

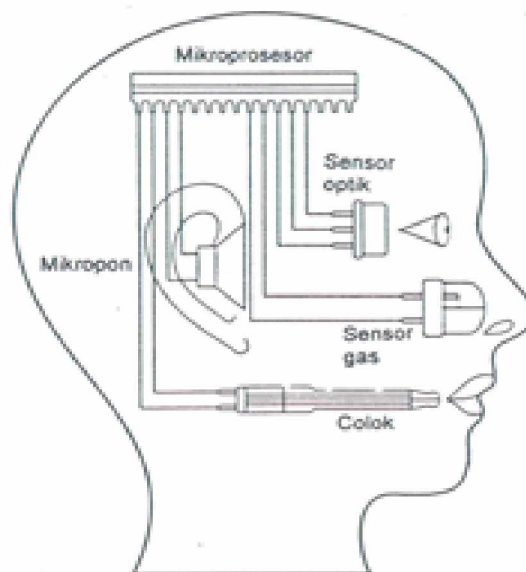
KODE MODUL

EL.007



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN  
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO

## Sensor dan Tranduser



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
2003

# KATA PENGANTAR

---

Modul SENSOR DAN TRANSDUSER digunakan sebagai panduan kegiatan belajar untuk membentuk salah satu kompetensi, yaitu kompetensi merawat peralatan elektronik audio, video dan game komersial pada Bidang Keahlian Teknik Elektronika Program Keahlian Teknik Audio Video.

Modul ini terdiri atas 2 Kegiatan Belajar. Kegiatan Belajar 1 membahas tentang sensor dan Kegiatan Belajar 2 membahas tentang transduser .

Yogyakarta, Desember 2003

Penyusun,

Tim Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta

# DAFTAR ISI

---

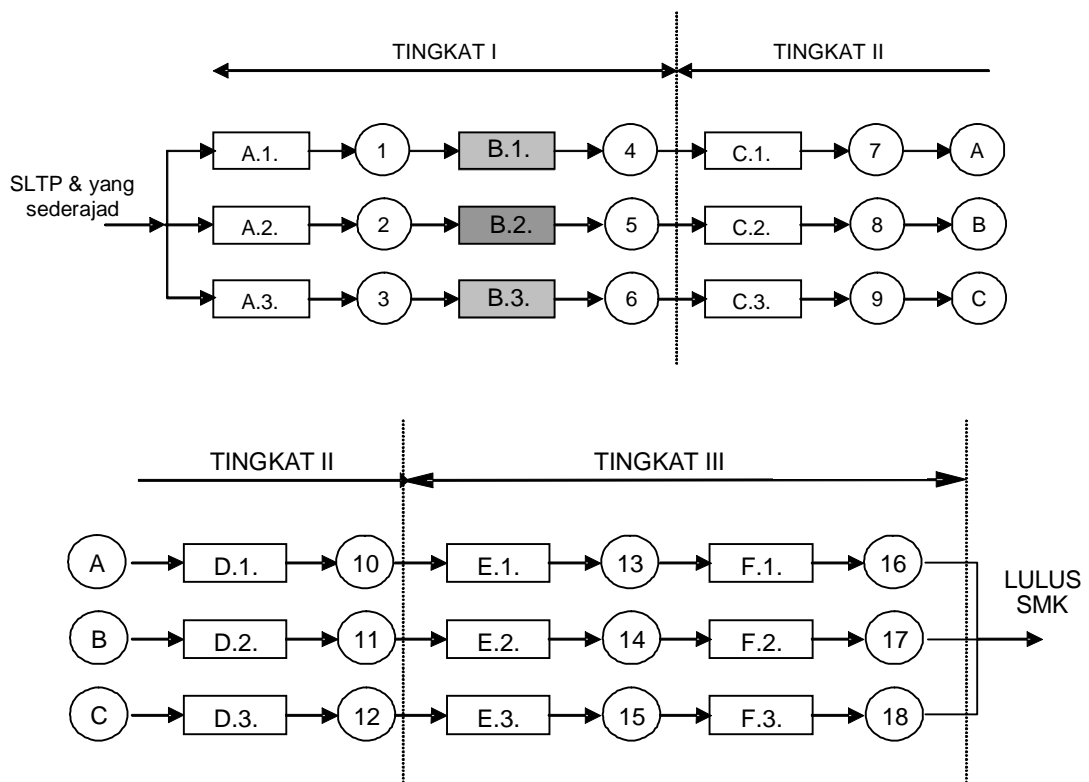
	Halaman
HALAMAN DEPAN (COVER) .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
PETA KEDUDUKAN MODUL .....	v
PERISTILAHAN/ GLOSSARY .....	vii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. DESKRIPSI .....	1
B. PRASYARAT .....	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....	2
1. Petunjuk bagi Peserta Diklat .....	2
2. Petunjuk bagi Guru .....	2
D. TUJUAN AKHIR .....	2
E. KOMPETENSI .....	3
F. CEK KEMAMPUAN .....	4
<b>BAB II. PEMBELAJARAN</b>	
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT .....	5
B. KEGIATAN BELAJAR .....	6
1. Kegiatan Belajar 1 : Sensor .....	6
a. Tujuan kegiatan pembelajaran 1 .....	6
b. Uraian materi 1 .....	6
c. Rangkuman 1 .....	13
d. Tugas 1 .....	13
e. Tes formatif 1 .....	13
f. Kunci jawaban formatif 1 .....	13
g. Lembar kerja 1 .....	14
2. Kegiatan Belajar 2 : Tranduser	
a. Tujuan kegiatan pembelajaran 2.....	16
b. Uraian materi 2 .....	16

c. Rangkuman 2 .....	20
d. Tugas 2 .....	21
e. Tes formatif 2 .....	21
f. Kunci jawaban formatif 2 .....	21
g. Lembar kerja 2 .....	21
<b>BAB III. LEMBAR EVALUASI</b>	
A. PERTANYAAN .....	24
B. KUNCI JAWABAN LEMBAR EVALUASI .....	24
C. KRITERIA KELULUSAN .....	25
<b>BAB IV. PENUTUP</b> .....	26
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	27

# PETA KEDUDUKAN MODUL

## A. DIAGRAM PENCAPAIAN KOMPETENSI

Diagram ini menunjukkan tahapan urutan pencapaian kompetensi yang dilatihkan pada peserta diklat dalam kurun waktu tiga tahun. Modul Sensor dan Transduser merupakan modul untuk membentuk kompetensi merawat peralatan elektronik audio, video dan game komersial.

