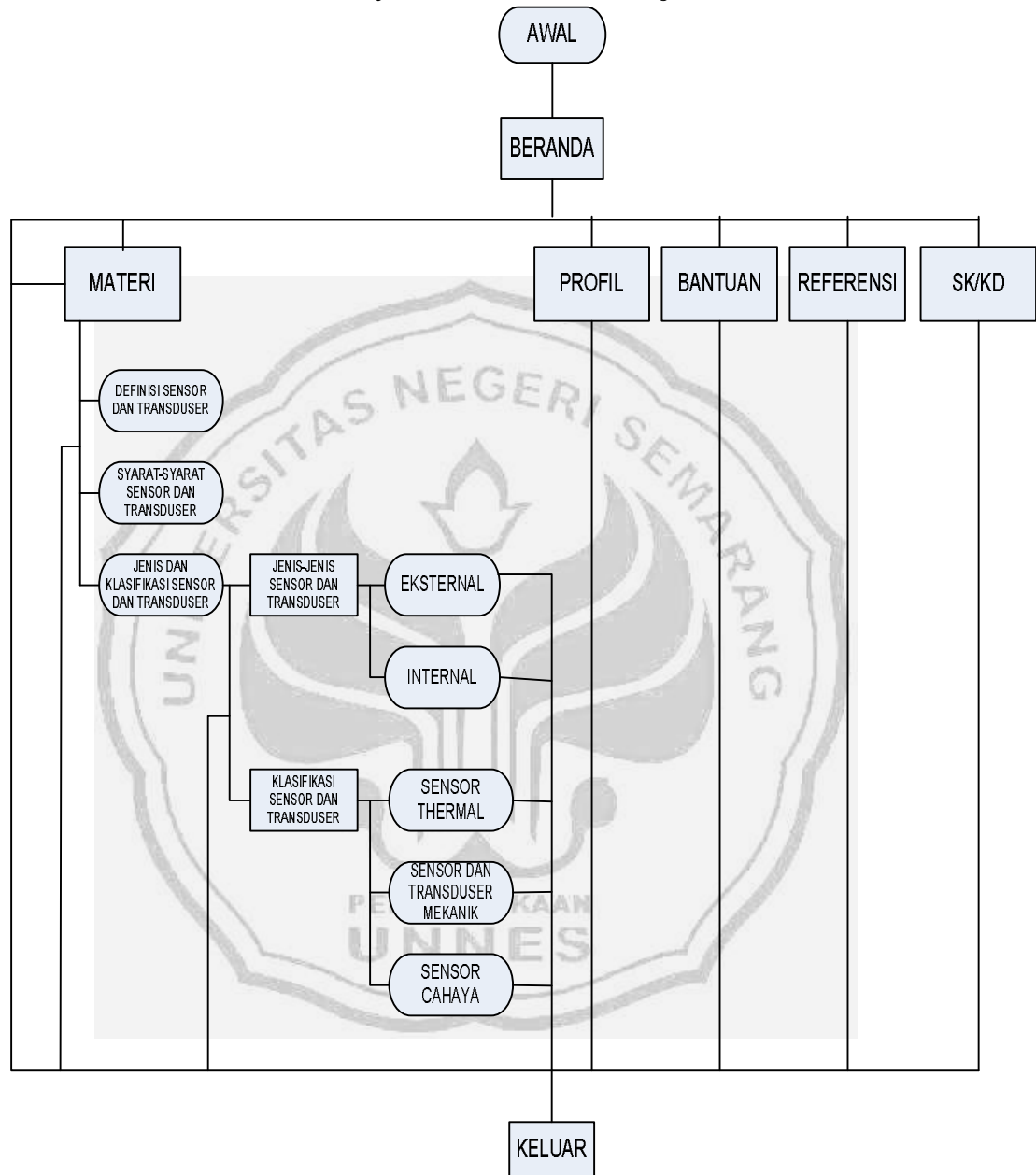
MEDIA					DAFTAR PUSTAKA
TEXT	AUDIO	GAMBAR/FOTO	ANIMASI	VIDEO	
7	8	9	10	11	12
Definisi sensor dan transduser Contoh-contoh sensor dan transduser	Background music Narasi sesuai dengan isi text atau materi	-	-	-	
Syarat-syarat sensor dan transduser yang baik		Bentuk gelombang sensitifitas, linieritas dan tanggapan waktu	Animasi bentuk gelombang sensitifitas, linieritas, dan tanggapan waktu	-	
Sensor eksternal Menjelaskan pengertian sensor eksternal dan memberikan contohnya		-	-		
Sensor internal Menjelaskan pengertian sensor internal dan memberikan contohnya			-		
Sensor thermal : Bimetal, thermistor, RTD, thermokopel, dan dioda		Simbol, konstruksi, dan bentuk nyata sensor thermal	Simulasi prinsipkerja sensor thermal		

