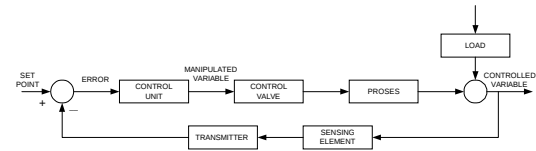


BAB IV SENSOR (ALAT UKUR)

1. Alat ukur temperatur
2. Alat ukur tekanan
3. Alat ukur aliran
4. Alat ukur level

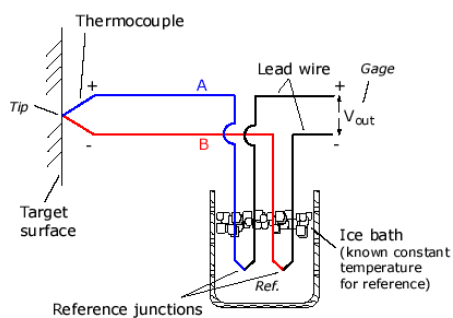


IV. 1. Alat Ukur Temperatur

- a) Thermocouple
- b) Resistance Temperatur Detectors (RTD)
- c) Thermister
- d) Pyrometer
- e) Bimetallic
- f) Filled systems

a) Thermocouple

- Merupakan sensor temperatur yang terdiri dari dua kawat logam berbeda. Salah satu persimpangan merupakan ujung pengukuran dan persimpangan yang lain adalah ujung referensi (suhunya diketahui)
- Perbedaan temperatur antara ujung pengukuran dan ujung referensi dideteksi dengan pengukuran perubahan voltase (electromotive force, emf)



ISA	Material (+ & -)	Temperature Range °C (°F)	Sensitivity@ 25°C (77°F) $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ($\mu\text{V}/^\circ\text{F}$)	Error*	App.**
E	Chromel & Constantan (Ni-Cr & Cu-Ni)	-270~1000 (-450~1800)	60.9 (38.3)	LT: $\pm 1.67^\circ\text{C} (\pm 3^\circ\text{F})$ HT: $\pm 0.5\%$	I, O
J	Iron & Constantan (Fe & Cu-Ni)	-210~1200 (-350~2200)	51.7 (28.7)	LT: $\pm 2.2 \sim 1.1^\circ\text{C} (\pm 4 \sim 2^\circ\text{F})$ HT: $\pm 0.375 \sim 0.75\%$	I, O, R, V
K	Chromel & Alumel (Ni-Cr & Ni-Al)	-270~1350 (-450~2500)	40.6 (22.6)	LT: $\pm 2.2 \sim 1.1^\circ\text{C} (\pm 4 \sim 2^\circ\text{F})$ HT: $\pm 0.375 \sim 0.75\%$	I, O
T	Copper & Constantan (Cu & Cu-Ni)	-270~400 (-450~750)	40.6 (22.6)	LT: $\pm 1 \sim 2\%$ HT: $\pm 1.5\%$ or $\pm 0.42^\circ\text{C} (\pm 0.75^\circ\text{F})$	I, O, R, V

R	Platinum & 87% Platinum/13% Rhodium (Pt & Pt-Rh)	-50~1750 (-60~3200)	6 (3.3)	LT: $\pm 2.8^\circ\text{C} (\pm 5^\circ\text{F})$ HT: $\pm 0.5\%$	I, O
S	Platinum & 90% Platinum/10% Rhodium (Pt & Pt-Rh)	-50~1750 (-60~3200)	6 (3.3)	LT: $\pm 2.8^\circ\text{C} (\pm 5^\circ\text{F})$ HT: $\pm 0.5\%$	I, O
B	70% Platinum/30% Rhodium & 94% Platinum/6% Rhodium (Pt-Rh & Pt-Rh)	-50~1750 (-60~3200)	6 (3.3)	LT: $\pm 2.8^\circ\text{C} (\pm 5^\circ\text{F})$ HT: $\pm 0.5\%$	I, O

LT = Low temperature range, HT = High temperature range
 * : I = Inert media, O = Oxidizing media, R = Reducing media, V = Vacuum
 ** : Constantan, Alumel, and Chromel are trade names of their respective owners.

Kelebihan dan kekurangan

- Biaya murah
- Tidak ada pergerakan, sehingga tidak mudah rusak
- Kisaran temperatur luas
- Waktu respon cepat
- Repeatability dan akurasi cukup baik
- Sensitivity rendah
- Membutuhkan temperatur referensi seperti air es (0°C)
- Nonlinearity. $\rightarrow$ di atasi dengan kurva kalibrasi dengan persamaan polinomial

b. Resistance Temperatur Detectors (RTD)

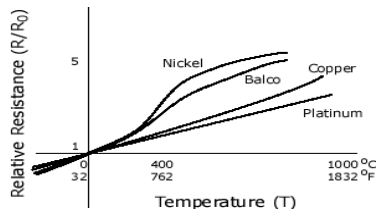
- RTD menggunakan kenaikan hambatan elektrolik suatu logam dengan naiknya temperatur



Effect of temperature on resistance

$$R_T = R_{T_0} (1 + \alpha T)$$

with R_T the resistance, R_{T_0} the resistance at base temperature of 0°C , T the temperature of the sensor (to be determined from R_T) and α the temperature coefficient of the metal.