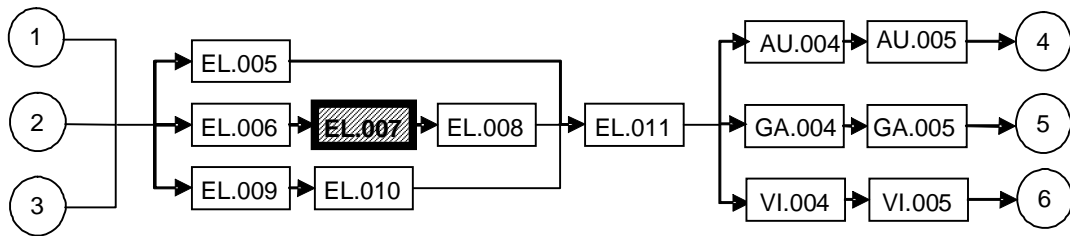


Keterangan :

- A.1. Mengoperasikan Peralatan elektronik Audio
- A.2. Mengoperasikan Peralatan elektronik Video
- A.3. Mengoperasikan Peralatan elektronik Game Komersial
- B.1. Merawat Peralatan Elektronik Audio
- B.2. Merawat Peralatan Elektronik Video
- B.3. Merawat Peralatan Elektronik Game Komersial
- C.1. Menginstalasi Peralatan Elektronik Audio
- C.2. Menginstalasi Peralatan Elektronik Video
- C.3. Menginstalasi Peralatan Elektronik Game Komersial

- D.1. Menerapkan Peralatan Elektronik Audio
- D.2. Menerapkan Peralatan Elektronik Video
- D.3. Menerapkan Peralatan Elektronik Game Komersial
- E.1. Melakukan Troubleshooting Peralatan Elektronik Audio
- E.2. Melakukan Troubleshooting Peralatan Elektronik Video
- E.3. Melakukan Troubleshooting Peralatan Elektronik Game Komersial
- F.1. Memperbaiki Kerusakan atau Gangguan Peralatan Elektronik Audio
- F.2. Memperbaiki Peralatan Elektronik Video
- F.3. Memperbaiki Peralatan Elektronik Game Komersial

## B. KEDUDUKAN MODUL



- EL.005 Sistem Kelistrikan Dasar
- EL.006 Elektronika Analog
- EL.007 Sensor Dan Transduser
- EL.008 Elektronika Digital
- EL.009 Alat Ukut Listrik Dan Elektronika
- EL.010 Teknik Pengukuran Listrik-Elektronika
- EL.011 Penggunaan Alat Perawatan
- GA.004 Lingkup Pekerjaan Perawatan Game Komersial
- GA.005 Perawatan Pesawat Game Komersial
- VI.004 Lingkup Pekerjaan Perawatan Game Ekomersial
- VI.005 Perawatan Pesawat Audio

## PERISTILAHAN /GLOSSARY

---

Transduser	: Suatu peranti yang dapat mengubah suatu energi keenergi yang lain.
Transduser pasif	: Tranduser yang dapat bekerja bila mendapat energi tambahan dari luar.
Transduser aktif	: Transduser yang bekerja tanpa tambahan energi dari luar, tetapi menggunakan energi yang akan diubah itu sendiri.
Sensor	: Jenis tranduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.
Thermocouple	: Piranti yang dipergunakan untuk mengukur suhu yang menggunakan dua plat yang terhubung.
RTD	: Resistant Temperature Detector

# BAB I

## PENDAHULUAN

---

### A. DESKRIPSI JUDUL

SENSOR DAN TRANDUSER merupakan modul yang memiliki ruang lingkup meliputi berbagai komponen sensor dan komponen tranduser serta penjelasan prinsip kerjanya dan contoh-contoh bentuk dari sensor dan tranduser.

Dalam modul ini terdapat 2 (dua) Kegiatan Belajar yang masing-masing memberikan kompetensi di bidang sensor dan tranduser.

Setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta diklat dapat mengetahui, mengaplikasikan dan mempergunakan berbagai macam sensor dan tranduser dengan baik.

### B. PRASYARAT

Untuk mempelajari modul SENSOR DAN TRANDUSER memerlukan kemampuan awal yang harus dimiliki peserta diklat, yaitu:

1. Peserta diklat telah mengetahui dan menguasai komponen elektronika.
2. Peserta diklat telah mengetahui dan menguasai alat ukur elektronik.
3. Peserta diklat telah memahami gambar rangkaian elektronika.
4. Peserta diklat telah mengenal berbagai alat ukur seperti multimeter, dan mengoperasikan oscilloscope.



## c. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

### 1. Petunjuk bagi Peserta Diklat

Langkah-langkah dalam mempelajari modul ini :

- a. Persiapkan dan periksalah kondisi alat dan bahan yang akan digunakan dalam setiap kegiatan belajar!
- b. Bacalah lembar informasi pada setiap kegiatan belajar dengan seksama sebelum mengerjakan lembar kerja yang ada dalam modul!
- c. Lakukan langkah kerja sesuai dengan urutan yang telah ditentukan!
- d. Konsultasikan rangkaian yang akan diuji kepada instruktur sebelum dihubungkan ke sumber tegangan!
- e. Mengerjakan soal-soal baik yang ada dalam lembar latihan pada setiap kegiatan belajar!

### 2. Petunjuk bagi Guru

- a. Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar
- b. Membimbing siswa melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar
- c. Membantu siswa dalam memahami konsep, praktik baru, dan menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajar siswa
- d. Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan
- f. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan

## D. TUJUAN AKHIR

Setelah menyelesaikan modul ini, diharapkan peserta diklat dapat mempergunakan sensor dan transduser sesuai dengan jenis dan fungsinya.

## E. KOMPETENSI

Modul ini merupakan subkompetensi Menguasai Jenis-Jenis Sensor dan Tranduser yang menjadi salah satu unsur untuk membentuk kompetensi merawat peralatan elektronik audio, video dan game komersial. Uraian subkompetensi ini dijabarkan seperti di bawah ini.

Kompetensi/ Subkompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
			Sikap	Pengetahuan	Ketrampilan
B.1.5. Menguasai Jenis-Jenis Sensor dan Tranduser	• Sensor dan tranduser dapat dipergunakan sesuai jenis dan fungsinya	• Pengetahuan sensor dan tranduser		• Sensor dan tranduser	• Pengujian sensor elektronik, optik, mekanik • Pengujian tranduser

## F. CEK KEMAMPUAN

Sebelum mempelajari modul ini, isilah cek list (ü) kemampuan yang telah peserta diklat miliki dengan sikap jujur dan dapat dipertanggungjawabkan :

Subkompetensi	Pernyataan	Jawaban		Jika jawaban 'Ya' Kerjakan
		Tidak	Ya	
Menguasai Jenis-Jenis Sensor dan Transdur	1. Saya mampu menguasai bermacam - macam jenis sensor			Test formatif 1
	2. Saya mampu menguasai bermacam-macam jenis tranduser			Test formatif 2

Apabila anda menjawab Tidak pada salah satu pernyataan di atas, maka pelajailah modul ini.