Lanjutan halaman

Lanjutan lampiran 3 (Tabel Garis-Garis Besar Isi Program Media (GBIPM))

MEDIA					DAFTAR PUSTAKA
TEXT	AUDIO	GAMBAR/FOTO	ANIMASI	VIDEO	
7	8	9	10	11	12
<p>Sensor dan transduser mekanik :</p> <p>Sensor posisi, kecepatan, tekanan, aliran, dan level</p> <p>Sensor cahaya :</p> <p>Photosemikonduktor, photo transistor, sel photo voltaigh, LED, photocell, photomultipler, pyrometer optic, dan LCD</p>		<p>Simbol, konstruksi, dan bentuk nyata sensor dan transduser mekanik</p> <p>Simbol, konstruksi, dan bentuk nyata sensor dan transduser cahaya</p>	<p>Simulasi prinsipkerja sensor dan transduser mekanik</p> <p>Simulasi prinsipkerja sensor dan transduser cahaya</p>		

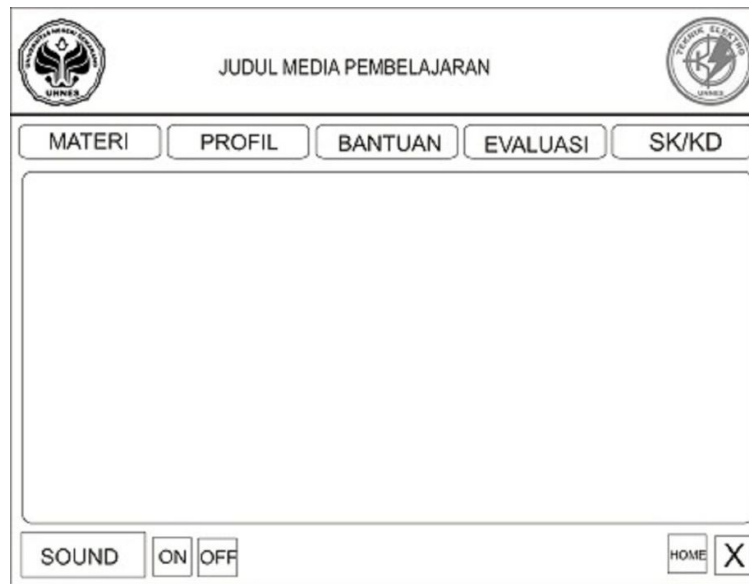
Lampiran 4

Flowchart Naskah (Storyboard) Media Pembelajaran Interaktif

Lampiran 5

STORYBOARD
MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF
SENSOR DAN TRANSDUSER

