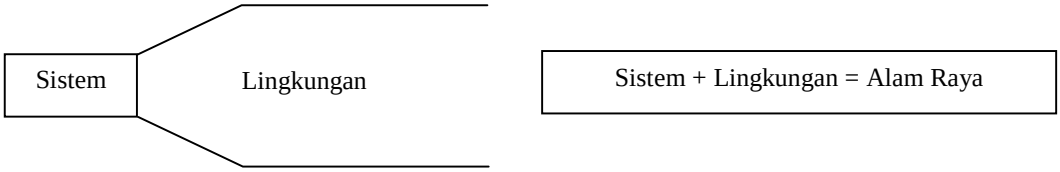
SUHU

2.1 Konsep Suhu dan Hukum Ke-0;

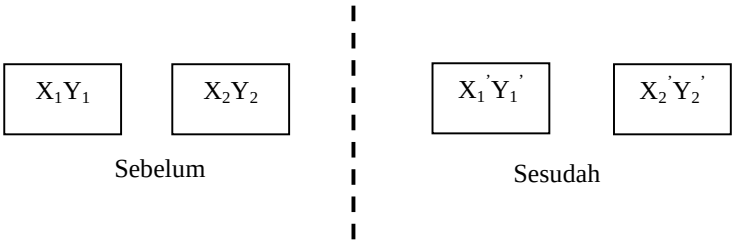
Apa yang menjadi obyek penyelidikan di dalam termodinamika disebut sistem. Misalnya gas, cairan, sepotong logam, baterai, dan



Antara sistem dan lingkungan terdapat dinding pemisah.

Kita catat bahwa antara sistem dan lingkungan dapat terjadi interaksi. Interaksi yang dimaksud (dalam termodinamika) ialah pertukaran kalor (atau interaksi termal) dan pengadaan usaha. Apabila interaksi dicegah terjadi, sistem disebut terisolasi. Dalam bab ini kita batasi diri pada interaksi termal saja.

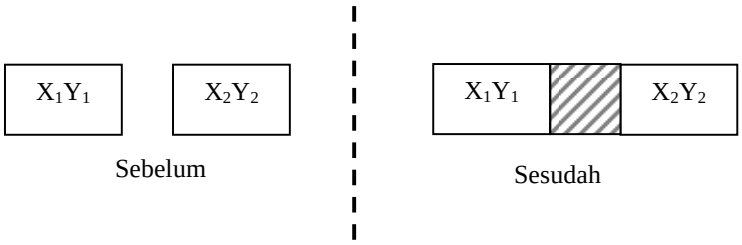
Interaksi termal terjadi apabila dinding pemisah bersifat diatermik (dapat meneruskan kalor)



Pada kontak diatermik, koordinat masing-masing sistem berubah, karena terganggun. Tetapi suatu keadaan seimbang baru akan tercapai, setelah sesuatu yang disebut kalor telah berpindah dari sistem yang panas ke sistem yang kurang panas.

Dalam keadaan seimbang yang baru ini, kedua sistem memiliki sesuatu yang sama, yakni suhu (Definisi)

Secara matematis, terdapat hubungan tertentu antara $(x_1'y_1')$ dan $(x_2'y_2')$ yakni $(x_1'y_1') = (x_2'y_2')$



Pada kontak melalui dinding adiabatik, tidak terjadi aliran kalor, hingga tidak terjadi perubahan apapun pada koordinat masing-masing sistem. Tidak terdapat hubungan apapun antara $(x_1'y_1')$ dan $(x_2'y_2')$

Definisi

Suhu adalah besaran yang dimiliki bersama dua sistem dalam keadaan seimbang termal.

Hukum ke-0

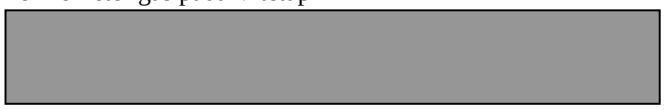
Apabila sistem A berada dalam keadaan seimbang termal dengan sistem B, dan sistem A juga dalam keadaan seimbang termmal dengan sistem C, maka sistem B adalah seimbang dengan sistem C.