## BAB II

# PEMBELAJARAN

---

### A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT

Kompetensi : Merawat Peralatan Elektronik Audio, Video dan Game  
Komersial

Sub Kompetensi : Menguasai Jenis-Jenis Sensor dan Tranduser

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Kegiatan Belajar 1 : Sensor					
Kegiatan Belajar 2 : Tranduser					

## B. KEGIATAN BELAJAR

### 1. Kegiatan Belajar 1 : Sensor

#### a. Tujuan Pembelajaran 1

Peserta diklat memiliki kemampuan :

1. Peserta diklat dapat menyebutkan pengertian sensor
2. Peserta diklat dapat memberikan contoh aplikasi penggunaan sensor dalam rangkaian elektronika

#### b. Uraian materi 1

##### 1) Pengertian sensor

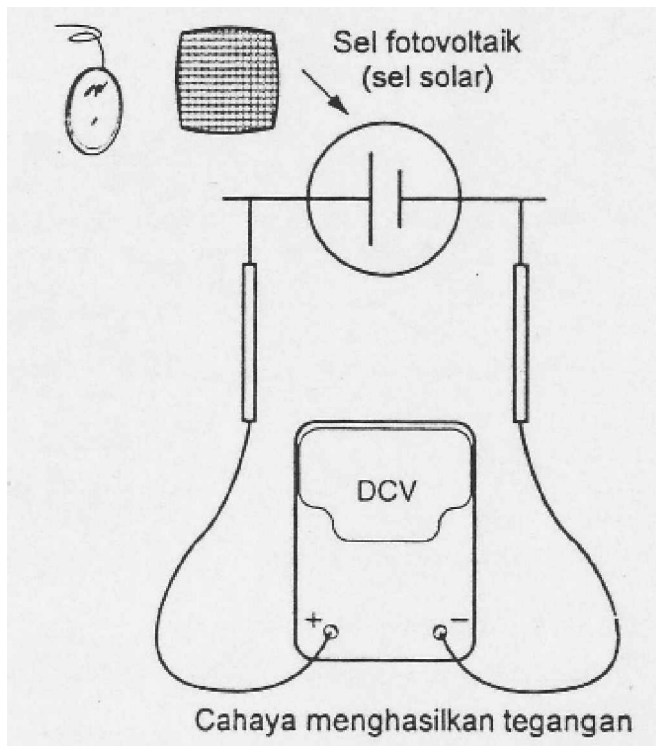
Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, dan sensor tekanan.

##### 2) Sensor Cahaya

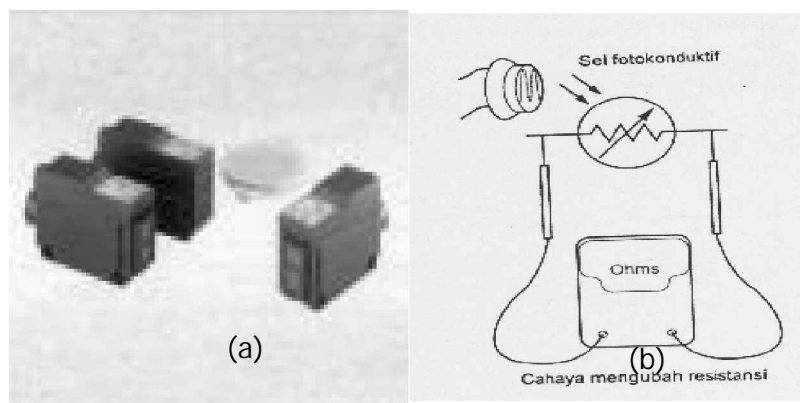
###### a) Fotovoltaic atau sel solar

Adalah alat sensor sinar yang mengubah energi sinar langsung menjadi energi listrik. Sel solar silikon yang modern pada dasarnya adalah sambungan PN dengan lapisan P yang transparan. Jika ada cahaya pada lapisan transparan P akan menyebabkan gerakan elektron antara bagian P dan N, jadi menghasilkan tegangan DC yang kecil sekitar 0,5 volt per sel pada sinar matahari penuh. Sel fotovoltaic adalah jenis transduser sinar/cahaya seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Cahaya pada sel fotovoltaik menghasilkan tegangan

b) Fotokonduktif



Gambar 2.(a) Sel Fotokonduktif ; (b) Cahaya pada sel fotokonduktif mengubah harga resistansi

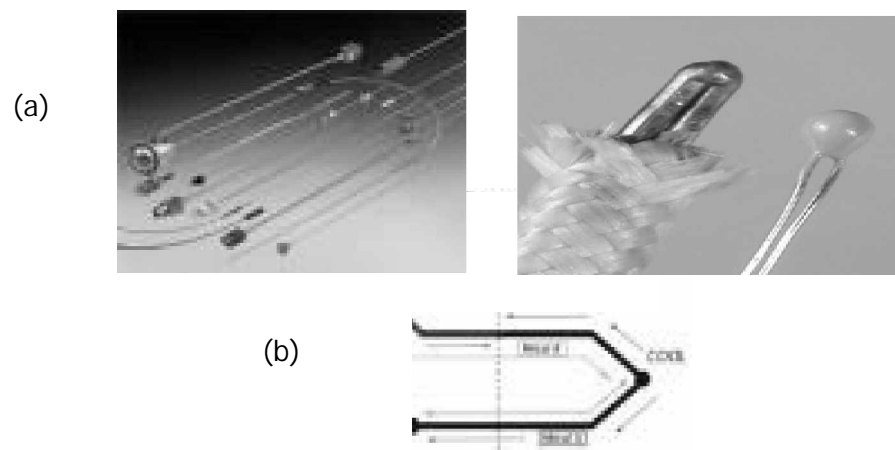
Energi yang jatuh pada sel fotokonduktif akan menyebabkan perubahan tahanan sel. Apabila permukaan alat ini gelap maka tahanan alat menjadi tinggi. Ketika menyala dengan terang tahanan turun pada tingkat harga yang rendah. Seperti terlihat pada gambar 2.