1. Halaman Utama



2. Halaman materi



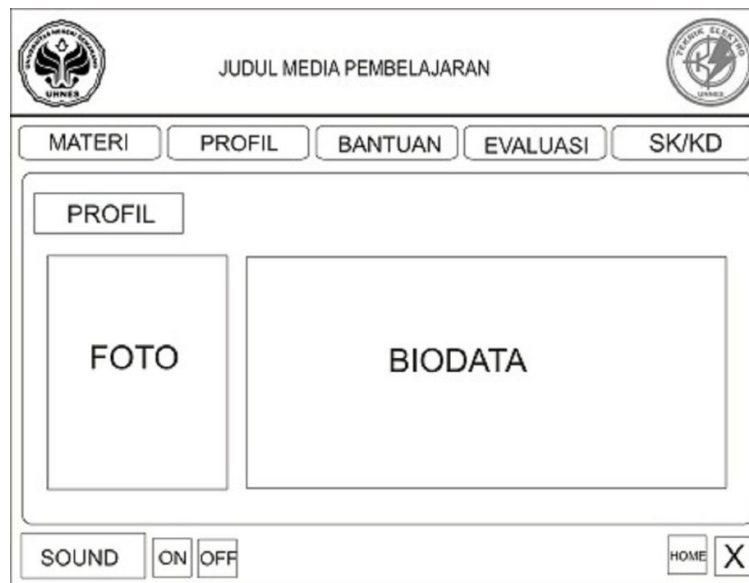


This screenshot shows the 'MATERI' (Material) section of a learning media interface. At the top, there are two logos: the UNNES logo on the left and the 'TEKNIK ELEKTRO' logo on the right. Below the logos is the title 'JUDUL MEDIA PEMBELAJARAN'. A navigation bar contains five buttons: 'MATERI', 'PROFIL', 'BANTUAN', 'EVALUASI', and 'SK/KD'. The main content area is divided into two sections: 'JUDUL' (Title) at the top and 'PENJELASAN MATERI' (Material Explanation) in a larger box below. At the bottom, there is a 'SOUND' control with 'ON' and 'OFF' options, and a 'HOME' button with an 'X' icon.



This screenshot shows the 'SIMULASI' (Simulation) section of the same learning media interface. The layout is identical to the first screenshot, with the same logos, title, navigation bar, and sound controls. The main content area is divided into 'JUDUL' (Title) and 'SIMULASI' (Simulation) sections. The bottom navigation bar includes 'SOUND' with 'ON' and 'OFF' options, and navigation buttons for back, forward, 'HOME', and 'X'.

3. Halaman Profil



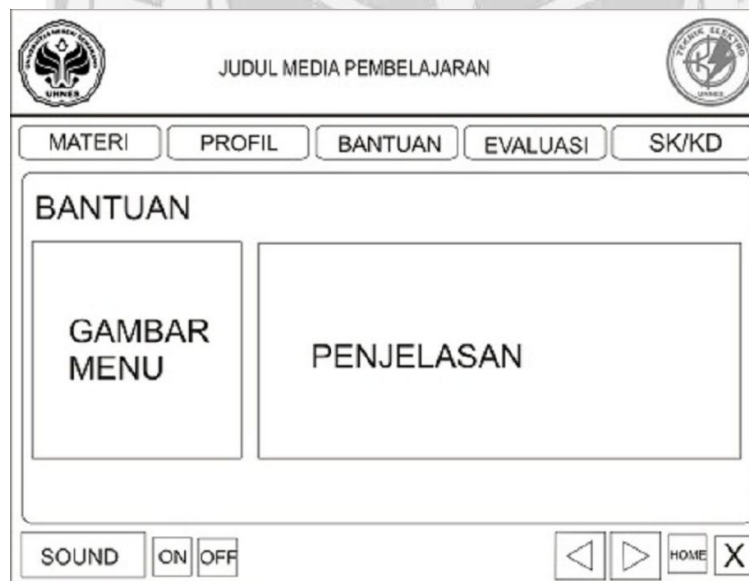
4. Halaman Referensi



5. Halaman SK/KD



6. Halaman Bantuan



Lampiran 6

**ANGKET PENELITIAN TINGKAT KELAYAKAN
MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PADA MATA KULIAH
SENSOR DAN TRANSDUSER**

Nama :

NIM :

Prodi :

Petunjuk :

1. Isilah nama, NIM, dan prodi Anda pada kolom yang telah disediakan.
2. Angket ini merupakan alat untuk mengukur tingkat kelayakan media pembelajaran interaktif mata kuliah Sensor dan Transduser yang telah dibuat oleh peneliti.
3. Berikan pendapat anda dengan sejujurnya dan sebenarnya.
4. Berikan tanda (√) pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan pernyataan yang diberikan.

Keterangan :

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

R : Ragu-Ragu

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

A. Aspek Interaktif

No.	Butir Pernyataan	SS	S	R	TS	STS
1.	Program dapat dimulai dan diinstal dengan mudah					
2.	Program dapat berjalan dengan baik dalam kondisi normal (perangkat komputer tidak sedang mengalami gangguan)					
3.	Program dapat diakses dan dioperasikan dimanapun (tidak harus didalam ruang perkuliahan) dan kapanpun (tidak harus saat kegiatan perkuliahan).					
4.	Terdapat fasilitas program/menu bantuan sehingga tidak menyulitkan Anda dalam menjalankan program					
5.	Tombol menu dan ikon yang digunakan memudahkan Anda dalam menjalankan program					
6.	Penggunaan <i>Hyperteks</i> (tombol yang berupa kata) memudahkan dalam menjalankan program					
7.	Penggunaan tombol navigasi memudahkan Anda dalam menjelajahi program					
8.	Media bersifat responsive (dapat memberikan balikan kepada input yang Anda berikan)					
9.	Terdapat latihan soal/evaluasi yang dijalankan dengan mudah					
10.	Latihan soal dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan hasil belajar					

