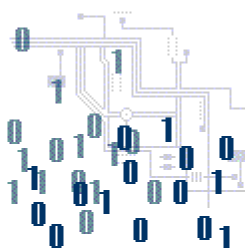
BAB I
PENDAHULUAN

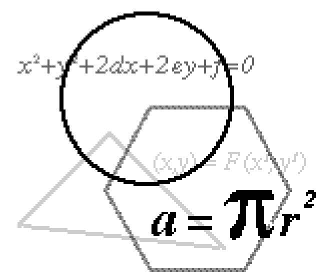
1.1 Apa Termodinamika itu?

1.2 Diferensial fungsi dua variabel

1.3 Diferensial eksak dan tak eksak

1.4 Dua hubungan penting antara diferensial parsial





1. 1 APA TERMODINAMIKA ITU

- **Termodinamika** adalah ilmu pengetahuan yang mencakup semua cabang ilmu yang mempelajari dan menjelaskan sikap zat di bawah pengaruh kalor dan perubahan-perubahan yang menyertainya. Didalamnya mencakup: kalorometri, termometri, perpindahan kalor, termodinamika, teori kinetik gas, dan fisika statistik.
- Dalam termodinamika kita berusaha mendapatkan rumus-rumus dan kaitan-kaitan antara besaran fisik tertentu, yang menggambarkan sikap zat di bawah pengaruh kalor. Besaran itu disebut **koordinator makroskopik** sistem.

- Dalam fisika statistik kita tidak memperhatikan sistem sebagai suatu keseluruhan, melainkan memandang partikel-partikelnya secara individual. Dengan mengadakan beberapa pemisalan tentang partikel itu, secara teoritik dicoba diturunkan hubungan-hubungan dan kaitan-kaitan yang menghubungkan besaran makroskopik dengan sifat partikel.
- Dengan demikian terbentuklah jembatan antara dunia mikroskopik dan dunia makroskopik.

Dan bahwa jumlah koordinat mikroskopik besar sekali yakni sebesar N = jumlah partikel dalam sistem (seorde bilangan avogadro).

Contoh:

Perhatikan sistem yang terdiri atas N molekul gas.

Dalam termodinamika, besaran makroskopik yang menggambarkan sistem ini adalah tekanan gas (p), Volume (V), dan suhu (T).

- Dari eksperimen diketahui bahwa antara ketiga besaran ini ternyata ada kaitan tertentu. Artinya gas tersebut dapat kita beri volume tertentu, panaskan sampai mencapai suhu tertentu, maka ternyata tekanannya sudah mempunyai nilai tertentu pula.
- Secara matematik antara p, V, dan T terdapat hubungan fungsional: **f (pVT) = 0**

❑Dalam termodinamika digunakan / didefinisikan sejumlah besaran fisika tertentu disebut koordinat sistem, yakni besaran-besaran makroskopik yang dapat melukiskan keadaan (keseimbangan) sistem, dan karena itu disebut variabel keadaan sistem.

Nama	Lambang	Satuan
Tekanan	p	Pa (N/m2)
Suhu	T	K
Volume	V	m3
Entropi	S	J/k
Energi dalam	U	J
Entalpi	H	J
Energi bebas Helmholtz	F	J
Energi bebas Gibbs	G	J

1. 2 DIFERENSIAL FUNGSI DUA VARIABEL

Diferensial fungsi variabel tunggal

f (x, y) = 0 adalah hubungan fungsional antara variabel x dan y. bentuk demikian disebut bentuk implisit , sedangkan bentuk eksplisitnya adalah:

x = x (y) dengan y variabel bebas dan x variabel tak bebas atau

y = y (x) dengan x variabel bebas dan y variabel tak bebas.

Diferensial dy atau dx adalah:

dy = (df/dx)dx dengan dx perubahan infinit pada x dan dy perubahan infinit pada y

Diferensial fungsi dua variabel

Perhatikan fungsi berikut:

$f(xyz) = 0$

- Bentuk implisit ini menyatakan bahwa antara variabel x, y, dan z ada hubungan tertentu, maka hanya dua diantara ketiga variabel itu bersifat bebas, sedangkan yang ketiga merupakan variabel tak bebas.
- Bentuk eksplisit fungsi tersebut adalah:

$x = x(yz)$; y dan z merupakan variabel bebas

$y = y(xz)$; x dan z merupakan variabel bebas

$z = z(xy)$; x dan y merupakan variabel bebas

Perhatikan fungsi z = z (xy);