### 3) Sensor Suhu

Ada 4 jenis utama sensor suhu yang biasa digunakan :

#### a) Thermocouple

Thermocouple pada pokoknya terdiri dari sepasang penghantar yang berbeda disambung las dilebur bersama satu sisi membentuk "hot" atau sambungan pengukuran yang ada ujung-ujung bebasnya untuk hubungan dengan sambungan referensi. Perbedaan suhu antara sambungan pengukuran dengan sambungan referensi harus muncul untuk alat ini sehingga berfungsi sebagai thermocouple.

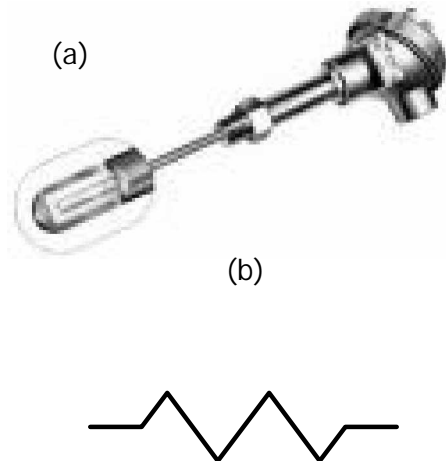


Gambar 3. (a) Thermocouple ; (b) Simbol thermocouple

### b) Detektor Suhu Tahanan

Konsep utama dari yang mendasari pengukuran suhu dengan detektor suhu tahanan (resistant temperature detector = RTD) adalah tahanan listrik dari logam yang bervariasi sebanding

dengan suhu. Kesebandingan variasi ini adalah presisi dan dapat diulang lagi sehingga memungkinkan pengukuran suhu yang konsisten melalui pendeteksian tahanan. Bahan yang sering digunakan RTD adalah platina karena kelinearan, stabilitas dan reproduksibilitas.

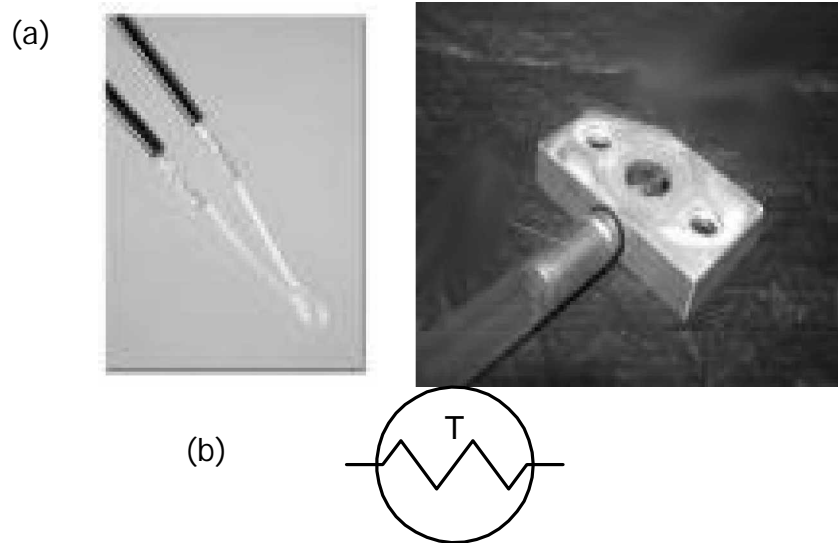


Gambar 4. (a) Detektor suhu tahanan  
(b) Simbol RTD

### c) Thermistor

Adalah resistor yang peka terhadap panas yang biasanya mempunyai koefisien suhu negatif. Karena suhu meningkat, tahanan menurun dan sebaliknya. Thermistor sangat peka (perubahan tahanan sebesar 5 % per ° C) oleh karena itu mampu mendeteksi perubahan kecil di dalam suhu.





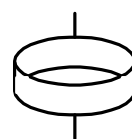
Gambar 5. (a) Thermistor ; (b) Simbol Thermistor

d) Sensor Suhu Rangkaian Terpadu (IC)

Sensor suhu dengan IC ini menggunakan chip silikon untuk elemen yang merasakan (sensor). Memiliki konfigurasi output tegangan dan arus. Meskipun terbatas dalam rentang suhu (dibawah 200 ° C), tetapi menghasilkan output yang sangat linear di atas rentang kerja.



(a)

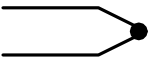

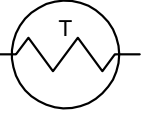
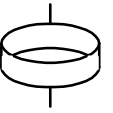
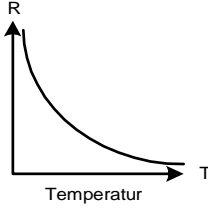
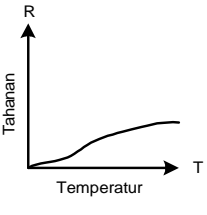
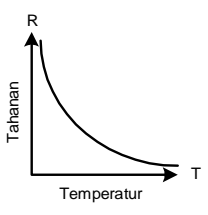
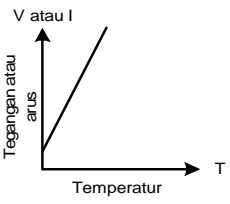


(b)

Gambar 6.

(a) Sensor suhu IC;

