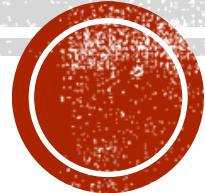


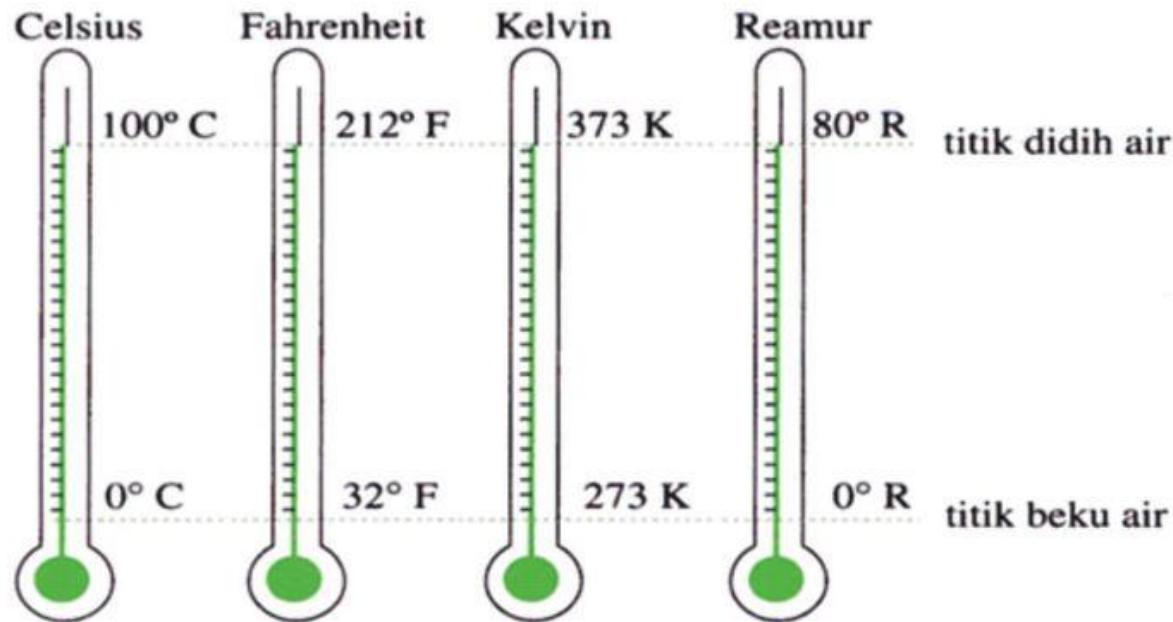
TEMPERATURE MEASUREMENT DEVICES

Type:

Pemuaian bahan,
Resistansi bahan,
Thermistor,
thermocouple,
pyrometer,
semikonduktor



KONVERSI SUHU



- Temperatur/suhu adalah besaran ukuran untuk energi molekular dan transfer panas
- Panas adalah energi yang berpindah akibat perbedaan suhu.



ENERGI PANAS

- Energi panas

Energi yang disebabkan perpindahan panas, menyebabkan perubahan wujud zat.

Berdasarkan hukum kalor dan asas black:

$$-Q_1 = Q_2$$

$$-m_1 C_1 \Delta T_1 = m_2 C_2 \Delta T_2$$

$$-m_1 C_1 (T_F - T_1) = m_2 C_2 (T_F - T_2)$$



PERUBAHAN WUJUD BENDA

- Perubahan wujud benda meliputi:

1. Padat
2. Cair
3. Gas



TRANSFER ENERGI PANAS

- TRANSFER ENERGI PANAS

TERDAPAT 3 CARA PANAS MERAMBAT (TRANSFER):

1. KONDUKSI
2. KONVEKSI
3. RADIASI

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$$

$$Q = k \cdot A \cdot t \cdot \frac{\Delta T}{L}$$



PEMUAIAN

- PEMUAIAN

PERUBAHAN DIMENSI ZAT (PADAR) AKIBAT ADANYA PERUBAHAN ENERGY PANAS DISEBABKAN OLEH ENERGY MOLECULAR YANG BERTAMBAH ATAU BERKURANG SEHINGGA MENYEBABKAN PERBEDAAN VIBRASI ATOM.