B. Aspek Menarik

No.	Butir Pernyataan	SS	S	R	TS	STS
1.	Pemakaian warna tidak mengacaukan tampilan layar program					
2.	Kombinasi warna yang digunakan menarik dan enak dilihat					
No.	Butir Pernyataan	SS	S	R	TS	STS

3.	Setiap tampilan program merupakan kombinasi beberapa komponen berupa teks, grafis, animasi yang bekerja bersama membuat program tampak jelas dan menarik					
4.	Desain program yang meliputi teks, grafis, dan animasi saling mendukung					
5.	Menggunakan jenis huruf dan karakter yang atraktif dan menarik					
6.	Pemilihan jenis huruf tepat sehingga terbaca dengan jelas					
7.	Gambar terlihat jelas dan lebih atraktif					
8.	Gambar memperjelas materi sehingga lebih mudah untuk dipahami					
9.	Gambar membantu untuk mengingat informasi yang dipelajari					
10.	Animasi atau video membantu Anda dalam melihat kejadian yang jarang dijumpai					
11.	Animasi dan video mempermudah Anda dalam memahami materi					
12.	Suara musik enak didengar dan membuat Anda merasa nyaman dalam menggunakan program					
13.	Suara dan intonasi narasi materi dapat terdengar jelas					
14.	Suara musik dan narasi tidak saling mengganggu					
15.	Terdapat pengaturan suara musik dan narasi sehingga Anda bisa mengatur sesuai dengan keinginan					
16.	Anda dapat mengoperasikan program secara mandiri					
17.	Anda merasa senang saat menggunakan program					
18.	Anda tidak merasa bosan dalam menggunakan program meskipun dilakukan dalam waktu yang relative lama					

C. Saran dan Opini

1. Menurut Anda, apa kelebihan-kelebihan yang terdapat dalam program media ini ?

.....
.....
.....
.....

2. Menurut Anda, apa kelemahan-kelemahan yang terdapat dalam program media ini?

.....
.....
.....
.....

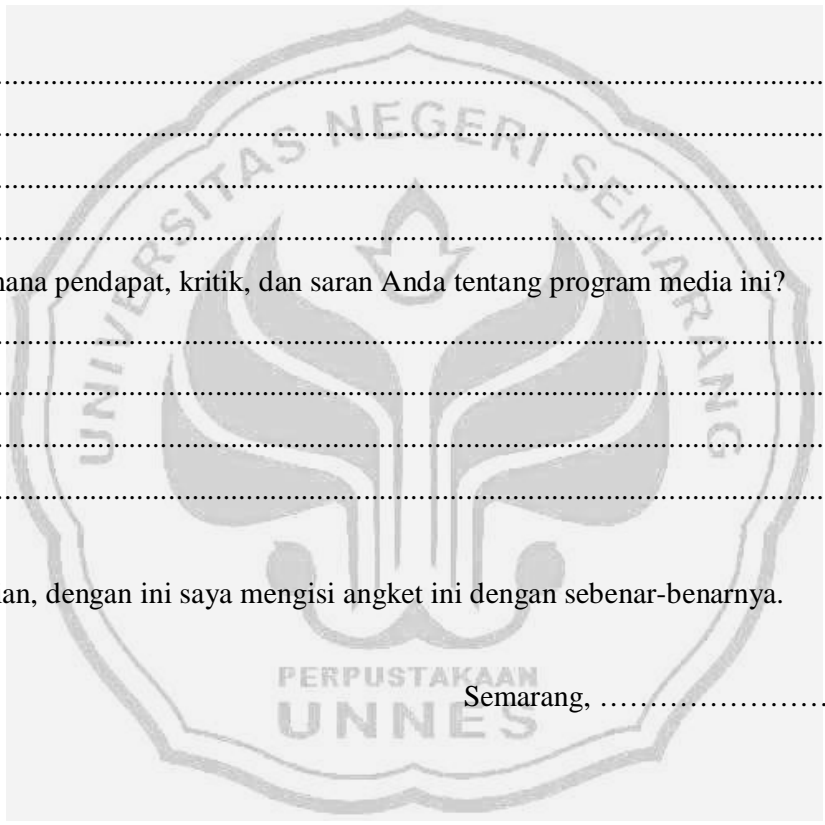
3. Bagaimana pendapat, kritik, dan saran Anda tentang program media ini?