Nilai z dapat berubah karena

-x berubah tetapi y tidak

-y berubah tetapi x tidak

-x dan y keduanya berubah

Maka:

dz = (perubahan z karena x berubah) + (perubahan z karena y berubah)

Secara matematik dinyatakan:

$$\mathbf{dz = (dz/dx)_y\, dx + (dz/dy)_x\, dy}$$

$(dz/dx)_y$ perubahan z karena x berubah sedangkan y tidak = M (xy)

$(dz/dy)_x$ perubahan z karena y berubah sedangkan x tidak = N (xy)

1. 3 DIFERENSIAL EKSAK DAN TAK EKSAK

❖Syarat EULER

❑Dari kalkulus diketahui, apabila z = (x, y) adalah suatu **fungsi yang ada** dan merupakan **fungsi yang baik**, maka urutan mendeferensiasi tidak menjadi masalah. Artinya:

Apabila z = z (x, y) adalah ungsi yang baik, maka

(d2z/dxdy) = (d2x/dydx) atau $\mathbf{(dM/dy)_x = (dN/dx)_y}$

Hubungan ini dikenal dengan syarat EULER

❑Definisi : diferensial suatu fungsi yang nyata ada (yang memenuhi syarat euler) disebut diferensial eksak.

- Sebaliknya kita dapat membayangkan suatu besaran A yang bukan fungsi dari variabel x dan y, jadi fungsi A = A (x, y) **tidak ada**. Walaupun demikian, kitapun dapat membayangkan suatu perubahan pada besaran A itu yakni dA. Dan kalau ternyata dapat ditulis:

dA = P (x, y) dx + Q (x, y) dy, maka akan ditemukan bahwa

$\mathbf{(dP/dy)_x \neq (dQ/dx)_y}$ ini disebabkan karena **P (x, y)** dan **Q (x, y)** tidak merupakan diferensial parsial dari A, sebab fungsi A (x, y) memang tidak ada. Dalam hal demikian dA disebut <u>diferensial tak eksak</u> berlambang đA.

❖Diferensial eksak dz

✓ Integrasi tak tentu suatu diferensial eksak menghasilkan fumgsi aslinya ditambah konstanta.

✓Integrasi terbatas suatu diferensial eksak menghasilkan bilangan atau nilai tertentu.

✓Intergral dz antara dua batas, tidak bergantung pada jalan integrasi, tetapi hanya bergantung pada titik awal dan titik akhir jalan itu.

❖Diferensial tak eksak đA

✓Pengintegrasian tak terbatas suatu difernsial tak eksak tidak mungkin menghasilkan suatu fungsi, karena A sebagai fungsi x dan y memang tidak ada.

✓Hasil integrasi antara dua batas suatu diferensial taj eksak tidak dapat diartikan sebagai selisih antara dua nilai fungsi, karena memang fungsinya tidak ada.

✓Hasil integral bergantung pada jalan integrasi, bagaimana titik akhir dicapai dari titik awal. Untuk setiap jalan yang berbeda, berbeda pula hasilnya.

1. 4 DUA HUBUNGAN PENTING ANTARA DIFERENSIAL PARSIAL

Kalau $z = z(x, y)$, maka $dz = (dz/dx)_y\, dx + (dz/dy)_x\, dy$

Tetapi fungsi tersebut dapat juga dilihat sebagai

$x = x(y, z)$, maka $dx = (dx/dy)_z\, dy + (dx/dz)_y\, dz$

Apabila dx ini disubstitusikan ke dalam dz di atas, diperoleh:

$dz = (dz/dx)_y\, [(dx/dy)_z\, dy + (dx/dz)_y\, dz] + (dz/dy)_x\, dy$ atau

$dz = [(dz/dx)_y\, (dx/dy)_z + (dz/dy)_x]\, dy + (dx/dz)_y\, (dz/dx)_y\, dz$

Yang berlaku untuk setiap dy dan dz. Maka ia terpenuhi kalau:

i. $(dx/dz)_y\, (dz/dx)_y = 1$ atau $(dz/dx)_y = 1/(dx/dz)_y$

ii. $(dz/dx)_y\, (dx/dx)_z + (dz/dy)_x = 0$ atau

$(dz/dx)_y\, (dx/dx)_z = - 1/(dy/dz)_x$ sehingga

$\mathbf{(dx/dy)_z (dz/dx)_y\, (dy/dz)_x = -1}$ dinamakan aturan berantai