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta T}$$

$$\Delta l = \alpha l_1 \Delta T$$

$$l_2 - l_1 = \alpha l_1 (T_2 - T_1)$$

$$l_2 = l_1 + \alpha_1 (T_2 - T_1)$$

$$l_2 = l_1 \{1 + \alpha(T_2 - T_1)\}$$



ALAT PENGUKUR SUHU

- Terdapat 6 jenis alat pengukur suhu:
 1. Pemuaian bahan
 2. Perubahan resistansi bahan
 3. Thermistor
 4. Thermocouple
 5. Pyrometer
 6. semikonduktor



TERMOMETER MUAI

- Pengukur suhu ini berdasarkan pemuaian bahan
- Contohnya :
 1. *Liquid in glass*
 2. *Bimetallic strip (On/OFF APPLICATION)*
 3. *Pressure-spring thermometers (TABUNG BOURDON)*



Bimetal sebelum dipanaskan

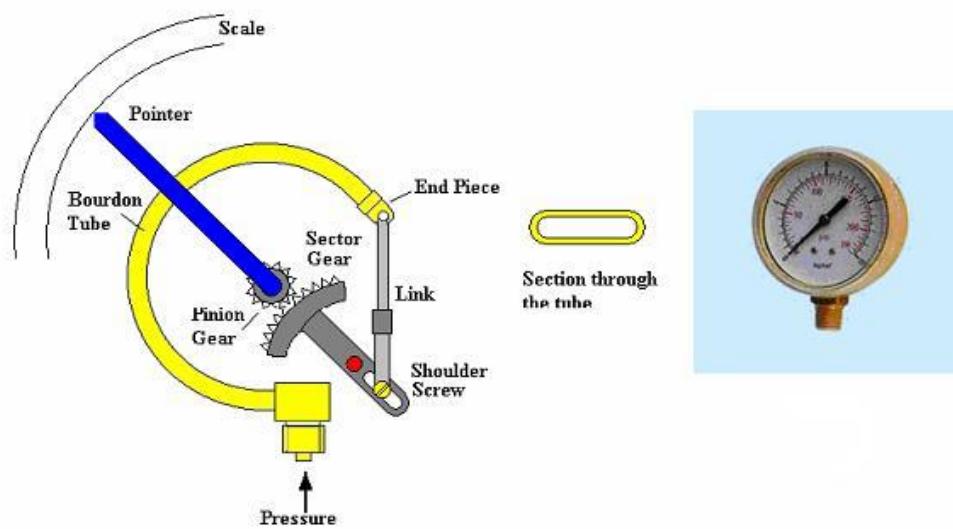


Bimetal sesudah dipanaskan



TABUNG BOURDON

1. *Liquid filled*
2. *Vapor pressure*
3. *Gas filled.*



PERUBAHAN RESISTANSI

- Sering disebut rtd (resistance tempereatur device)
- Terdapat bahan material yang apabila terkena panas akan berubah resistansinya berdasarkan persamaan:

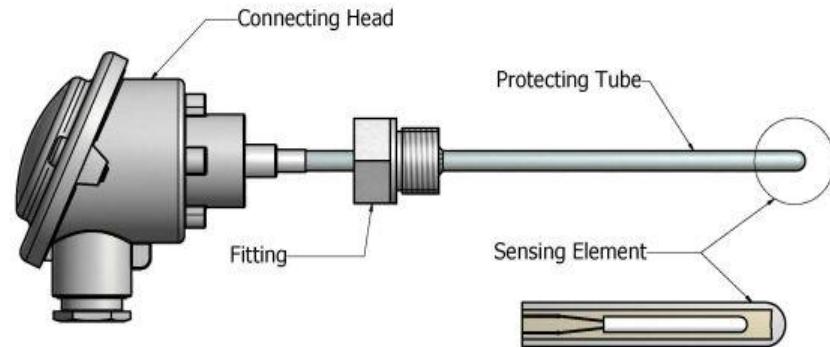
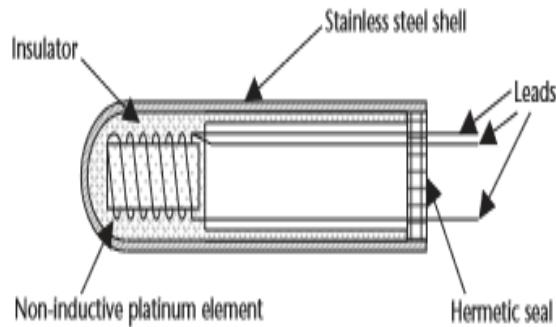
$$R_{T_2} = R_{T_1} [1 + \text{Coeff. } (T_2 - T_1)]$$