.....
.....
.....
.....

Demikian, dengan ini saya mengisi angket ini dengan sebenar-benarnya.

Semarang, 2012

.....
NIM.



Lampiran 7

**ANGKET PENELITIAN TINGKAT KELAYAKAN
MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PADA MATA KULIAH
SENSOR DAN TRANSDUSER**

Dengan ini saya sebagai mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2008 memohon bantuan Bapak/Ibu untuk berkenan mengisi angket ini yang berkenaan dalam penelitian skripsi. Atas bantuan Bapak/Ibu saya ucapkan terimakasih.

Petunjuk :

1. Angket ini merupakan alat untuk mengukur tingkat kelayakan media pembelajaran interaktif mata kuliah Sensor dan Transduser yang telah dibuat oleh peneliti.
2. Berikan pendapat anda dengan sejujurnya dan sebenarnya.
3. Berikan tanda (√) pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan pernyataan yang diberikan.

Keterangan :

- SS** : Sangat Setuju
S : Setuju
R : Ragu-ragu
TS : Tidak Setuju
STS : Sangat Tidak Setuju

A. Aspek Interaktif

No.	Butir Pernyataan	SS	S	R	TS	STS
1.	Program dapat dimulai dan diinstal dengan mudah					
2.	Program dapat berjalan dengan baik dalam kondisi normal (perangkat komputer tidak sedang mengalami gangguan)					
3.	Program dapat diakses dan dioperasikan dimanapun (tidak harus didalam ruang perkuliahan) dan kapanpun (tidak harus saat kegiatan perkuliahan).					
4.	Terdapat fasilitas program/menu bantuan sehingga tidak menyulitkan Anda dalam menjalankan program					
5.	Tombol menu dan ikon yang digunakan memudahkan Anda dalam menjalankan program					
6.	Penggunaan <i>Hyperteks</i> (tombol yang berupa kata) memudahkan dalam menjalankan program					
7.	Penggunaan tombol navigasi memudahkan Anda dalam menjelajahi program					
8.	Media bersifat responsive (dapat memberikan balikan kepada input yang Anda berikan)					
9.	Terdapat latihan soal/evaluasi yang dijalankan dengan mudah					
10.	Latihan soal dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan hasil belajar					

B. Aspek Menarik

No.	Butir Pernyataan	SS	S	R	TS	STS
1.	Pemakaian warna tidak mengacaukan tampilan layar program					
2.	Kombinasi warna yang digunakan menarik dan enak dilihat					
No.	Butir Pernyataan	SS	S	R	TS	STS

3.	Setiap tampilan program merupakan kombinasi beberapa komponen berupa teks, grafis, animasi yang bekerja bersama membuat program tampak jelas dan menarik					
4.	Desain program yang meliputi teks, grafis, dan animasi saling mendukung					
5.	Menggunakan jenis huruf dan karakter yang atraktif dan menarik					
6.	Pemilihan jenis huruf tepat sehingga terbaca dengan jelas					
7.	Gambar terlihat jelas dan lebih atraktif					
8.	Gambar memperjelas materi sehingga lebih mudah untuk dipahami					
9.	Gambar membantu untuk mengingat informasi yang dipelajari					
10.	Animasi atau video membantu Anda dalam melihat kejadian yang jarang dijumpai					
11.	Animasi dan video mempermudah Anda dalam memahami materi					
12.	Suara musik enak didengar dan membuat Anda merasa nyaman dalam menggunakan program					
13.	Suara dan intonasi narasi materi dapat terdengar jelas					
14.	Suara musik dan narasi tidak saling mengganggu					
15.	Terdapat pengaturan suara musik dan narasi sehingga Anda bisa mengatur sesuai dengan keinginan					
16.	Anda dapat mengoperasikan program secara mandiri					
17.	Anda merasa senang saat menggunakan program					
18.	Anda tidak merasa bosan dalam menggunakan program meskipun dilakukan dalam waktu yang relative lama					

C. Saran dan Opini

1. Menurut Bapak/ibu, apa kelebihan-kelebihan yang terdapat dalam program media ini ?

.....
.....
.....
.....