2.2 Pengukuran suhu

Alat pengukur suhu disebut termometer. Agar dapat diadakan pengukuran kuantitatif, termometer perlu dibubuhi skala.
Semua tipe dan jenis termoemeter didasarkan atas gejala dimana suatu besaran fisis tertentu berubah apabila suhu berubah/diubah.
Besaran fisis semacam ini dinamai ‘ Thermometric Property’
Misalnya :

Nama Termometer	**‘Thermometric Property’**
Termometer Gas (Pada P tetap)	V = V(T) Volum Gas
Termometer gas (pada V tetap)	P =P(T) tekanan tetap
Termometer cairan	L =L(T) panjang kolom cairan
Termometer resistor	$\rho = \rho(T)$ hambat jenis bahan resistor
Pirometer	I =I(T) Intensitas Cahaya
Termokopel	$\varepsilon = \varepsilon(T)$ ggl
Termistor	I=I(T) Arus

Termometer gas pada V tetap



‘Thermometric Property-nya’ ialah P (sebenarnya panjang kolom)

Termometer Pt

Termokopel

Masing-masing termometer memiliki keuntungan dan kekurangan sendiri dan daerah pengukurannya juga berbeda.
Kalau thermometric property dilambangkan x, maka x = x(T). Fungsi apa yang dipakai ? Ini dapat dipilih/ditentukan sendiri. Pilihan yang dibuat akan menentukan sifat-sifat skala termometer.
Demi kemudahan membaca skala, x selalu dipilih sebagai fungsi linier dari T. pilihan demikan menghasilkan skala termometer yang bersifat linier pula.
Memilih disini berarti sama dengan menentukan kondisi dan konstruksi alat hingga skala linier tercapai.

Jadi x = Konst. T, atau $\frac{x_1}{T_1} = \frac{x_2}{T_2}$, dengan kata lain $\frac{x}{T}$ pada setiap keadaan harus bernlai sama.

Kalau keadaan 1 adalah keadaan yang dicari, dan untuk ini angka indeks ditiadakan, maka didapatkan hubungan :

$T = T_2 \frac{x}{x_2}$; dimana

T : Suhu yang hendak diketahui/diukur

x : Nilai termometric property pada suhu yang hendak diukur; (dibaca)
T_2 : Suhu acuan (Reference Point) ; (dikatahui/dipilih)
x_2 : Nilai thermometric property pada suhu acuan (Ditentukan)

Dalam sistem satuan internasional telah disepakati bersama (1967) agar sebagai titik acuan diambil suhu tripel ait T_3 dengan nilai :
T_3 = 273,16 Kelvin.

Catatan
Nilai yang terasa aneh ini digunakan agar nilai suhu yang diperoleh sesuai dengan suhu kelvin (absolut) dan suhu Celcius terdahulu.

Definisi :
Suhu tripel air adalah suhu dimana air murni berada dalam keadaan seimbang termal dengan es dan uap jenuhnya.
Suhu ini dapat direalisasikan dengan suatu sel tripel.

Maka rumus (2.4) menjad $T = 273{,}16 \frac{x}{x_3}$ Kelvin.

Maka skala pada suhu termometer gas (pada V tetap) harus ditentukan menurut rumus :

$T = 273{,}16 \frac{P}{P_3}$, dan untuk termometer Hg menurut rumus

$T = 273{,}16 \frac{L}{L_3}$

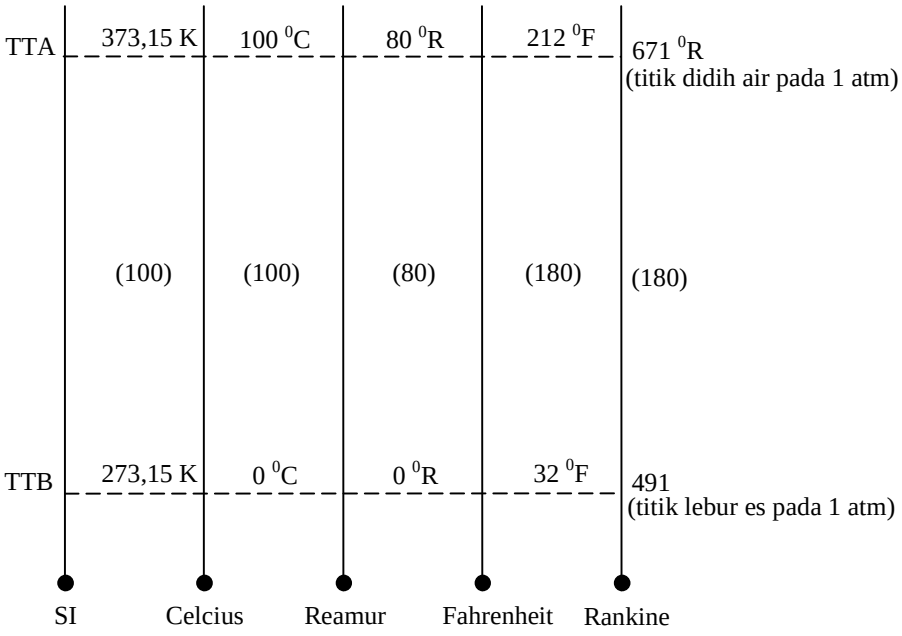
Pertanyaan : Apa arti P,P_3, L, dan L_3 ?

Catatan :
Pada termometer gas ternyata bahwa hubungan linier antara P dan T (pada V tetap) benar-benar terpenuhi dengan baik, kalau jumlah gas yang digunakan sangat kecil sekali, hingga P maupun P_3 kecil saja :

$$T = \lim_{P, P_3 \to 0} 273{,}16 \frac{P}{P_3}$$

Juga ditemukan dari eksperimen-eksperiman bahwa dlam keadaan demikian, hasil pengukuran tidak bergantung pada jenis gas.
Nilai yang dinamai termometer gas ideal, dan rumums (2-7) adalah (definisi) suhu gas ideal.

Skala termperatur yang lain :



Konversi : $\frac{T-273}{5}=\frac{C}{5}=\frac{R}{4}=\frac{F-32}{9}=\frac{Ra-491}{9}$

Beberapa 'Fixed Point'

International Practical Temperatur Scale (1968)

Titik lebur	Au	1.337,58 K
Titik lebur	Zn	592,73 K
Titik didih	Air	373,15 K
Titik tripel	Air	273,16 K
Titik tripel	Oksigen	54,361 K
Titik tripel	Hidrogen	13,81 K

Catatan :

- Definisi titik es adalah suhu dimana es dan air berada dalam keseimbangan termal pada tekanan luar 1 atm
- Nyata dari hubungan (2-8) bahwa $\Delta T = \Delta C$
- Skala termodinamika, lihat bab 8-2

2.3 Soal-soal

1. Sebutkan hukum ke-0 ?
2. Apa definisi 'keadaan keseimbangan termal ?
3. a. Berilah definisi : ' Titik tripel air';'titik es' dan berapakah nilainya ?
   b. Beri definsi 'Suhu gas ideal' ?
4. Titik lebur emas adalah 1338 K
   Berapakah suhu ini menurut skala celcius ? Reamur ? Fahrenheit ? Rankine ?
5. suatu thermometric property x merupakan fungsi kuadrat T ; x= a T^2. Rumus bagaimanakah akan dipakai untuk mengkalibrasi skala termometer itu ?
6. Pada baris pertama tabel dibawah ini, P_3 adalah tekanan termometer gas ideal pada P tetap, pada saat berkontak dengan sel tripel air, sedangkan pada baris kedua tercantum tekanan termometer apabila berada dalam ruang yang suhunya hendak ditentukan :

P_3/(mmHg)	1000	750	500	250	Suhu tripel air
P/(mmHg)	1535,3	1151,3	767,82	383,95	Suhu x

Dengan menggunkan definisi suhu gas ideal, tentukanlah suhu x itu (sampai dua angka desimal)
Petunjuk : buat grafik P terhadap P_3 !