Table 10.6 Temperature Coefficient of Resistance of Some Common Metals

Material	Coefficient per °C	Material	Coefficient per °C
Iron	0.006	Tungsten	0.0045
Nickel	0.005	Platinum	0.00385



PERUBAHAN RESISTANSI



PT 100

SENSITIVITAS = 0,135 OHM/°C

RANGE PENGUKURAN = -50°C - 300°C

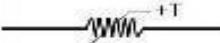
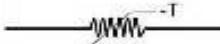


THERMISTOR

- Bahan penyusunnya merupakan semikonduktor yang memiliki *sensing* yang baik terhadap perubahan suhu. Contoh:
 1. PTC (*Positive teMperature coefficient*)
 2. NTC (*Negative temperature coefficient*)

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R_s} \left(\frac{1}{\Delta T} \right)$$

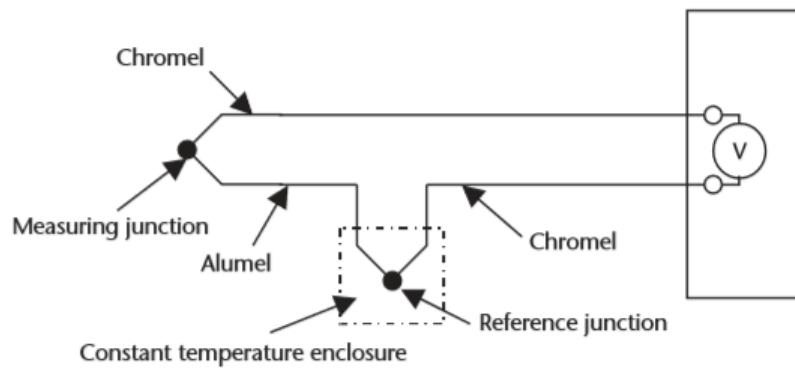
Gambar dan Simbol Komponen Thermistor PTC dan NTC

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Thermistor PTC (Positive Temperature Coefficient)		 atau 
Thermistor NTC (Negative Temperature Coefficient)		 atau 



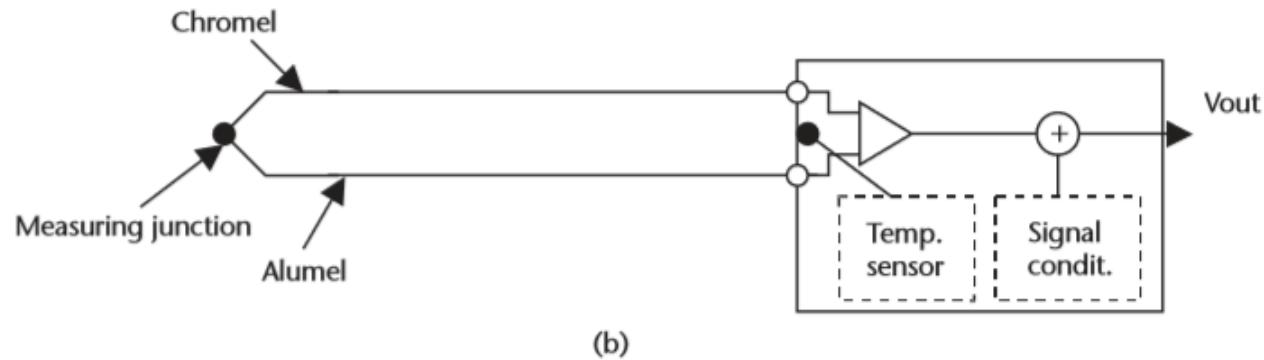
TERMOKOPEL

- Termokopel merupakan sensor suhu yang terdiri dari dua metal yang disatukan pada satu titik (Berbeda dengan bimetal strip)



TERMOKOPEL

- Karena suhu yang diukur merupakan suhu relative (berdasarkan suhu referensi) maka diperlukan metode alternatif yaitu dengan menggunakan RPS dan sensor suhu untuk sambungan referensi.