2. Menurut Bapak/ibu, apa kelemahan-kelemahan yang terdapat dalam program media ini?

.....
.....
.....
.....

3. Bagaimana pendapat, kritik, dan saran Bapak/ibu tentang program media ini?

.....
.....
.....
.....

Demikian, dengan ini saya mengisi angket ini dengan sebenar-benarnya.

Semarang, 2012

.....
NIP.

Lampiran 8

**ANGKET PENELITIAN TINGKAT KELAYAKAN
MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PADA MATA KULIAH
SENSOR DAN TRANSDUSER**

Dengan ini saya sebagai mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2008 memohon bantuan Bapak/Ibu untuk berkenan mengisi angket ini yang berkenaan dalam penelitian skripsi. Atas bantuan Bapak/Ibu saya ucapkan terimakasih.

Petunjuk :

1. Angket ini merupakan alat untuk mengukur tingkat kelayakan media pembelajaran interaktif mata kuliah Sensor dan Transduser yang telah dibuat oleh peneliti.
2. Berikan pendapat anda dengan sejujurnya dan sebenarnya.
3. Berikan tanda (√) pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan pernyataan yang diberikan.

Keterangan :

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

R : Ragu-ragu

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

A. Aspek Pendidikan/Materi

No.	Butir Pernyataan	SS	S	TS	STS
1.	Program mempunyai topik yang jelas.				
2.	Isi atau materi dari program sesuai dengan kurikulum yang berlaku				
3.	Program relevan dengan materi yang harus dipelajari mahasiswa.				
4.	Isi materi mempunyai konsep yang benar dan tepat.				
5.	Program dapat mempersingkat waktu penyampaian materi.				
6.	Program dapat menayangkan kembali materi secara utuh.				
7.	Media bersifat responsive (dapat memberikan balikan kepada input yang Anda berikan)				
8.	Terdapat latihan soal/evaluasi yang dijalankan dengan mudah				
9.	Latihan soal dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan hasil belajar				

B. Saran dan Opini

1. Menurut Bapak/ibu, apa kelebihan-kelebihan yang terdapat dalam program media ini ?

.....

.....

.....

.....

2. Menurut Bapak/ibu, apa kelemahan-kelemahan yang terdapat dalam program media ini?

.....

.....

.....

.....

3. Bagaimana pendapat, kritik, dan saran Bapak/ibu tentang program media ini?

.....
.....
.....

Demikian, dengan ini saya mengisi angket ini dengan sebenar-benarnya.

Semarang, 2012

.....
NIP.



Lampiran 9

DAFTAR NAMA RESPONDEN**A. Dosen**

1. Drs. Fr. Sri Sartono, M.Pd.
2. Drs. Rafael Sriwiyardi, M.T.
3. Drs. Herdi Saputra, M.T.

B. Mahasiswa

1. Hanif Abdillah.
2. M. Eko Stiawan
3. Mad Rifai
4. Adi Yulianto
5. M. Zudhi F
6. Ariesta Banu Ardi
7. Agus Lestari Widodo
8. A. Farikh
9. Rizky Novianto
10. Maula Firda S.
11. Herman Ifan
12. M. Taufiqrohman
13. A. Farikh
14. Guruh. L
15. Dani Prakosa
16. Ifa Fajar k
17. Ardhi Nur S
18. Saiful Risal
19. Samsul Huda.
20. Kukuh Widiyani
21. Rizki Bayu C
22. Fajar Purnomo
23. Aji Setyo N
24. Wiyarto
25. Gerry Anggriawan