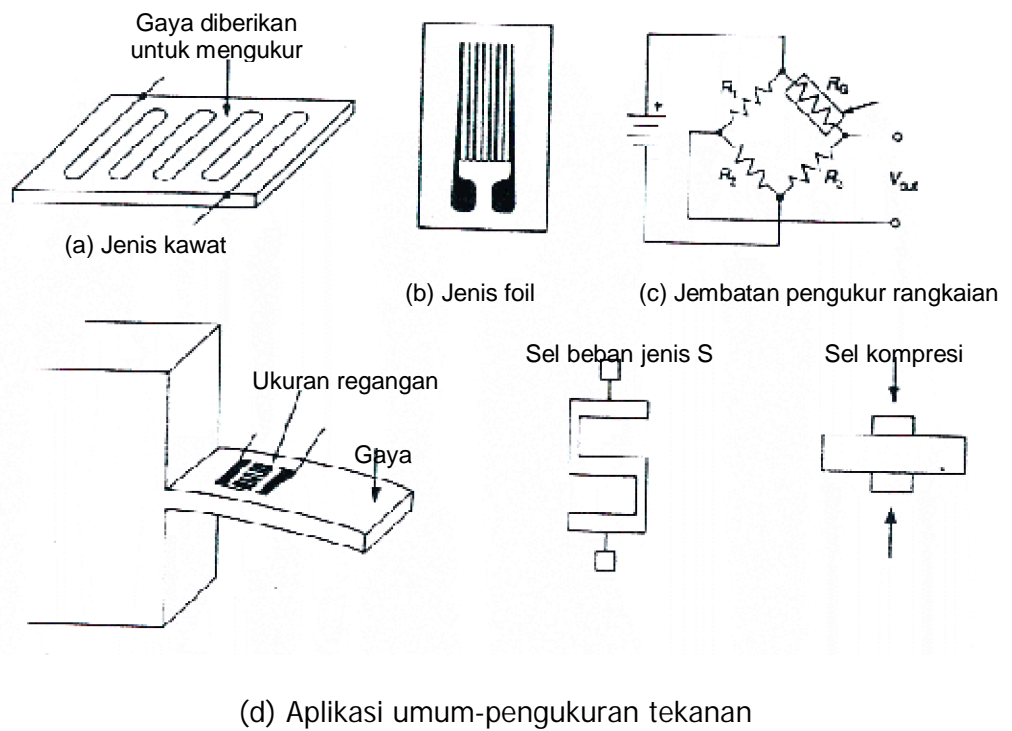
(b) Simbol sensor suhu IC

	Thermocouple	RTD	Thermistor	IC Sensor
Simbol				
Karakteristik				
Kekuatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Self powered</li> <li>ü Sederhana</li> <li>ü Murah</li> <li>ü Banyak macamnya</li> <li>ü Range suhu luas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Paling stabil</li> <li>ü Paling akurat</li> <li>ü Lebih linear daripada thermocouple</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Output tinggi</li> <li>ü Cepat</li> <li>ü Mengukur Ohms dua kawat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Paling linear</li> <li>ü Output paling tinggi</li> <li>ü Murah</li> </ul>
Kelemahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Tidak linear</li> <li>ü Tegangan rendah</li> <li>ü Memerlukan referensi</li> <li>ü Kurang stabil</li> <li>ü Kurang sensitif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Mahal</li> <li>ü Memerlukan suply daya</li> <li>ü D R kecil</li> <li>ü Tahanan absolut rendah</li> <li>ü Self heating</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Tidak linear</li> <li>ü Range suhu terbatas</li> <li>ü Rentan</li> <li>ü Memerlukan suply daya</li> <li>ü Self heating</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü <math>T &lt; 200^{\circ} C</math></li> <li>ü Memerlukan suply daya</li> <li>ü Lambat</li> <li>ü Self heating</li> <li>ü Konfigurasi terbatas</li> </ul>

#### 4) Sensor Tekanan

Prinsip kerja dari sensor tekanan ini adalah mengubah tegangan mekanis menjadi sinyal listrik. Ukuran ketegangan didasarkan pada prinsip bahwa tahanan pengantar berubah dengan panjang dan luas penampang.

Daya yang diberikan pada kawat menyebabkan kawat bengkok sehingga menyebabkan ukuran kawat berubah dan mengubah tahanannya, seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 8. Penggunaan Sensor Tekan pada Pengukur Regangan Kawat



Gambar 9. Contoh Penggunaan Sensor Tekanan

c. Rangkuman 1

1. Sensor digunakan untuk mendeteksi dan sering mengukur adanya sesuatu
2. Sensor biasanya dikategorikan dengan apa yang diukur
3. Fotovoltaic atau sel solar adalah sensor cahaya mengubah energi cahaya langsung menjadi energi listrik
4. Pengukur regangan kawat bekerja pada prinsipnya bahwa tahanan penghantar berubah dengan panjang dan luas penampang
5. Thermocouple pada prinsipnya menggunakan perbedaan suhu antar sambungan penghantar menyebabkan terbangkitnya tegangan DC yang kecil

d. Tugas 1

Cari spesifikasi dan cara kerja berbagai sensor yang ada dipasaran!

e. Tes Formatif 1

1. Apa yang dimaksud dengan sensor?
2. Jelaskan perbedaan prinsip kerja dari sensor fotovoltaic dan sensor fotokonduktif!

f. Kunci jawaban formatif 1

1. Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur magnitude sesuatu. Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik
2. Prinsip kerja sel fotovoltaic adalah adalah sambungan PN dengan lapisan P yang transparan. Jika ada cahaya pada lapisan transparan P akan menyebabkan gerakan elektron antara bagian P dan N, jadi menghasilkan tegangan DC yang kecil sekitar 0,5 volt per sel pada sinar matahari penuh. Sedangkan fotokonduktif adalah apabila permukaan alat ini gelap maka tahanan alat menjadi tinggi. Ketika

menyala dengan terang tahanan turun pada tingkat harga yang rendah.

g. Lembar Kerja 1

1) Alat dan Bahan:

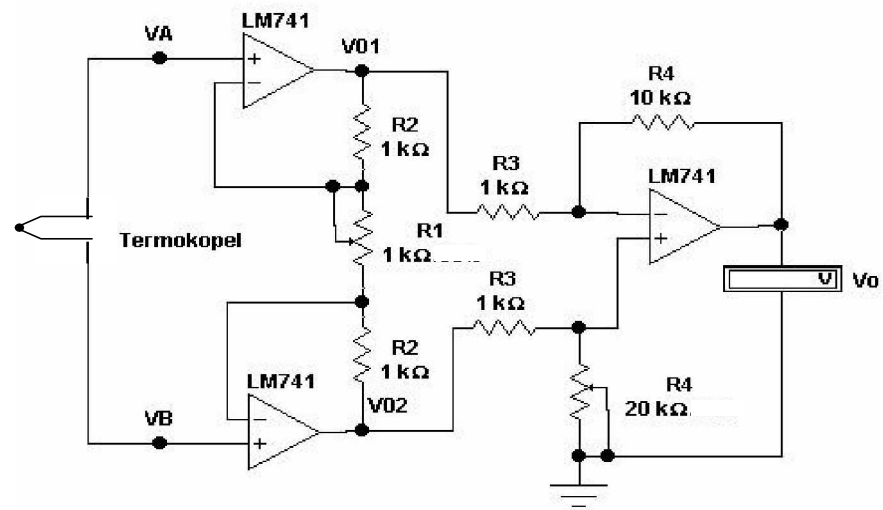
1. Catu daya 12 volt kembar (+ 12 V, 0, - 12 V) 1 buah
2. Pemanas air listrik..... 1 buah
3. Multimeter..... 1 buah
4. Thermometer alkohol 110° C..... 1 buah
5. Termokopel..... 1 buah
6. IC LM 741 ..... 3 buah
7. Resistor 10 k Ohm ..... 1 buah
8. Resistor 1 k Ohm ..... 4 buah
9. Resistor variabel 1 k Ohm..... 1 buah
10. Potensiometer 20 k Ohm ..... 1 buah
11. Kabel penghubung ..... secukupnya
12. Es dengan tempatnya..... secukupnya

2) Kesehatan dan Keselamatan Kerja

1. Pastikan tegangan keluaran catu daya sesuai yang dibutuhkan.
2. Dalam menyusun rangkaian, perhatikan letak kaki-kaki IC.
3. Sebelum catu daya dihidupkan, hubungi guru untuk mengecek kebenaran pemasangan rangkaian.
4. Dalam menggunakan meter kumparan putar (volt meter, amper meter dan ohm meter), mulailah dari batas ukur yang besar. Bila simpangan terlalu kecil dan masih di bawah batas ukur yang lebih rendah, turunkan batas ukur.