PYROMETER

- Pyrometer dapat digunakan untuk mengukur suhu dengan cara menerima frekuensi gelombang cahaya yang dipancarkan oleh benda yang diukur suhunya.

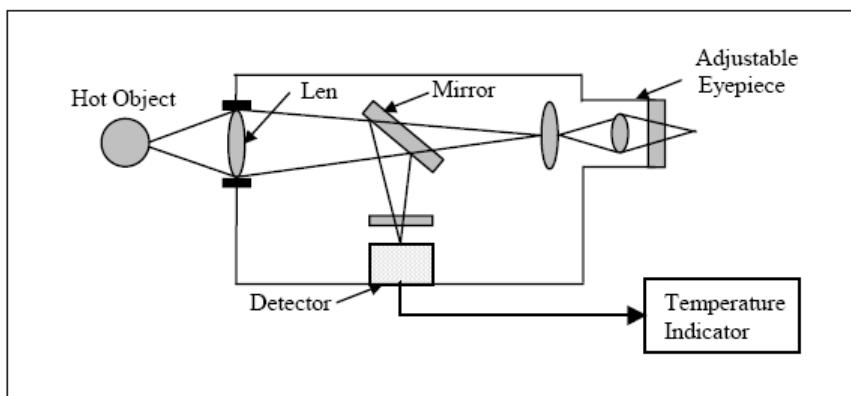
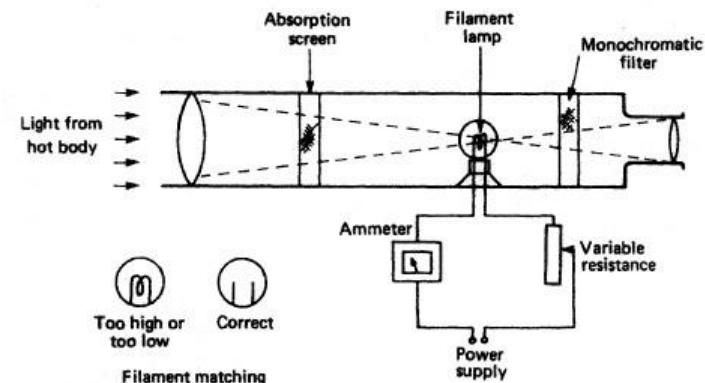


Figure 7-21. Block diagram of radiation pyrometer



PYROMETER



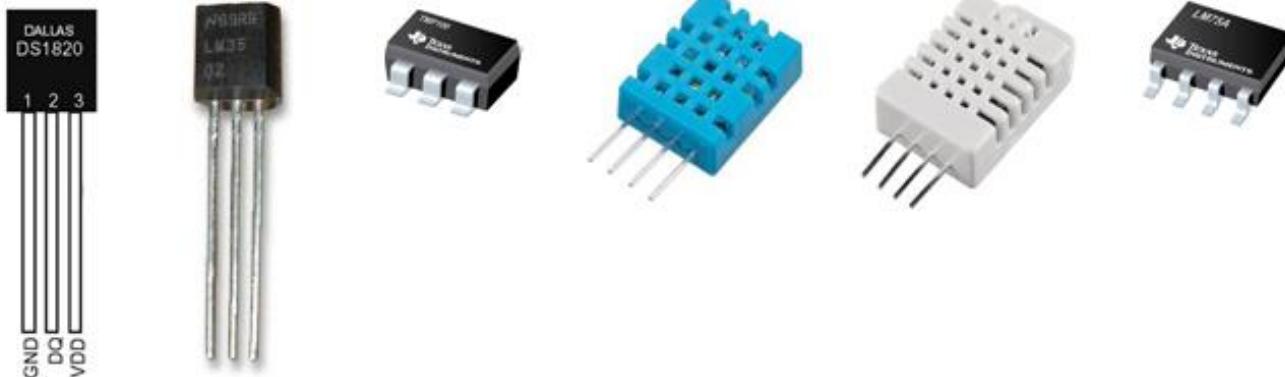
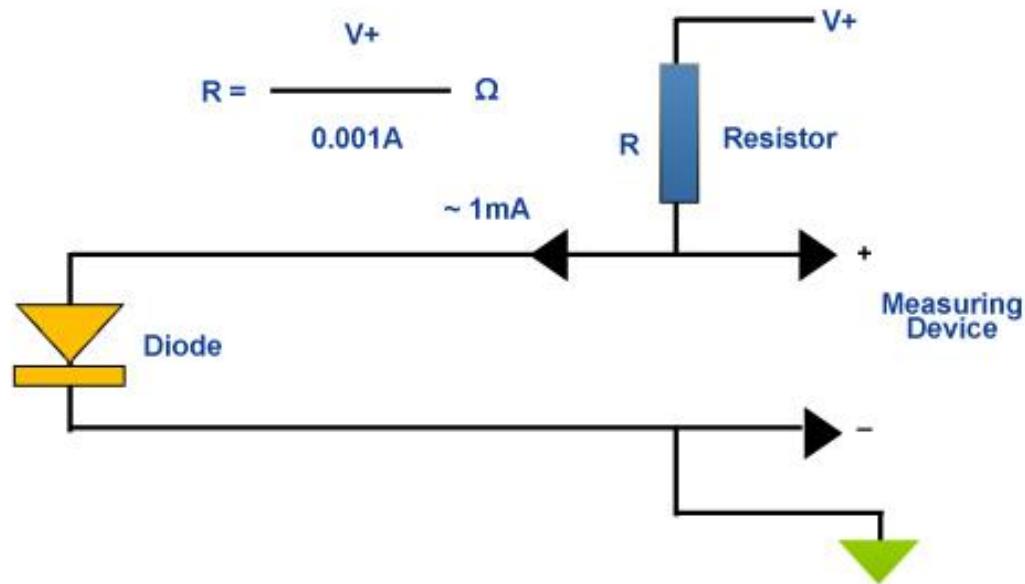
TERDAPAT TIGA JENIS PYROMETER YAITU:

1. THERMOPILE
2. RADIATION PYROMETER
3. OPTICAL PYROMETER



SEMIKONDUCTOR

- Diode Temperature Sensor
- LMT70 ([datasheet](#))
- LM35 ([datasheet](#))
- DS1621 ([datasheet](#))
- DHT11 ([datasheet](#))



DS18B20

LM35DZ

TMP100

DHT11

RHT03 (DHT22)

LM75

PERTIMBANGAN APLIKASI

- TERDAPAT BEBERAPA PERTIMBANGAN UNTUK MEMILIH SENSOR SUHU YANG DIGUNAKAN DALAM PENGAPLIKASINYA, YAITU:
 1. Seleksi
 2. Range pengukuran dan akurasi sensor
 3. Konstanta waktu (respon suhu)
 4. Instalasi
 5. kalibrasi
 6. proteksi



DATA RANGE PENGUKURAN DAN AKURASI SENSOR SUHU

Table 10.8 Temperature Range and Accuracy of Temperature Sensors

<i>Sensor Type</i>		<i>Range</i>	<i>Accuracy (FSD)</i>
Expansion	Mercury in glass	−35° to +430°C	±1%
	Liquid in glass	−180° to +500°C	±1%
	Bimetallic	−180° to +600°C	±20%
Pressure-spring	Liquid filled	−180° to +550°C	±0.5%
	Vapor pressure	−180° to +320°C	±2.0%
	Gas filled	−180° to +320°C	±0.5%
Resistance	Metal resistors	−200° to +800°C	±5%
	Platinum	−180° to +650°C	±0.5%
	Nickel	−180° to +320°C	±1%
	Copper	−180° to +320°C	±0.2%
Thermistor		0° to 500°C	±25%
Thermocouple		−60° to +540°C	±1%
		−180° to +2,500°C	±10%
Semiconductor IC		−40° to +150°C	±1%



KEKURANGAN DAN KELEBIHAN RAGAM JENIS SENSOR SUHU

Table 10.9 Summary of Sensor Characteristics

Type	Linearity	Advantages	Disadvantages
Bimetallic	Good	Low cost, rugged, wide range	Local measurement, or for On/Off switching only
Pressure	Medium	Accurate, wide range	Needs temperature compensation, vapor is nonlinear
Resistance	Very good	Stable, wide range, accurate	Slow response, low sensitivity, expensive, self-heating, range
Thermistor	Poor	Low cost, small, high sensitivity, fast response	Nonlinear, range, self-heating
Thermocouple	Good	Low cost, rugged, very wide range	Low sensitivity, reference needed
Semiconductor	Excellent	Low cost, sensitive, easy to interface	Self-heating, slow response, range, power source