Lampiran 10

DATA ANGKET PENELITIAN MAHASISWA

No.	Responden	Skor									
		Variabel Interaktif									
		Kemudahan Program				Pengelolaan			Kualitas Tes		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Responden 1	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4
2	Responden 2	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4
3	Responden 3	4	4	4	5	2	2	4	5	4	4
4	Responden 4	4	4	2	5	5	4	4	4	4	2
5	Responden 5	4	5	5	4	4	4	5	2	5	5
6	Responden 6	5	5	3	3	4	4	4	5	5	5
7	Responden 7	5	5	5	5	4	4	4	3	4	4
8	Responden 8	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4
9	Responden 9	5	5	5	4	4	5	4	4	3	3
10	Responden 10	4	4	3	5	4	2	4	3	2	4
11	Responden 11	4	5	4	4	4	2	5	4	4	2
12	Responden 12	4	4	4	2	4	2	4	4	4	3
13	Responden 13	5	5	5	4	4	4	3	3	4	3
14	Responden 14	4	4	4	4	5	3	4	4	3	5
15	Responden 15	5	4	4	3	4	4	4	3	4	4
16	Responden 16	5	4	4	5	5	4	4	3	3	5
17	Responden 17	4	4	4	3	4	4	4	5	4	5
18	Responden 18	4	4	4	3	4	5	4	4	4	3
19	Responden 19	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
20	Responden 20	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4
21	Responden 21	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
22	Responden 22	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4
23	Responden 23	4	4	4	4	4	3	4	3	3	5
24	Responden 24	5	5	4	5	4	3	4	4	5	4
25	Responden 25	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4

No.	Responden	Skor																									
		Variabel Menarik																									
		Tampilan										Dokumentasi					Respon										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28								
1	Responden 1	3	2	3	4	3	5	3	4	3	4	5	3	4	4	5	4	3	3								
2	Responden 2	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4								
3	Responden 3	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	2	2	4	4	4	4	4	4								
4	Responden 4	3	4	4	5	5	4	4	4	5	5	2	2	4	4	4	4	5	4								
5	Responden 5	2	4	5	4	2	4	4	5	2	2	4	5	2	4	2	4	4	2								
6	Responden 6	5	4	4	3	3	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5								
7	Responden 7	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4								
8	Responden 8	3	3	2	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	5	4	3	3								
9	Responden 9	4	3	4	4	4	5	4	4	4	5	3	4	5	3	5	5	4	3								
10	Responden 10	4	4	1	3	4	2	5	3	3	5	5	4	3	2	4	3	3	4								
11	Responden 11	4	3	3	4	4	5	3	3	4	3	4	5	5	4	4	5	4	3								
12	Responden 12	4	4	3	4	4	4	2	2	2	2	2	4	4	4	4	3	2	2								
13	Responden 13	4	4	3	3	4	4	5	4	4	4	3	2	4	2	4	5	4	3								
14	Responden 14	4	4	4	2	3	4	4	5	5	3	4	4	4	2	5	4	4	4								
15	Responden 15	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3								
16	Responden 16	4	4	4	3	3	3	4	4	5	5	4	4	2	2	4	4	3	3								
17	Responden 17	4	5	4	4	3	5	3	5	5	4	3	2	4	3	4	5	4	4								
18	Responden 18	3	4	5	5	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4								
19	Responden 19	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4								
20	Responden 20	5	4	4	4	5	4	4	4	3	4	5	3	5	4	5	4	4	4								
21	Responden 21	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4								
22	Responden 22	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4								
23	Responden 23	3	5	3	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4								
24	Responden 24	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5								
25	Responden 25	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4								

Lampiran 11

DATA ANGKET PENELITIAN DOSEN

1. Dosen Ahli Materi

No.	Indikator	Responden	
		Responden 1	Responden 2
1	Program dapat membantu tercapainya tujuan pembelajaran	4	4
2	Program mempunyai topik yang jelas	5	4
3	Materi sesuai dengan kurikulum	5	4
4	Program relevan dengan materi yang harus dipelajari mahasiswa	4	3
5	Materi mempunyai konsep yang benar dan tepat	5	4
6	Program dapat memepersingkat waktu penyampaian materi	4	2
7	Program dapat membuat pembelajaran lebih menarik	5	3
8	Media bersifat responsive	4	4
9	Terdapat soal latihan yang dijalankan dengan mudah	5	4
10	Soal latihan dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan hasil belajar	4	3

2. Dosen Ahli Media

No.	Responden	Skor									
		Variabel Interaktif									
		Kemudahan Program				Pengelolaan			Kualitas Tes		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Responden 1	5	5	5	4	4	4	4	4	4	2

No.	Responden	Skor																	
		Variabel Menarik																	
		Tampilan									Dokumentasi					Respon			
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	Responden 1	4	4	4	5	4	4	2	4	4	5	4	4	2	2	5	4	4	4