### 3) Langkah Kerja

1. Susunlah rangkaian seperti pada Gambar 10. berikut ini



Gambar 10. Aplikasi termokopel untuk alat ukur suhu

2. Letakkan termokopel pada es yang mencair. Ukurlah suhu es dengan termometer! Bila suhu air es tepat  $0^{\circ}\text{C}$ , amatilah dan catatlah tegangan keluaran  $V_0$ !
3. Naikkan suhu air es dengan pemanas air listrik! Amatilah  $V_0$  untuk setiap kenaikan  $10^{\circ}\text{C}$  dan catatlah!
4. Ulangi langkah 4 sampai air mendidih (suhunya  $100^{\circ}\text{C}$ )!
5. Buatlah grafik hubungan antara suhu air dengan tegangan  $V_0$ ! Apakah grafiknya merupakan fungsi linier?

### 4) Latihan

1. Mengapa thermocouple perlu dipasang lagi penguat?
2. Dari hasil grafik yang dibuat, bagaimana bentuk perbandingan antara tegangan output dengan suhu pada thermocouple?

## 2. Kegiatan Belajar 2 : Transduser

### a. Tujuan Pembelajaran 2

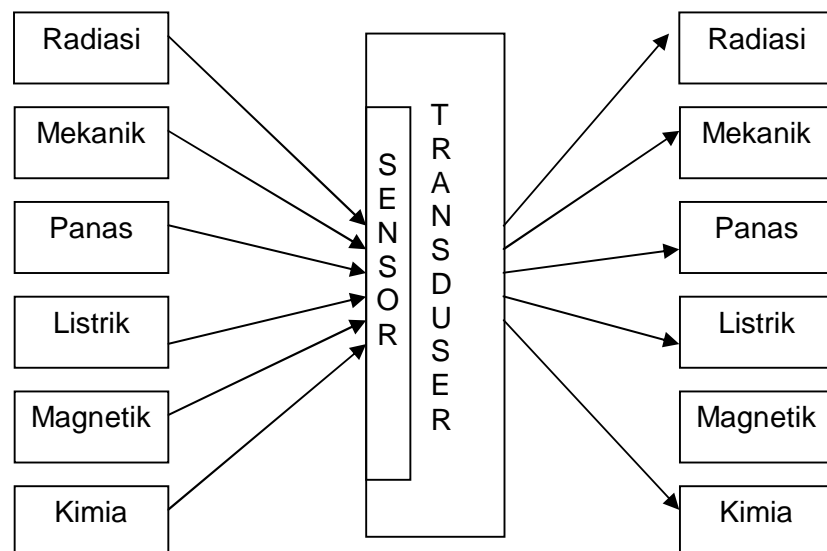
Peserta diklat memiliki kemampuan :

1. Memahami karakter transduser.
2. Mengukur karakter transduser.

### b. Uraian materi 2

#### 1) Pengertian Transduser

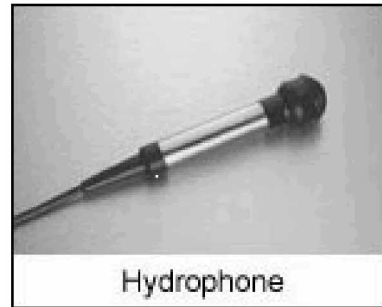
Transduser berasal dari kata “traducere” dalam bahasa Latin yang berarti mengubah. Sehingga transduser dapat didefinisikan sebagai suatu peranti yang dapat mengubah suatu energi ke bentuk energi yang lain. Bagian masukan dari transduser disebut “sensor”, karena bagian ini dapat mengindera suatu kuantitas fisik tertentu dan mengubahnya menjadi bentuk energi yang lain.



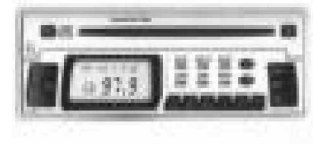
Gambar 11. Gambaran Umum Masukan–Keluaran Transduser

Dari sisi pola aktivasinya, transduser dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Transduser pasif, yaitu transduser yang dapat bekerja bila mendapat energi tambahan dari luar.
- b. Transduser aktif, yaitu transduser yang bekerja tanpa tambahan energi dari luar, tetapi menggunakan energi yang akan diubah itu sendiri.



Untuk jenis transduser pertama, contohnya adalah thermistor. Untuk mengubah energi panas menjadi energi listrik yaitu tegangan listrik, maka thermistor harus dialiri arus listrik. Ketika hambatan thermistor berubah karena pengaruh panas, maka tegangan listrik dari thermistor juga berubah. Adapun contoh untuk transduser jenis yang kedua adalah termokopel. Ketika menerima panas, termokopel langsung menghasilkan tegangan listrik tanpa membutuhkan energi dari luar.



Gambar12. Berbagai macam Tranduser yang Banyak Digunakan



## 2) Pemilihan Transduser

Pemilihan suatu transduser sangat tergantung kepada kebutuhan pemakai dan lingkungan di sekitar pemakaian. Untuk itu dalam memilih transduser perlu diperhatikan beberapa hal di bawah ini:

1. Kekuatan, maksudnya ketahanan atau proteksi pada beban lebih.
2. Linieritas, yaitu kemampuan untuk menghasilkan karakteristik masukan-keluaran yang linier.
3. Stabilitas tinggi, yaitu kesalahan pengukuran yang kecil dan tidak begitu banyak terpengaruh oleh faktor-faktor lingkungan.
4. Tanggapan dinamik yang baik, yaitu keluaran segera mengikuti masukan dengan bentuk dan besar yang sama.
5. Repeatability : yaitu kemampuan untuk menghasilkan kembali keluaran yang sama ketika digunakan untuk mengukur besaran yang sama, dalam kondisi lingkungan yang sama.
6. Harga. Meskipun faktor ini tidak terkait dengan karakteristik transduser sebelumnya, tetapi dalam penerapan secara nyata seringkali menjadi kendala serius, sehingga perlu juga dipertimbangkan.