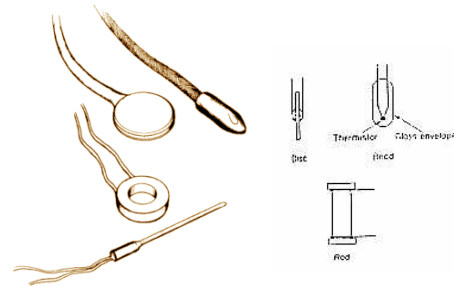


Kelebihan dan Kekurangan

- Stabil dan akurasi baik
- Linierisasi lebih baik daripada thermocouple
- Lebih mahal
- Pemanasan sendiri
- Membutuhkan sumber arus
- Waktu respon kurang cepat pada beberapa aplikasi

c. Thermistor

- Seperti RTD, thermistor menggunakan hambatan untuk mendeteksi temperatur
- Hanya saja pada thermistor menggunakan keramik semikonducting yang mempunyai efek menurunkan hambatan pada naiknya temperatur

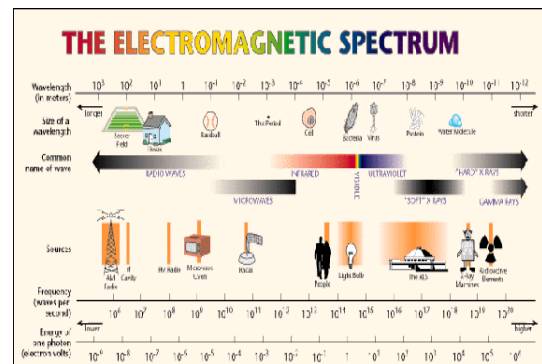
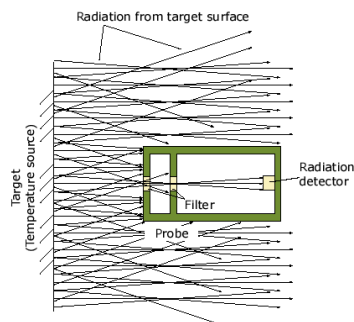


Kelebihan dan kekurangan

- Akurasi tinggi. Lebih tinggi dari pada RTD dan thermocouple
- Sensivitasnya tinggi
- Ukuran lebih kecil daripada termocouple
- Waktu respon lebih baik daripada RTD, kurang lebih sama dg thermocouple
- Kisaran temperatur terbatas
- Linieritas rendah

d. Pyrometer

- Kadang disebut termometer radiasi
- Tidak ada kontak langsung dengan bidang temperatur
- Pengukuran temperatur dari radiasi elektromagnetik (sinar tampak atau infrared) yang dilepaskan oleh objek

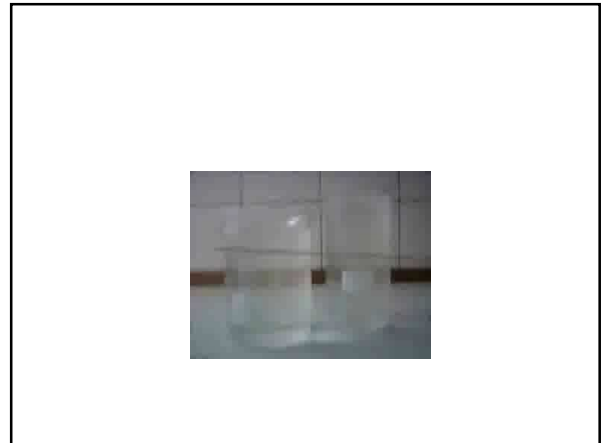
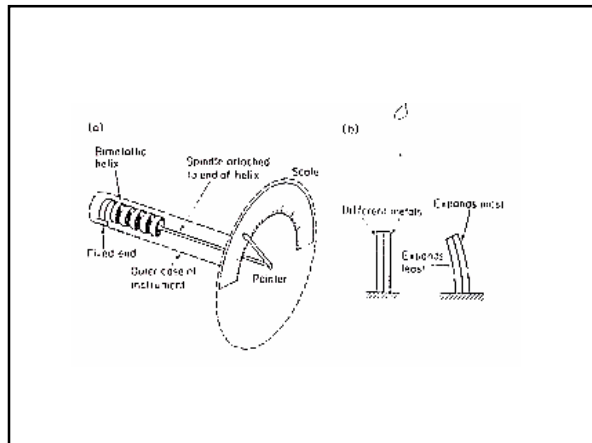


Kelebihan dan kekurangan

- Pengukuran tanpa kontak
- Waktu respon cepat
- Stabilitas baik
- Mahal
- Akurasi terganggu oleh debu dan asap

e. Bimetallic

- Logam akan berekspansi dengan naiknya temperatur dan kecepatan ekspansi berbeda antar logam satu dengan yang lain.
- Dua logam dikonstruksikan menjadi sebuah spiral.
- Perubahan posisi koil akan dideteksi dan digunakan untuk menentukan temperatur



Kelebihan dan kekurangan

- Murah
- Secara fisik baik
- Display secara lokal

f. Filled system

- Fluida akan terekspansi dengan naiknya temperatur
- Perubahan posisi dideteksi untuk menentukan temperatur.

Kelebihan dan kekurangan

- Sederhana dan biaya murah
- Tidak ada racun
- Temperatur tidak tinggi
- Sensitif terhadap tekanan