Diantara beberapa karakteristik transduser di atas, akan dibahas lebih mendalam tentang linieritas.

## 3) Linieritas Transduser

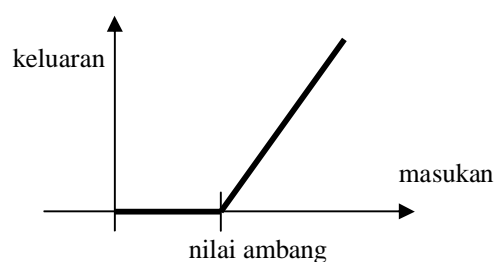
Linieritas adalah suatu sifat yang penting dalam suatu transduser. Bila suatu transduser adalah linier, maka bila masukan menjadi dua kali lipat, maka keluaran – misalnya – menjadi dua kali lipat juga. Hal ini tentu akan mempermudah dalam memahami dan memanfaatkan transduser tersebut.

Ketidaklinieran setidaknya dapat dibagi menjadi dua, yaitu ketidak-linieran yang diketahui dan yang tidak diketahui. Ketidaklinieran yang tidak diketahui tentu sangat menyulitkan,

karena hubungan masukan – keluaran tidak diketahui. Seandainya transduser semacam ini dipakai sebagai alat ukur, ketika masukan menjadi dua kali lipat, maka keluarannya menjadi dua kali lipat atau tiga kali lipat, atau yang lain, tidak diketahui. Sehingga untuk transduser semacam ini, perlu dilakukan penelitian tersendiri untuk mendapatkan hubungan masukan–keluaran, sebelum memanfaatkannya.

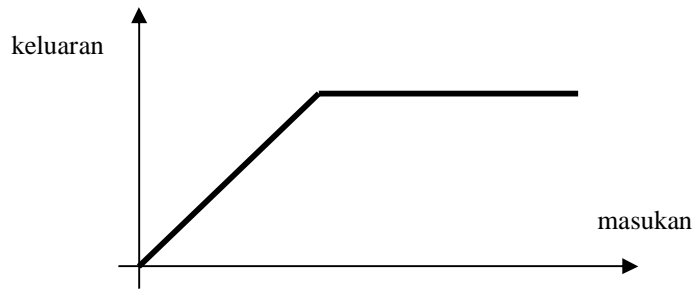
Adapun untuk ketidaklinieran yang diketahui, maka transduser yang memiliki watak semacam ini masih dapat dimanfaatkan dengan menghindari ketidaklinierannya atau dengan melakukan beberapa transformasi pada rumus-rumus yang menghubungkan masukan dengan keluaran. Contoh ketidaklinieran yang diketahui misalnya: daerah mati (dead zone), saturasi (saturation), logaritmis, kuadratis dan sebagainya. Perinciannya adalah sebagai berikut:

1. Daerah mati (dead zone) artinya adalah ketika telah diberikan masukan, keluaran belum ada. Baru setelah melewati nilai ambang tertentu, ada keluaran yang proporsional terhadap masukan.



Gambar 13. Daerah Mati (dead zone)

2. Saturasi maksudnya adalah, ketika masukan dibesarkan sampai nilai tertentu, keluaran tidak bertambah besar, tetapi hanya menunjukkan nilai yang tetap.



Gambar 14. Saturasi (saturation)

3. Logaritmis, maksudnya adalah – sesuai dengan namanya – bila masukan bertambah besar secara linier, keluarannya bertambah besar secara logaritmis.

Masukan	keluaran
10	1
100	2
1000	3

4. Kudratis, maksudnya adalah – sesuai dengan namanya – bila masukan bertambah besar secara linier, keluarannya bertambah besar secara kuadratis

Masukan	keluaran
1	1
2	4
3	9

Pada kondisi riil, transduser yang linier dalam jangkauan yang luas sangat jarang ditemui. Bahkan banyak transduser yang memiliki sifat tidak linier yang merupakan gabungan dari beberapa sifat tidak linier. Oleh karena itu, perlu kiat-kiat yang tepat untuk memanfaatkan fenomena tersebut.

#### c. Rangkuman 2

1. Transduser adalah alat yang mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain
2. Berdasarkan pola aktivasinya transduser dibagi menjadi dua macam, yaitu: Transduser pasif dan Transduser aktif

3. Ketidaklinearan transduser disebabkan oleh daerah mati (dead zone), saturasi (saturation), logaritmis dan kuadratis

d. Tugas 2

Cari spesifikasi dan cara kerja berbagai transduser yang ada dipasaran!

e. Tes Formatif 2

1. Apa yang dimaksud dengan transduser?
2. Apa yang dimaksud dengan linearitas transduser?
3. Sebutkan contoh-contoh transduser?

f. Kunci Jawaban Formatif 2

- a. Transduser adalah alat yang mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain
- b. Linearitas transduser, yaitu kemampuan transduser untuk menghasilkan karakteristik masukan-keluaran yang linier
- c. Mikrofon dan speaker

g. Lembar kerja 2

1) Alat dan Bahan

- |                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 1. Busur derajat.....                 | 1 buah     |
| 2. Voltmeter .....                    | 1 buah     |
| 3. Catu daya arus searah 5 volt ..... | 1 buah     |
| 4. Kabel penghubung .....             | secukupnya |
| 5. Potensiometer linier.....          | 1 buah     |
| 6. Potensiometer logaritmik .....     | 1 buah     |

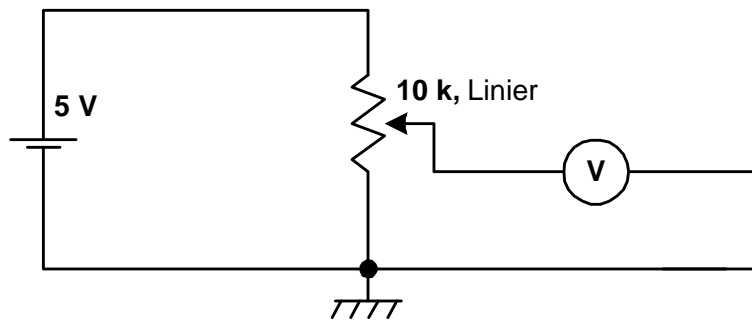
2) Kesehatan dan Keselamatan Kerja

1. Pastikanlah tegangan keluaran catu daya sesuai yang dibutuhkan
2. Sebelum catu daya dihidupkan, hubungilah instruktur untuk mengecek kebenaran pemasangan rangkaian.

3. Dalam menggunakan meter kumparan putar, mulailah dari batas ukur yang besar. Bila simpangan terlalu kecil dan masih di bawah batas ukur yang lebih rendah, turunkan batas ukur.

### 3) Langkah Kerja

1. Susunlah rangkaian seperti Gambar 15. berikut ini.



Gambar 15. Rangkaian Potensiometer

2. Putarlah potensiometer ke kiri penuh, catatlah penunjukan voltmeter!
3. Putarlah ke kanan potensiometer  $20^\circ$ , catatlah penunjukan voltmeter!
4. Ulangilah langkah nomor 3 untuk setiap kenaikan  $20^\circ$  sampai maksimal!  
 Sudut maksimal = .....  $^\circ$   
 Tegangan maksimal = ..... V  
 Kepekaan potensiometer = ..... V/ $^\circ$
5. Dari sudut maksimal, putarlah potensiometer ke kiri pada sudut satu langkah sebelum maksimal kanan dan catatlah nilai voltmeter.
6. Ulangilah nomor 5 untuk setiap penurunan  $20^\circ$  sampai kembali ke  $0^\circ$ .
7. Catatlah hasil pengukuran pada Tabel 1. berikut ini.

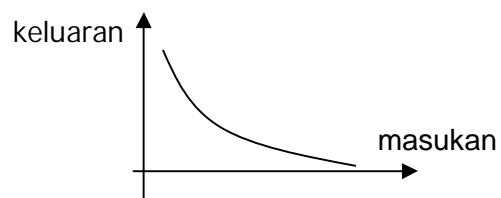
Tabel 1. Pengukuran Tegangan Potensiometer

No	Sudut	$V_o$	No	Sudut	$V_o$
1	0		18	maksimum	
2	20		19	300	
3	40		20	280	
4	60		21	260	
5	80		22	240	
6	100		23	220	
7	120		24	200	
8	140		25	180	
9	160		26	160	
10	180		27	140	
11	200		28	120	
12	220		29	100	
13	240		30	80	
14	260		31	60	
15	280		32	40	
16	300		33	20	
17	maksimum		34	0	

8. Buatlah kurva hubungan masukan-keluaran dari tabel diatas!
9. Ulangilah percobaan diatas untuk potensiometer logaritmik!
10. Bandingkan hasil pengukuran untuk potensiometer linier dan potensio-meter logaritmik! Manakah yang linier?

#### 4) Latihan

Bila hubungan masukan – keluaran suatu NTC digambarkan dengan kurva di bawah ini, apakah NTC termasuk transduser linier ?



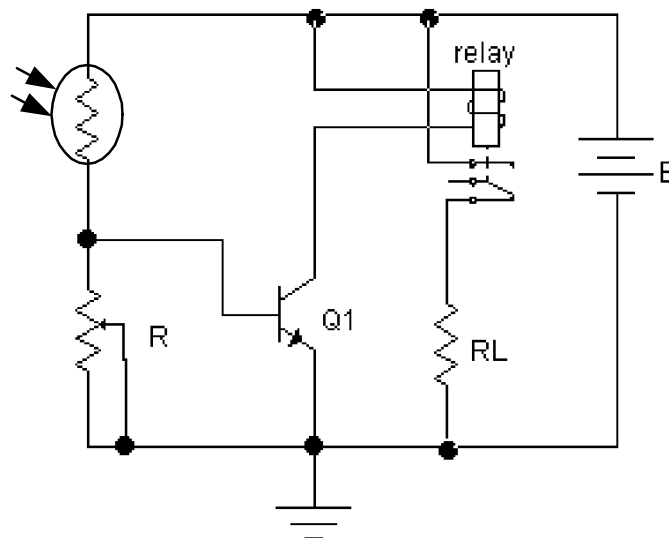
Gambar 16. Kurva NTC

A. PERTANYAAN

1. Bila hubungan masukan – keluaran suatu transduser adalah logaritmik, artinya untuk masukan yang berubah secara linier mengapa demikian?
2. Rancanglah suatu detektor suhu sederhana dengan menggunakan fotokonduktif, sebuah transistor sebagai saklar, relay kecil dan suatu beban!

B. KUNCI JAWABAN LEMBAR EVALUASI

1. Mengikuti keluaran transduser dengan suatu penguat anti logaritmis.
2. Langkah-langkahnya sebagai berikut:
  - a. Tentukan tipe relay yang tepat untuk beban  $R_L$
  - b. Untuk tegangan catu dipilih 9 volt, dan spesifikasi relay di atas diketahui, dipilih tipe transistor  $Q_1$  yang sesuai (disipasi daya sesuai,  $h_{FE}$  cukup besar misalkan 100)
  - c. Tentukan titik ambang yang dikehendaki, kemudian atur R untuk mendapatkan tegangan pulsa pemicu yang sesuai
 Rangkaiannya seperti gambar dibawah ini :



### C. KRITERIA KELULUSAN

Teori			
No	Tipe Pertanyaan	Jumlah Soal	Skor
1	Uraian	2	100
Jumlah			

Praktek					
No	Uraian	Bobot			
1	Ketepatan alat/bahan	1	2	3	4
2	Kebenaran hasil praktek	1	2	3	4
3	Keselamatan kerja	1	2	3	4
4	Prosedur kerja	1	2	3	4
5	Interpretasi hasil	1	2	3	4
6	Waktu	1	2	3	4
	Jumlah				
Nilai Praktik = Jumlah x 4.167					

Nilai Akhir = 0,3 Nilai Teori + 0.7 Nilai Praktik

Jika skor nilai akhir telah mencapai 70 maka  
peserta diklat dinyatakan lulus



## BAB IV

### PENUTUP

---

Peserta diklat yang telah mencapai syarat kelulusan minimal dapat melanjutkan ke modul EL.008. Sebaliknya, apabila peserta diklat dinyatakan tidak lulus, maka peserta diklat harus mengulang modul ini dan tidak diperkenankan untuk mengambil modul EL.008.

Jika peserta diklat telah lulus menempuh modul, maka peserta diklat berhak memperoleh sertifikat kompetensi.

## DAFTAR PUSTAKA

---

Wasito S., 1986, Vademekum Elektronika, cet. ketiga, PT Gramedia, Jakarta

Robert Boylestad and Louis Nashelsky, 1994, Electronic Devices And Circuit Theory, Fifth Ed., Eighth Printing, Prentice-Hall of India Private Ltd, New Delhi

Anton F. P. van Putten, 1988, Electronic Measurement Systems, Prentice Hall International (UK) Ltd.

CS Rangan et. al. , 1990, Instrumentation: Devices and Systems, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi