

FISIKA (TKF 202)



**Disusun Oleh :
Mutiara Nugraheni**

**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK BOGA DAN BUSANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2009**

BAB I

BESARAN DAN SATUAN

1. Besaran Pokok

Untuk mencapai tujuan tertentu di dalam fisika, biasanya melakukan pengamatan yang disertai dengan pengukuran. Pengamatan suatu gejala secara umum tidak lengkap apabila tidak disertai dengan data kuantitatif yang didapat dari hasil pengukuran. Mengukur adalah : membandingkan sesuatu dengan sesuatu yang lain yang sejenis yang ditetapkan sebagai satuan. Misal : panjang meja = 4 jengkal, tinggi bangunan = 6 kaki (jika jengkal dan kaki ditetapkan sebagai satuan)

Sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka disebut besaran. Contoh besaran : panjang, massa dan waktu dan sebagainya. Sebelum ada satuan internasional, setiap negara mempunyai sistem satuan sendiri-sendiri. Misal : Indonesia dikenal dengan hasta dan jengkal, di Inggris dikenal inci dan kaki (feet) dan di perancis adalah meter.

Adanya satuan yang berbeda-beda, menimbulkan kesulitan dalam pengukuran, yaitu :

1. diperlukan alat ukur yang sesuai dengan satuan yang digunakan
2. kerumitan konversi dari satu satuan ke satuan yang lain



tidak ada keteraturan yang mengatur konversi satuan tersebut



Satuan system Internasional
(International System Units)

Besaran Pokok

Besaran yang satuannya telah ditetapkan terlebih dahulu dan tidak bergantung pada satuan-satuan besaran lain.

Dalam Satuan Internasional (SI), ada tujuh besaran pokok :

Tabel 1. Besarn pokok, satuan dan dimensinya

Besaran pokok	Satuan	Singkatan	Dimensi
Panjang	Meter	m	[L]
Massa	Kilogram	Kg	[M]
Waktu	Sekon	S	[T]
Kuat Arus Listrik	Ampere	A	[I]
Suhu	Kelvin	K	[θ]
Jumlah zat	Mole	Mol	[N]
Intensitas cahaya	Candela	Cd	[J]

Besaran turunan :

Besaran yang satuannya diturunkan dari satuan besaran pokok. Dengan demikian satuan besaran turunan diturunkan dari satuan besaran pokok.

Tabel 2. Beberapa besaran turunan, dimensi dan tuannya.

Besaran turunan	Rumus	Dimensi	Satuan & Singkatan
Luas	Panjang x lebar	[L] ²	m ²
Volume	Panjang x lebar x tinggi	[L] ³	m ³
Massa jenis	Massa / volume	[M] [L] ⁻³	Kg. m ⁻³
Kecepatan	Perpindahan / waktu	[L] [T] ⁻¹	m.s ⁻¹
Percepatan	Kecepatan / waktu	[L] [T] ⁻²	m.s ⁻²
Gaya	Massa x percepatan	[M] [L] [T] ⁻²	Kg.m.s ⁻²
Usaha dan Energi	Gaya x perpindahan	[M] [L] ² [T] ⁻²	Kg.m ² .s ⁻²
Tekanan	Gaya / Luas	[M] [L] ⁻¹ [T] ⁻²	Kg.m ⁻¹ .s ⁻²
Daya	Usaha / Waktu	[M] [L] ² [T] ⁻³	Kg.m ² [T] ⁻³
Impuls & Momentum	Gaya x waktu	[M] [L] [T] ⁻¹	Kg. m.s ⁻¹

Dimensi :

Suatu besaran yang menunjukkan cara besaran itu tersusun dari besaran-besaran pokok

Misal : massa jenis = $\frac{[\text{massa}]}{[\text{volume}]}$ =
 usaha = [gaya] x [perpindahan]

Kegunaan :

1. Membuktikan dua besaran setara

Buktikan bahwa usaha dan energi adalah dua besaran scalar yang setara :

Misal : Energi kinetik = $\frac{1}{2} mv^2$
 =.....

Usaha = $[M] [L]^2 [T]^{-2}$

Usaha dan energi mempunyai dimensi



Besaran setara

Soal 1 : $E_p = mgh$

$E_k = \frac{1}{2} mv^2$

Buktikan dimensi tersebut setara atau tidak !

Soal 2 : Momentum = $p = m.v$

Impuls = $F.\Delta t$

Apakah momentum dan impuls mempunyai dimensi yang setara ?

Soal 3 : Kasus benda jatuh bebas, kecepatan pada saat di suatu ketinggian h

$V = \sqrt{2gh}$

Buktikan bahwa dimensinya sama!

2. Menentukan persamaan salah atau mungkin benar

Jika ruas kanan = ruas kiri, maka persamaan mungkin benar

Soal 1 : $\lambda = V/ T$ (λ = panjang gelombang)

Soal 2 : $V^2 = V_0^2 + 2aS$, dimana V = kecepatan saat t

V_0 = kecepatan awal

a = percepatan

S = jarak

Soal 3 : $a = m / F$, dimana a = percepatan

m = massa

F = gaya

Soal 4 : $S = V.t + \frac{1}{2} at^2$

Soal 5 : $T = 2\pi \sqrt{l/g}$, dimana T = waktu edar (periode)

l = panjang tali

g = percepatan gravitasi

3. Menentukan dimensi konstanta

Soal 1 Gaya gesekan yang dialami oleh sebuah bola dengan jari-jari r yang bergerak dengan kelajuan v di dalam sejenis zat cair kental, $F = krv$, dimana k = konstanta. Tentukan dimensi k =

Soal 2 Gaya tarik menarik antara dua benda yang massanya m_1 dan m_2 terpisah sejauh r

$$F = G \frac{m_1.m_2}{R^2}, G = \dots\dots\dots$$

BAB II.

VEKTOR

Perhatikan beberapa hal dibawah ini :

- Massa sebuah bola = 450 kg
- Dari rumah/kos sampai kampus = berapa menit

Besaran skalar :

Besaran yang hanya memiliki besaran (nilai) dan cukup dinyatakan dengan sebuah angka dan satuan

Misalkan : panjang, suhu, luas, volume, massa jenis, usaha/energi, tekanan, daya

Namun ada beberapa besaran fisika yang tidak dapat dinyatakan sebagai besaran skalar. Misalkan : Anda menyatakan A berpindah sejauh 100 m, \rightarrow pernyataan ini belumlah cukup, kemana arahnya : barat, timur, utara, ataukah ke selatan ?

Besaran vector :

Besaran yang selain memiliki besaran juga memiliki arah.

Misalkan :

- Pesawat telah terbang 300 km ke arah selatan
- Mobil sedang bergerak dengan kecepatan 60 km/jam ke barat
- Seorang mahasiswa mengangkat cake dengan memberikan gaya keatas 200 N

PENULISAN BESARAN VEKTOR

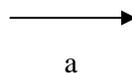
Dengan anak panah di atas lambing besaran : S , V , F

Penggambaran vector :

Vektor adalah sebuah anak panah yang terdiri dari pangkal dan ujung

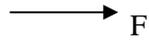
Panjang vector sama dengan besar vector

Arah anak panah (dari pangkal ke ujung) menunjukkan arah vector



Misalkan :

Suatu vector gaya F verarah mendatar ke kanan, memiliki besar 10 N, yang dapat digambar :



Gambarkan vector–vektor berikut :

- gaya P yang besarnya 10 N dan membentuk sudut 30° terhadap F
- gaya Q yang besarnya 40 N dan membentuk sudut 120° terhadap F
- gaya R yang besarnya 30 N dan membentuk sudut -60° terhadap F

Hitungan vektor berbeda dengan hitungan scalar

Besaran scalar memeiliki/memenuhi hukum berhitung : penambahan, pengurangan, perkalian dan pembagian.

Misalkan :

Jika 1 kg gula pasir + 2 kg tepung terigu = 3 kg campuran gula pasir dan tepung terigu

Jika 3 liter air dalam tangki yang berisi 20 liter dibuang = 17 liter

Apakah vector memenuhi hukum pada berhitung ?

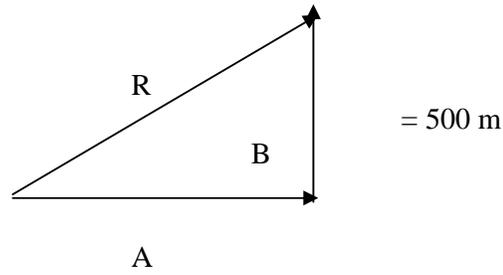
A berjalan 200 m ke arah timur, beristirahat sejenak dan melanjutkan lagi 100 m. Berapa perpindahannya dihitung dari kedudukan awalnya ?



Perpindahan tersebut hanya berlangsung dalam satu dimensi \rightarrow hasilnya seakan-akan memenuhi hukum-hukum berhitung.

Apakah hitungan vector tetap memenuhi hukum berhitung jika perpindahan berlangsung pada dua dimensi?

A berjalan ke timur sejauh 400 m, kemudian dia berbelok ke utara sejauh 300 m. Apakah perpindahan totalnya 700 m ?



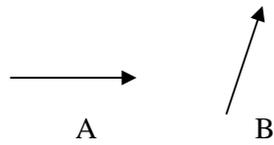
Besarnya R tergantung pula pada besar dan arah A dan B.

→ → →
 $R = A + B$

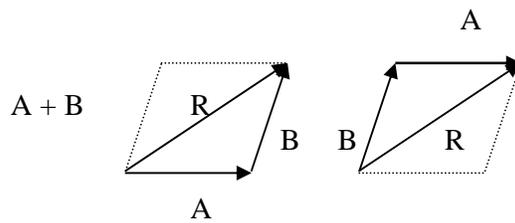
Metode jajaran genjang :

Jumlah/resultan vector A dan B dibentuk dengan menempatkan titik pangkal B pada ujung A, kemudian menghubungkan titik pangkal A ke titik ujung B.

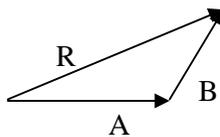
Langkah I :



Langkah II :

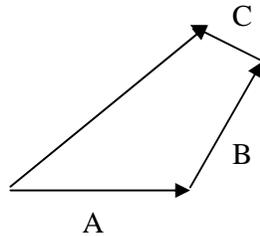


Metode segitiga



Penjumlahan metode segi banyak (poligon)

Penjumlahan lebih dari 2 vektor yaitu dengan menghubungkan titik ujung dan titik pangkal vector yang berurutan. Resultan diperoleh dengan menarik garis dari titik pangkal vector pertama ke titik ujung terakhir.



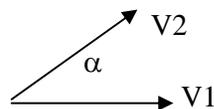
Pengurangan vector

Pengurangan vector A dan B sama dengan menambahkan vector A dengan vector $-B$ (vector yang besarnya sama dengan B tapi arahnya berlawanan)



Besar resultan

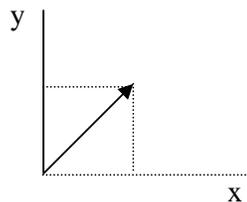
A dan B



$$|A+B| = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos\alpha}$$

Menguraikan vector menjadi komponen-komponen dalam satu bidang

Penguraian vector merupakan proses kebalikan dari perpaduan vektor

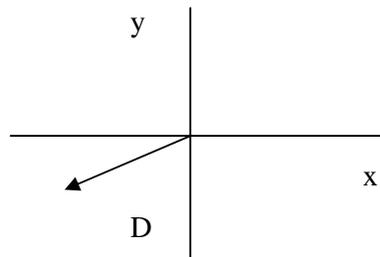


Dari gambar :

$$\begin{aligned} \cos\alpha &= V_x/V \rightarrow V_x = V \cos\alpha \\ \sin\alpha &= V_y/V \rightarrow V_y = V \sin\alpha \end{aligned}$$

Misalkan :

Tentukan komponen-komponen dari vector perpindahan 30 m yang membentuk sudut 210° terhadap arah mendatar.



$$\begin{aligned} D_x &= D \times \cos 210^\circ \\ &= -25,98 \text{ meter (Kuadran III)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_y &= D \times \sin 210^\circ \\ &= -15 \text{ meter (Kuadran III)} \end{aligned}$$

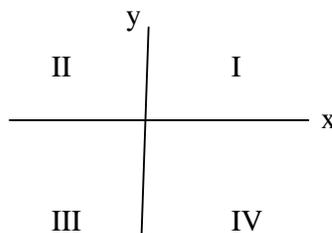
Menentukan besar dan arah sebuah vector dalam bidang, jika komponen-komponen X dan Y diketahui

Misalkan : sebuah vector V memiliki komponen V_x dan V_y , besar vector V dapat dicari

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$$\text{Arah vector : } \tan \alpha = \frac{V_y}{V_x}$$

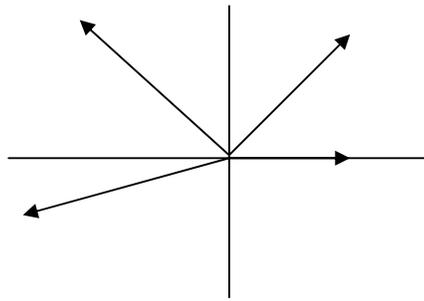
Perhatikan tanda V_x dan V_y



Kuadran	I	II	III	IV
V _x	+	-	-	+
V _y	+	+	-	-

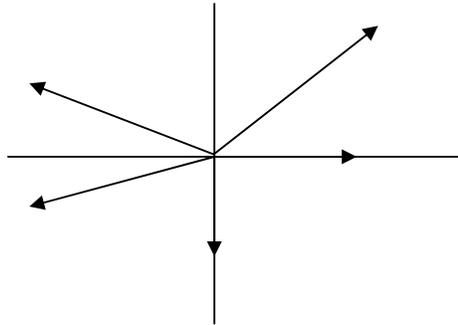
Soal :

Lima buah gaya yang sebidang bekerja pada sebuah benda. Hitung resultan gaya-gaya tersebut !



Gaya	Komponen X	Komponen Y
19 N		
15 N		
16 N		
11 N		
22 N		
	R_x =	R_y =

Soal : Enam buah gaya yang sebidang bekerja pada sebuah benda. Hitung resultan gaya-gaya tersebut !



Gaya	Komponen X	Komponen Y
80 N		
100 N		
20 N		
110 N		
160 N		
75 N		
	R_x =	R_y =

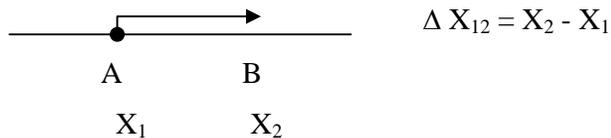
Ingat :
Di kuadran II = $180^\circ - \alpha$
III = $180^\circ + \alpha$
IV = $360^\circ - \alpha$

BAB. III

KINEMATIKA GERAK LURUS

Gerak : suatu benda dikatakan bergerak bila kedudukannya selalu berubah terhadap acuan. Misalkan, bis yang sedang bergerak meninggalkan terminal (acuan). Pembahasan kita batasi pada benda-benda yang bergerak lurus pada lintasan horizontal. Misalkan, sepeda yang bergerak lurus pada jalan horisontal. Ilmu yang mempelajari gerak tanpa mempersoalkan penyebab gerak disebut Kinematika.

Perpindahan : adalah suatu besaran vektor. Perpindahan didefinisikan sebagai perubahan kedudukan suatu benda dalam selang waktu tertentu. Perpindahan adalah vektor yang ekornya berimpit dengan kedudukan awal benda dan kepalanya berimpit dengan kedudukan akhir benda. Misalkan benda bergerak pada sumbu x pada kedudukan awal X_1 dan kedudukan akhir X_2 , maka perpindahan adalah vektor yang ekornya di A dan kepalanya di B



Jarak adalah besaran skalar dan didefinisikan sebagai panjang lintasan sesungguhnya yang ditempuh oleh benda.

Kelajuan : adalah besaran skalar, tidak memiliki arah (scalar)

Kecepatan :

Tergantung dengan arah (vector)

$$\text{Kelajuan rata-rata} = \frac{\text{jarak tempuh total}}{\text{Selang waktu}}$$

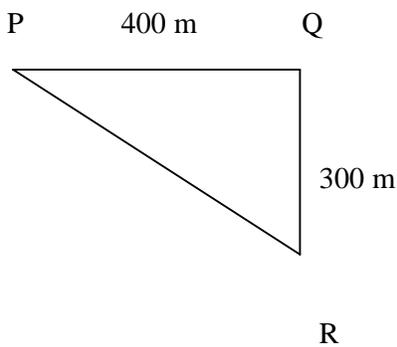
$$\text{Kecepatan rata-rata} = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1}$$

Contoh :

Mobil bergerak dari P ke Q dengan kelajuan tetap 20 m/s. Kemudian bergerak dari Q ke R dengan kelajuan yang sama selama 20 sekon.

Tentukan :

- selang waktu PQ
- kelajuan rata-rata
- kecepatan rata-rata dari P ke R



Percepatan

→ termasuk besaran vector

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

Soal 1 :

Sebuah mobil bergerak ke barat dengan dipercepat sepanjang garis lurus dari keadaan diam sampai mencapai kecepatan 72 km/jam dalam 5 sekon. Tentukan besar dan arah percepatan !

Gerak Lurus Beraturan (GLB)

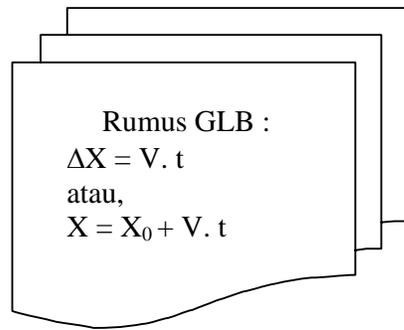
Gerak suatu benda pada suatu lintasan garis lurus dengan kecepatan tetap



Arah gerak benda dan besar kecepatan adalah tetap



$$a = 0 \ (\Delta V = 0)$$



Soal 1 :

Sebuah mobil pengantar nasi box dari catering barokah sedang bergerak lurus beraturan untuk mengantarkan pesanan ke desa sukamaju dan menempuh jarak 20 km dalam 20 menit. Tentukan :

- kecepatan
- waktu yang diperlukan kendaraan tersebut untuk menempuh jarak 8 km

Soal 2 :

Sebuah mobil bergerak lurus beraturan dan menempuh 10 km dalam waktu 15 menit. Berapa lama diperlukan mobil itu untuk menempuh jarak 75 km !

Soal 3 :

Dua buah mobil yang terpisah sejauh 75 km bergerak saling mendekati pada saat yang bersamaan, masing-masing dengan kecepatan 90 km/jam dan 60 km/jam. Kapan dan dimana kedua mobil tersebut berpapasan !

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Adalah gerak benda pada suatu lintasan lurus dengan percepatan tetap

Persamaan :

1. $S = v \cdot t$

2.
$$V = \frac{V_0 + V_t}{2}$$

3. $V_t = V_0 + at$

4. $S = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2$

5. $V_t^2 = V_0^2 + 2aS$

Soal 1 :

Seorang pegawai bagian logistik di perusahaan citra boga menurunkan barang-barang belanjaan dari sebuah truk melalui suatu bidang miring dengan percepatan $3,4 \text{ m/s}^2$. Jika kecepatan barang belanjaan sebelum menggelinding adalah 3 m/s . Berapa kecepatan setelah 5 sekon !

Soal 2 :

Putri melajukan sepedanya ke puncak bukit untuk mengikuti pelatihan *ice carving*, dan ia mencapai puncak bukit dengan kelajuan $4,5 \text{ m/s}$. Selanjutnya ia menuruni bukit dengan percepatan $0,40 \text{ m/s}^2$ selama 12 sekon. Berapa jauh ia telah menuruni bukit selama selang waktu ini ?

Soal 3 :

Sebuah pesawat terbang harus memiliki kecepatan 60 km/jam untuk tinggal landas. Jika panjang landasan 720 m, tentukan percepatan yang harus diberikan oleh mesin pesawat terbang tersebut !

BAB. IV

DINAMIKA GERAK LURUS

Dinamika adalah bagian dari ilmu fisika yang mempelajari hubungan antara gaya dan gerak. Pada bab ini akan dikenalkan dengan gaya berat, gaya normal dan gaya tegangan tali. Gaya: Dorongan/tarikan yang akan mempercepat/memperlambat gerakan benda

Ilmuwan yang berkaitan dengan dinamika adalah Newton

Sifat suatu benda yang cenderung mempertahankan keadaan diamnya atau keadaan lurus beraturannya disebut inersia atau kelembaman. Inersia suatu benda berhubungan dengan banyaknya zat yang dikandung oleh benda. Ukuran kuantitatif dari inersia adalah massa. Makin besar massa suatu benda, makin kecil percepatannya ketika suatu baya tertentu dikerjakan pada benda.

Hukum I Newton

Jika resultan gaya pada suatu benda = 0, maka :

- Benda yang mula-mula diam akan tetap diam
- Benda yang mula-mula bergerak akan bergerak dengan kecepatan tetap



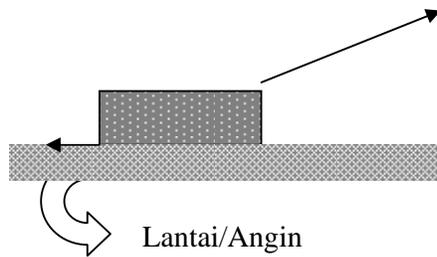
Selalu mempertahankan keadaan gerak/diamnya

Sifat benda yang mempertahankan gerak/diam : Inersia/kelembaman

$\Sigma F = 0$ untuk benda bergerak lurus beraturan/benda diam

Hukum II Newton

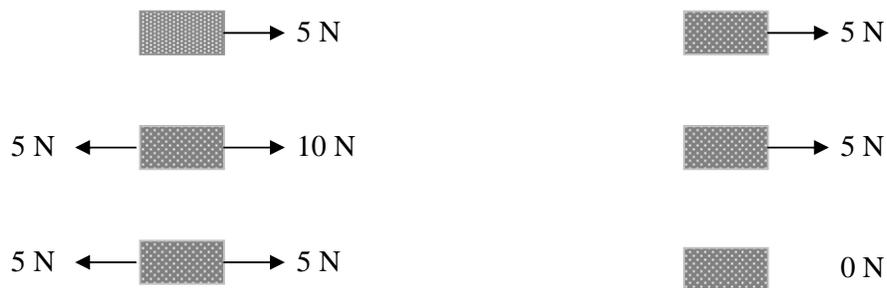
Resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sebanding dengan massa benda dan percepatannya. Arah resultan gaya searah dengan arah percepatan.



Resultan gaya → bukan gaya tunggal

Gaya yang bekerja

Resultan



Rumusan Hukum II Newton

Percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sebanding dengan resultan gaya, searah dengan resultan gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda

$$a = \frac{\Sigma F}{m}$$

$$\Sigma F = m \cdot a$$

ΣF = Jumlah gaya yang bekerja (N)

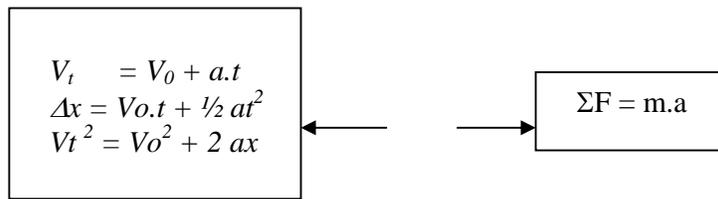
m = massa benda (kg)

a = percepatan (m/s^2)

Soal 1 :

Mesin mobil mampu menghasilkan gaya 10.000 N. Berapa percepatan mobil tersebut jika massanya 2000 kg dan hambatan angin dan jalan 1000 N.

Hubungan gaya dan GLBB



Soal 2 :

Sebuah mobil memiliki massa 400 kg, dipercepat oleh mesinnya dari keadaan diam sampai 50 m/s dengan waktu 20 sekon. Jika gesekan jalan dan hambatan angin diabaikan, tentukan gaya mesin yang menghasilkan percepatan ini !

Soal 3 :

Sebuah mobil yang memiliki massa 500 kg dipercepat oleh mesinnya sampai kecepatannya 60 m/s, sehingga menempuh jarak 600 m. Jika gesekan jalan dan hambatan angin sebesar 200 N, tentukan gaya mesin yang menghasilkan percepatan ini !

Soal 4 :

Mobil pembawa peralatan catering "Asih", memiliki massa 10.000 kg, bergerak dengan kecepatan 20m/s dan berhenti setelah menempuh jarak 200 m. Tentukan gaya rem yang bekerja pada mobil truk tersebut !

Soal 5

Sebuah mobil 600 kg melaju dengan kecepatan 25 m/s diatas jalan datar. Berapa gaya hambat yang dapat memberhentikan mobil setelah menempuh 30 m?

Hukum III Newton

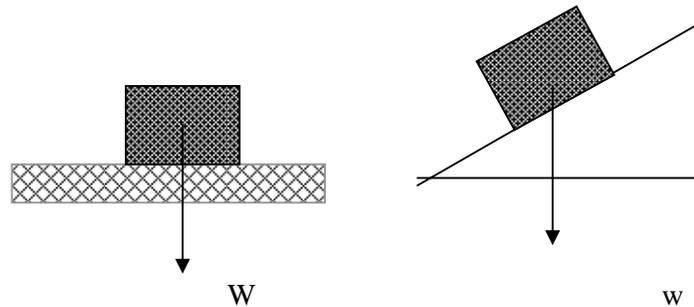
Jika benda pertama mengerjakan gaya pada benda kedua maka benda kedua akan mengerjakan gaya pada benda pertama, yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Dengan demikian, untuk setiap gaya aksi, selalu ada gaya reaksi yang sama besar dan berlawanan arah. Oleh karena itu :

- Pasangan gaya-gaya aksi reaksi selalu hadir ketika dua buah benda berinteraksi. Dengan kata lain, tidak ada dia alm ini gaya yang dapat terjadi oleh dirinya sendiri
- Pasangan gaya-gaya aksi-reaksi selalu bekerja pada dua benda yang berbeda, sehingga gaya-gaya tersebut tidak mungkin saling menghilangkan atau menghasilkan keseimbangan.

$$\text{Aksi} = - \text{reaksi}$$

Berilah contoh aplikasi hukum III Newton dalam kehidupan sehari-hari !

Berat benda adalah gaya gravitasi (gaya tarik) yang dialami oleh suatu benda. Arah berat benda (w) selalu vertical ke bawah :



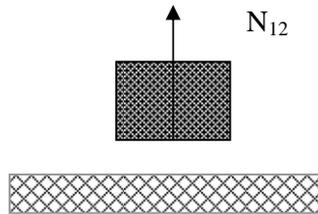
Hubungan antara massa dan berat

Jika benda bermassa m jatuh bebas, maka pada benda tersebut bekerja gaya tarik bumi (disebut berat benda, w).

Berdasarkan hukum II Newton, $\Sigma F = m \cdot a$, \longrightarrow $\Sigma F = w$ dan ($a = g$)

$$\mathbf{W = m \cdot g}$$

Gaya normal : Jika permukaan benda I dan benda II saling bersentuhan maka benda I akan ditolak oleh benda II dengan gaya N_{12} yang arahnya tegak lurus terhadap bidang sentuh.



Soal 6:

Massa Adi di permukaan bumi adalah 50 kg. (a) Berapa berat Adi akan berkurang jika ia berada di bulan yang memiliki percepatan gravitasi $1,6 \text{ m/s}^2$ (b) berapakah percepatan gravitasi planet mars jika berat Adi berkurang 309 N?

BAB. V GAYA GESEKAN

Gaya gesekan adalah gaya yang muncul apabila dua permukaan yang bersentuhan mengalami pergeseran atau berada pada kecenderungan untuk bergeser. Arah gaya gesekan berlawanan dengan arah gerak atau arah kecenderungan gerak benda dan berimpit atau segaris dengan kedua bidang sentuh permukaan. Gesekan : ada yang merugikan dan ada yang menguntungkan.

Contoh gesekan yang merugikan :

1. mesin diberi oli → antar permukaan tidak langsung kontak → sebab akan menyebabkan panas/aus
2. permukaan jalan diberi aspal → mengurangi gaya gesekan dengan ban mobil/motor/sepeda dengan permukaan

Contoh gesekan yang menguntungkan :

1. gesekan ketika anda membawa buku di tangan anda
2. gesekan dengan udara → memperlambat kelajuan gerak penerjun sehingga penerjun dapat mendarat di tanah dengan selamat
3. ban mobil bergerigi → gaya gesek antara ban dan jalan cukup besar sehingga mobil tidak slip.

Gaya gesek static dan gaya gesek kinetik adalah dua macam gaya gesekan yang perlu diperhatikan. Gaya gesekan statik bernilai mulai dari nol sampai mencapai nilai maksimum pada saat benda hampir bergeser atau bergeser.

Sebuah buku :

1. Apabila gaya dorong F tidak besar, maka buku tidak bergerak



Hukum II Newton :

$\Sigma F = 0$, gaya gesek harus sama dengan gaya dorong.

($f_g = F$)

Gaya gesek yang dikerjakan permukaan meja pada waktu buku tidak bergerak → gaya gesek static (f_s).

Buku tidak bergerak, maka gaya gesek static = gaya dorong

$$F_s = F$$

2. Apabila gaya dorong F diperbesar → maka buku tepat akan bergerak.



Gaya dorong = gaya gesekan static maksimum

3. Gaya dorong F lebih besar daripada gaya gesek static maksimum



buku bergerak

Gaya gesek kinetik (f_k)

Rumus gaya gesekan

➤ Besar gaya gesekan static antara dua permukaan yang bersentuhan

$$F_s < \mu_s \cdot N$$

μ_s : koefisien gesekan static

N : gaya normal

$$f_s = f_s \text{ maks} = \mu_s \cdot N$$

“ = “ buku tepat akan bergerak

- Besar gaya gesekan kinetik

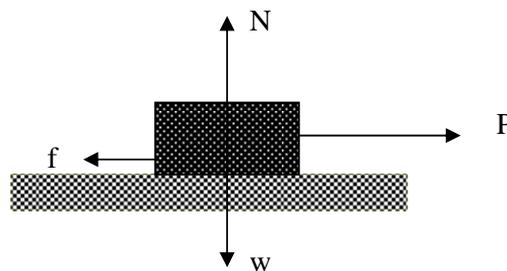
$$f_k = \mu_k \cdot N$$

μ_k : koefisien gesekan kinetik

N : gaya normal

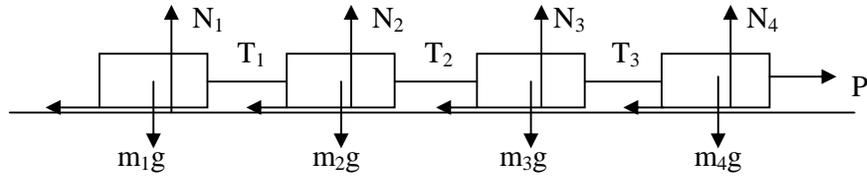
Gaya gesekan pada bidang datar

1. Sebuah balok kayu $m = 4 \text{ kg}$ diletakkan di sebuah meja. Percepatan gravitasi 10 m/s^2 dan koefisien gesek balok dan permukaan meja adalah $0,4$ dan $0,2$. Berapa besar gaya gesekan jika balok tersebut ditarik dengan gaya P sebesar :
 - a. 6 N
 - b. 16 N
 - c. 20 N



Menentukan koefisien gesekan static dan kinetik

1. Sebuah kotak $W = 500 \text{ N}$, ditarik gaya horizontal 230 N (tepat akan bergerak). Begitu kotak bergerak, gaya yang dibutuhkan hanya 200 N . Berapa koefisien gesekan static dan kinetik antara permukaan kotak dan jalan?
2. Empat balok dihubungkan melalui tali :



Peti m_1 tidak bergerak terhadap sumbu y , sehingga :

$$+N_1 - m_1g = 0 \rightarrow N_1 = m_1g$$

Gaya gesekan kinetik pada balok m_1 :

$$F_k = \mu N_1 = \mu (m_1g)$$

Tinjau keempat balok sebagai satu system, Hukum II Newton pada sumbu X

$$\Sigma F_x = m \cdot a$$

$$(+P - fg_4 - T_3) + (T_3 - fg_3 - T_2) + (T_2 - fg_2 - T_1) + (T_1 - fg_1) = (m_1 + m_2 + m_3 + m_4) \cdot a$$

$$P - fg_4 - fg_3 - fg_2 - fg_1 = (m_1 + m_2 + m_3 + m_4) \cdot a$$

$$a = \frac{P - fg_4 - fg_3 - fg_2 - fg_1}{(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)}$$

$$a = \frac{P - g(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2 + \mu_3 m_3 + \mu_4 m_4)}{(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)}$$

Tegangan tali T_3 dapat dihitung dengan meninjau balok keempat dan gunakan Hukum II Newton pada sumbu X :

$$\Sigma F_x = m_4 \cdot a$$

$$+P - fg_4 - T_3 = m_4 \cdot a$$

$$T_3 = P - fg_4 - m_4 \cdot a$$

$$T_3 = \frac{P - fg_4 - m_4 \cdot (P - g(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2 + \mu_3 m_3 + \mu_4 m_4))}{(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)}$$

Untuk mencari T2 :

$$+T3 - fg3 - T2 = m3 \cdot a$$

$$T2 = T3 - fg3 - m3 \cdot \left[\frac{P - g(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2 + \mu_3 m_3 + \mu_4 m_4)}{(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)} \right]$$

Soal :

Empat balok dihubungkan melalui tali :

$$M1 : 5 \text{ kg}$$

$$M2 : 5 \text{ kg}$$

$$M3 : 7 \text{ kg}$$

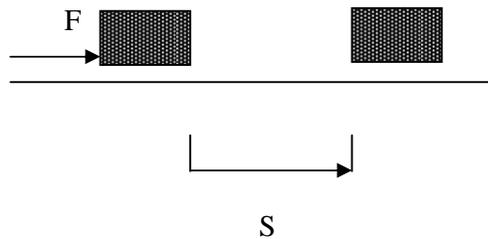
$$M4 : 8 \text{ kg}$$

Gaya tarik P sebesar 6 N. Koefisien gesekan kinetik antara balok dan lantai 0,02 dan $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tentukan tegangan tali T3, T2, dan T1 !

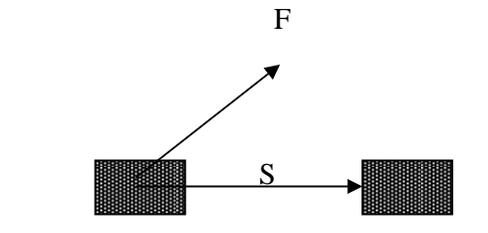
BAB. VI
USAHA DAN ENERGI

Usaha (W) : gaya yang searah dengan perpindahan

$$W = F \cdot S$$



Gaya tidak searah dengan perpindahan, F membentuk sudut :



$$W = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Soal :

1. Ana mendorong sebuah balok, dengan gaya $F = 80$ N. Perpindahan balok tersebut sepanjang 1,5 m. Berapa usaha yang telah dilakukan Ana ?
2. Ani menarik sebuah balok dengan gaya tarik 25 N dan membentuk sudut 37° , sehingga balok tersebut bergeser sepanjang 8 m. Berapa usaha yang telah dilakukan Ani ?

Energi

Kemampuan untuk melakukan usaha

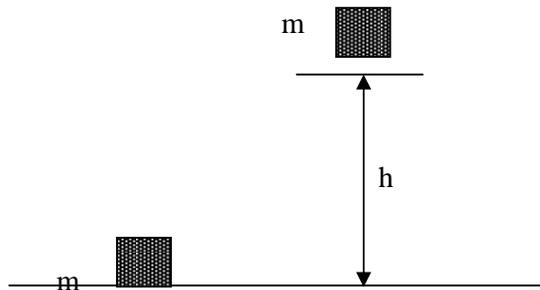
Energi Potensial Gravitasi

$$E_p = mgh$$

m = massa (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = tinggi (m)



Contoh soal :

Sebuah mobil massa 1200 kg bergerak dari titik A ke titik B dan kemudian ke titik C.

- berapa E_p di B dan C terhadap titik acuan A
- berapa perubahan E_p ketika mobil bergerak dari B ke C ?

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

- A sebagai titik acuan \rightarrow artinya kedudukan A $\rightarrow h_A = 0$

Ketinggian B dan C terhadap A adalah : $h_B = 10 \text{ m}$

$$h_C = -15 \text{ m}$$

EP di B :

$$\begin{aligned} EP_B &= mgh \\ &= mgh \\ &= 1200 \times 9,8 \times 10 \\ &= 117.600 \text{ Joule} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EPC &= mgh \\ &= 1200 \times 9,8 \times (-15) \\ &= -176.400 \text{ Joule} \end{aligned}$$

b. EP B ke C

$$\begin{aligned} \Delta EP &= \Delta EPC - \Delta EPB \\ &= -176.400 - 117.600 \\ &= -294.00 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Perubahan Energi Potensial (Ep)

$$\Delta E_p = E_{p2} - E_{p1}$$

$$\Delta E_p = mgh_2 - mgh_1$$



Soal :

Sebuah peluru meriam 60 kg ditembakkan ke atas dari sebuah laras meriam sehingga mencapai ketinggian 400 m. $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

- Berapa E_p peluru terhadap tanah ketika peluru berada pada ketinggian tersebut ?
- Berapa perubahan E_p ketika peluru berada pada ketinggian 200 m

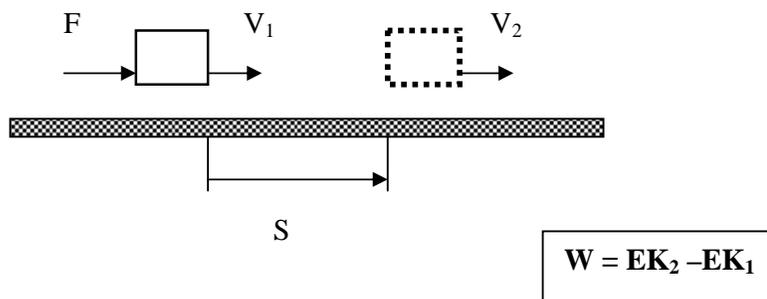
ENERGI KINETIK

$$E_k = \frac{1}{2} mV^2$$

Soal :

- Mobil bermassa 1000 kg bergerak dengan kelajuan 20 m/s. Hitung energi kinetik mobil pada kelajuan tersebut !
- Mobil massa 1000 kg, mobil tersebut memiliki energi kinetik sebesar 612.500 Joule. Berapa kelajuannya ?

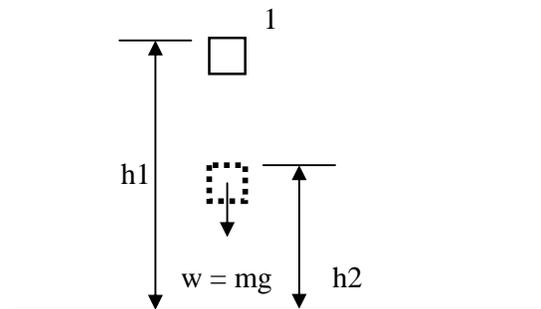
TEOREMA USAHA – ENERGI KINETIK



Soal :

1. Sebuah balok bermassa 4 kg, meluncur pada permukaan lantai dengan kelajuan 1,5 m/s. Beberapa saat balok bergerak dengan kelajuan 2,4 m/s. Hitung usaha total yang dikerjakan pada balok selama selang waktu tersebut
2. Sebuah pesawat terbang penumpang yang besar, memiliki massa 1×10^5 kg dan mesinnya dapat mendorong pesawat dengan gaya 2×10^5 . Pesawat itu harus bergerak dari keadaan diam dan harus mencapai kelajuan 1×10^5 m/s supaya dapat lepas landas. Tentukan panjang landasan minimal yang diperlukan.

Hukum Kekekalan Energi mekanik



$$EM = EP + EK = \text{Konstan}$$

$$EP_1 + EK_1 = EP_2 + EK_2$$

$$mgh_1 + \frac{1}{2} mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2} mv_2^2$$

Hukum kekekalan energi mekanik :

Pada system yang terisolasi (pada system ini hanya bekerja gaya berat dan tidak ada gaya luar yang bekerja), selalu berlaku energi mekanik total system = konstan

Misalkan :

Benda jatuh bebas

$$\left. \begin{array}{l} \text{Kedudukan 1 :} \\ m_1 = 2 \text{ kg} \\ h_1 = 20 \text{ m} \end{array} \right\} \text{ Hitung EP dan EK}$$

Berapa V_2 pada saat ketinggiannya 5 m ?

Jawab :

EP dan EK pada kedudukan 1 :

$$\begin{aligned} \text{EK1} &= \frac{1}{2} m v_1^2 \\ &= 0 \rightarrow v_0 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EP2} &= mgh_1 \\ &= 2 \times 10 \times 20 \\ &= 400 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EM1} &= \text{EP1} + \text{EK1} \\ &= 400 + 0 \\ &= 400 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{EM1} = \text{EM2}$$

$$\begin{aligned} 400 \text{ J} &= \frac{1}{2} m v_2^2 + mgh_2 \\ &= \frac{1}{2} \times 2 \times v_2^2 + 2 \times 10 \times 5 \\ &= v_2^2 + 100 \text{ J} \end{aligned}$$

$$400 \text{ J} - 100 \text{ J} = v_2^2$$

$$v_2^2 = 300 \text{ J}$$

$$v_2 = 17,32 \text{ m/s}$$

EM total system konstan = 400 J, dimanapun kedudukannya

Usaha dari posisi 1 ke posisi 2



Benda berpindah 1 \rightarrow 2, perubahan EM yang dialami benda itu :

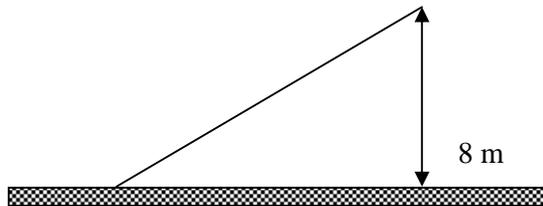
$$(W) = F.S = \Delta EM$$

$$F.S = EM_2 - EM_1$$

$$F.S = (mgh_2 + \frac{1}{2} mv_2^2) - (mgh_1 + \frac{1}{2} mv_1^2)$$

Soal :

Sebuah mobil $m = 200 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, menempuh jarak 40 m. $V_A = 20 \text{ m/s}$ dan $V_B = 5 \text{ m/s}$. Mobil bergerak dari A ke B. Berapa usaha yang dilakukan mobil dari A ke B



BAB. VII

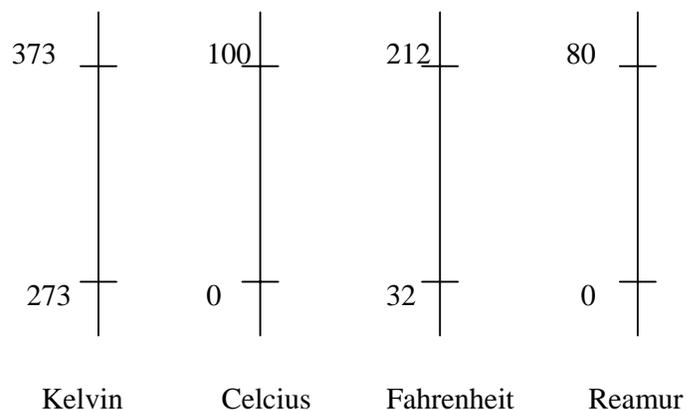
SUHU

Suhu : derajat panas atau dinginnya benda ataupun suatu tempat. Alat yang dipakai untuk mengukur suhu suatu benda atau tempat adalah termometer. Termometer memanfaatkan sifat termometrik zat yang berubah secara seragam terhadap suhu, dan contoh yang paling umum adalah pemuaian volum raksa. Termometer klinik adalah suatu tipe dari termometer kaca yang berisi raksa.

Cairan yang paling banyak digunakan untuk mengisi tabung termometer adalah air raksa. Keunggulan air raksa :

1. air raksa segera mengambil panas dari benda yang hendak diukur suhunya sehingga segera sama dengan suhu benda yang diukur
2. dapat dipakai untuk mengukur suhu yang rendah sampai yang tinggi. Karena air raksa mempunyai titik beku -39°C dan titik didihnya 357°C .
3. tidak membasahi dinding tabung, sehingga pengukurannya menjadi lebih teliti
4. pemuaian air raksa teratur, artinya linear terhadap kenaikan suhu
5. mudah dilihat, karena air raksa mengkilat

Penetapan skala beberapa jenis termometer



Hubungan antara skala celcius, reamur dan Fahrenheit

- Perhatikan perbandingan skala C, R dan F yaitu :

$$C : R : F = 100 \text{ skala} : 80 \text{ skala} : 180 \text{ skala}$$

- Bagi ruas kanan persamaan dengan 20, diperoleh :

$$C : R : F = 5 : 4 : 9 \quad (1)$$

- Perhatikan hubungan angka-angka yang ditunjukkan oleh masing-masing termometer pada titik tetap terbawah yaitu :

$$0^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{R} = 32^{\circ}\text{F} \quad (2)$$

- Gabungkan persamaan (1) dan (2)

$$C : R : (F-32) = 5 : 4 : 9$$

Hubungan antara C dan R adalah

$$C : R = 5 : 4$$

$$C = 5/4 R$$

$$R = 4/5 C$$

Hubungan C dan F adalah

$$C : (F-32) = 5 : 9$$

$$C = 5/9 (F-32)$$

Atau

$$F - 32 = 9/5 C$$

$$F = 9/5 C + 32$$

Hubungan antara R dan F adalah

$$R : (F-32) = 4 : 9$$

$$R = \frac{4}{9} (F-32)$$

Atau,

$$F - 32 = \frac{9}{4} R$$

$$F = \frac{9}{4} R + 32$$

Hubungan antara skala celcius dan Kelvin

1 skala Celsius = 1 skala Kelvin

$$0^{\circ}\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$t^{\circ}\text{C} = (t + 273)\text{K} \text{ atau } t \text{ K} = (t-273)^{\circ}\text{C}$$

Soal :

$$\begin{aligned} 27^{\circ}\text{C} &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{R} \\ &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{F} \\ &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 113^{\circ}\text{F} &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{R} \\ &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{C} \\ &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 70^{\circ}\text{R} &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{F} \\ &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{C} \\ &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 310^{\circ}\text{K} &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{C} \\ &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{F} \\ &= \dots\dots\dots^{\circ}\text{R} \end{aligned}$$

BAB. VIII

KALOR

Suhu : menyatakan derajat panas atau dinginnya suatu benda

Kalor : jumlah panas

Kalor yang diterima sebanding dengan kenaikan suhu benda, banyaknya (massa) air dan kalor jenis benda. Kalor yang diterima oleh benda bila dipanaskan atau diberi kalor :

- Sebanding dengan massa benda
- Sebanding dengan kalor jenis benda
- Sebanding dengan kenaikan suhu benda

$$Q = m.c. \Delta t$$

Dimana :

Q = kalor yang diterima benda (kal)

m = massa benda (gram)

c = kalor jenis benda (kal/gram^oC)

Δt = kenaikan suhu (^oC)

Satu kalori (kal) adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk memanaskan 1 gram air sehingga suhunya naik 1^oC.

$$1 \text{ kkal} = 1000 \text{ kal}$$

$$1 \text{ joule} = 0,24 \text{ kal} \text{ atau } 1 \text{ kal} = 4,2 \text{ joule}$$

Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang diperlukan oleh suatu benda untuk menaikkan suhunya 1^oC

$$H = Q/\Delta t$$

Atau

$$Q = H.\Delta t$$

Dimana :

Q = kalor yang diperlukan (joule)

Δt = kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

H = kapasitas kalor (Joule/ $^{\circ}\text{C}$)

Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg benda itu sebesar 1K

$$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

Hubungan antara kapasitas kalor dan kalor jenis adalah :

$$H = Q/\Delta t \text{ atau } Q = H \cdot \Delta t$$

Dimana :

H = kapasitas kalor (joule/K)

m = massa benda (kg)

c = kalor jenis benda (Joule/kg.K)

Soal :

1. Berapa jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan temperatur 20 kg air dari 10°C menjadi 20°C ? $c_a = 1\text{kkal/kg}^{\circ}\text{C}$
2. Sebuah benda massanya 100 gram dan kapasitas kalornya = $36 \times 10^3 \text{ J/K}$. Benda itu dipanaskan sehingga suhunya naik dari -25°C menjadi 100°C .
 - a. Berapa kalor yang diserap benda ?
 - b. Berapa kalor jenis benda?

Asas Black

Air panas ditambah air dingin → air hangat

Air dingin menerima kalor sebesar :

$$Q_1 = m_1 \cdot c \cdot \Delta t_1$$

Air panas melepaskan kalor sebesar :

$$Q_2 = m_2 \cdot c \cdot \Delta t_2$$

Kalor yang diterima = kalor yang dilepaskan

$$Q \text{ terima} = Q \text{ lepas}$$

Soal :

1. 200 gram air dipanaskan sampai suhu 90°C kemudian dimasukkan dalam 500 gram air pada suhu 20°C . Kapasitas kalor tempat air diabaikan. Berapakah temperatur akhir air ?
2. 75 gram air yang suhunya 0°C dicampur dengan 50 gram air yang suhunya 100°C , berapakah suhu akhir campuran tersebut ?

Pengaruh kalor pada benda :

1. terjadi kenaikan suhu
2. terjadi pemuaian benda
3. terjadi perubahan wujud

PEMUAIAN ZAT

Umumnya zat akan memuai jika dipanaskan. Pemuaian dapat menimbulkan masalah, tetapi juga dapat dimanfaatkan. Manfaat yang ditimbulkan pemuaian antara lain : rel kereta api dan jembatan beton melengkung, kaca jendela rumah atau mobil retak. Manfaat pemuaian antara lain : pengelangan pelat logam pada pembuatan badan kapal, Hampir semua zat bila dipanaskan akan mengalami pemuaian (pengecualian adalah air antara 0°C dan 4°C , yang justru menyusut bila

suhunya dinaikkan). Manfaat pemuaian = salah satunya adalah muai air raksa dalam tabung termometer → indicator suhu.

Pemuaian volume :

$$V_t = V_o (1 + \gamma \cdot \Delta t)$$

$$\gamma = 3 \alpha$$

dimana :

V_o = volume benda mula-mula (m^3)

γ = koefisien muai volume ($^{\circ}C$)

V_t = volume benda setelah pemuaian (m^3)

α = koefisien muai panjang ($^{\circ}C$)

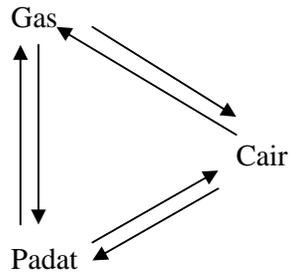
Soal :

1. Sebuah bejana kaca ($\alpha = 0.000009/^{\circ}C$) pada suhu $0^{\circ}C$ terisi penuh dengan 100 cm^3 air raksa ($\gamma = 0.00018/^{\circ}C$). Berapa cm^3 air raksa yang tumpah dari bejana itu kalau suhunya dinaikkan menjadi $30^{\circ}C$?
2. Suatu bejana berukuran 10 liter dan terbuat dari baja ($\alpha = 11 \times 10^{-6}/^{\circ}C$). Diisi penuh dengan acetone dipanaskan sehingga suhunya naik dari $0^{\circ}C$ menjadi $40^{\circ}C$, Berapakah volume acetone yang tumpah ?

PERUBAHAN WUJUD ZAT

Pada temperatur :

- Dibawah $0^{\circ}C$ = air berwujud padat (es)
- $0^{\circ}C - 100^{\circ}C$ = cairan (air)
- $> 100^{\circ}C$ = gas (uap air)



Kalor laten : kalor yang diperlukan oleh 1 kg zat untuk berubah wujud dari satu wujud ke wujud yang lain.

$$Q = m.L$$

Diaman :

Q = kalor (kkal atau kal)

L = Kalor laten (kkal/kg atau kal / gr)

m = massa zat (kg atau gr)

Kalor lebur air = 80 kkal/kg

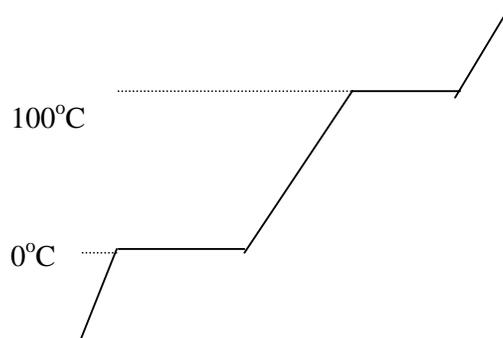
Kalor uap air = 540 kkal/kg

Langkah untuk menyelesaikan soal kalor :

1. Perhatikan ada berapa zat yang terlibat dalam pertukaran kalor, catat massanya
2. Buat diagram kalor – suhu :
 - Untuk proses perubahan suhu, diagramnya berbentuk miring naik/turun
 - Untuk proses perubahan wujud zat, diagramnya : garis lurus horizontal
3. Hitung kalor yang diterima atau dilepas dalam setiap proses yang dialami oleh zat yang terlibat itu :

$$Q = m.c. \Delta t \quad Q = m.L$$

4. Gunakan asas Black



Soal :

1. 1 kg air pada 25°C dipakai untuk membuat es the. Berapa banyaknya es pada suhu 0°C harus ditambahkan untuk menurunkan suhu the menjadi 10°C ?
Kalor jenis es = 0,5 kal/gr°C
2. Untuk menaikkan suhu 5 kg es -20°C menjadi uap air 120°C diperlukan kalor sebesar berapa ?
3. 1 kg air dengan temperatur 60°C dicampur dengan 100 gram es pada temperatur -30°C. Jika kalor lebur es 80 kal/gram, kalor jenis es 0,5 kal/gr°C, maka berapakah temperatur akhir dari campuran tersebut?

BAB IX

ENERGI DAN DAYA LISTRIK

Energi Listrik

Bentuk energi yang paling banyak digunakan oleh manusia adalah energi listrik. Ada dua alasan mengapa energi listrik paling banyak digunakan, yaitu ditinjau dari :

- Energi listrik mudah diangkut
- energi listrik mudah diubah menjadi energi bentuk lain

Apabila suatu penghantar yang memiliki beda potensial V dialiri arus I dalam waktu t detik, maka energi listrik yang terjadi dalam penghantar itu dirumuskan sebagai :

$$W = V i t \quad (a)$$

Dari hukum Ohm diperoleh bahwa :

$$V = i \cdot R \text{ atau } i = \frac{V}{R} \quad (b)$$

Masukkan nilai V pada persamaan (a) dan (b) sehingga diperoleh :

$$W = V I t = (iR) I t$$

$$\text{Atau } W = i^2 R t$$

Masukkan nilai i dari persamaan (b) ke (a)

$$W = V \left(\frac{V}{R} \right) t$$

$$\text{Atau } W = \frac{V^2}{R} t$$

Jadi persamaan lengkap dari energi listrik adalah sebagai berikut :

$$W = V i t$$

$$W = i^2 R t$$

$$W = \quad t$$

Persamaan $W = i^2 R t$ disebut sebagai hukum joule, yang menyatakan bahwa :

Energi yang dikeluarkan oleh suatu penghantar :

- berbanding lurus dengan kuat arus yang melaluinya
- berbanding lurus dengan hambatan penghantar
- berbanding lurus dengan lamanya arus mengalir

Listrik menimbulkan panas atau kalor, misalkan dalam bola lampu, setrika listrik, kompor listrik dan sebagainya. **Dalam bab yang lalu, telah kita ketahui bahwa kalor yang diserap oleh suatu benda dapat dinyatakan dalam satuan kalori. Jadi jelas,**

Ada kesetaraan antara energi dan kalor.

Dalam soal sering dihubungkan antara kalor yang dihasilkan dan energi listrik. Ingat bahwa kalor yang diserap atau diberikan oleh sebuah benda dirumuskan :

$$Q = m.c. \Delta t$$

Dimana :

m = massa (gram atau kg)

c = kalor jenis benda (kalori/gr C atau joule/kg C)

Δt = beda temperatur (C)

Q = kalor (kalori atau joule)

Ingat :

- **persamaan kalor yang diserap/diberikan benda adalah**

$$Q = m.c. \Delta t$$

- persamaan kalor yang dihasilkan energi listrik yaitu

$$Q = 0,24 \text{ W}$$

Anda harus menyamakan antara kalor yang diserap/diberikan benda dengan kalor yang dihasilkan energi listrik.

$$Q \text{ benda} = Q \text{ energi listrik}$$

Soal :

1. Dalam sebuah kumparan pemanas listrik dari 7 ohm, mengalir arus 15 A. Berapa besar energi yang digunakan selama 2 jam?

Contoh :

Sebuah kompor listrik tercantum data 50 ohm, 100 volt. Kompor tersebut dipasang pada jala-jala listrik 100 volt dan digunakan untuk memanaskan 150 gram air selama 2,5 menit. Bila 45temperature awal air 10°C, berapakah 45temperature akhir yang dicapai air ?

Penyelesaian :

persamaan kalor yang diserap/diberikan benda $Q = m.c. \Delta t$

persamaan kalor yang dihasilkan energi listrik yaitu :

$$Q = 0,24 \text{ W} = 0,24 \text{ t}$$

Dari soal diketahui :

$$R = 50 \text{ ohm}$$

$$V = 100 \text{ volt}$$

$$t = 2,5 \text{ menit} = 150 \text{ detik}$$

Air :

$$M = 150 \text{ gram}$$

$$T_o = 10^\circ\text{C} \text{ (suhu awal air)}$$

$$c = 1 \text{ kal/gr}^\circ\text{C}$$

Samakan persamaan :

$$m.c. \Delta t = 0,24 \quad t$$

$$\Delta t = 0,24 V^2 t$$

$$m.c. R$$

$$\Delta t = 0,24 (100)^2 (150)$$

$$(150) (1) (50)$$

$$= 48^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = T_a - T_o$$

$$48 = t_a - 10$$

$$t_a = 58^\circ\text{C}$$

Soal :

1. Elemen pemanas sebuah kompor listrik 110 V mempunyai hambatan 20 ohm. Jika kompor ini digunakan untuk memanaskan 1 kg air bersuhu 20°C selama 7 menit dan dipasang pada tegangan 110 V maka suhu akhir air ?
Diketahui kalor jenis air = $1 \text{ kal/gr}^\circ\text{C}$
2. Sebuah alat pemanas listrik digunakan untuk mendidihkan air. Hambatan pemanas 60 ohm, tegangan 240V. Digunakan untuk memanaskan 200 gram air bersuhu 40°C menjadi 100°C . Berapakah waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu 100°C tersebut ? Diketahui kalor jenis air $1 \text{ kal/gr}^\circ\text{C}$

DAYA LISTRIK

Usaha yang dilakukan per satuan waktu

Alat listrik P watt, V volt memiliki arti apabila dipasang pada tegangan V volt maka akan menyerap daya sebesar P watt.

Soal 1 :

Sebuah lampu pijar menggunakan daya 60 watt V 220 volt dipasang pada sumber berpotensi 110 volt. Berapa daya yang dipakai lampu ?

Soal 2 :

Suatu rumah memiliki Oven listrik dinyalakan rata-rata 8 jam sehari. Oven tersebut dihubungkan pada tegangan 220 volt dan memerlukan arus 5 A. Harga energi tiap kwh Rp 375,-. Berapakah energi yang diperlukan oleh oven tersebut dan berapakan biaya yang harus dibayarkan untuk energi yang telah digunakan ?

BAB X.

PENGAYAAN SATUAN OPERASI UNTUK BIDANG BOGA

1. Pengecilan ukuran

Pengecilan ukuran sebagai istilah yang umum juga meliputi pemotongan, pemecahan dan penggilingan. Pengecilan ukuran dilakukan secara mekanis tanpa terjadi perubahan sifat-sifat kimia. Pengecilan ukuran mungkin merupakan tujuan utama operasi atau bagian dari operasi. Pengecilan ukuran dapat dibedakan menjadi pengecilan ukuran yang ekstrim atau penggilingan pengecilan ukuran yang relative masih berukuran lebih besar atau lebih sering menjadi bentuk-bentuk khusus atau pemotongan.

Banyak bahan pangan yang dipasarkan dalam bentuk potongan seperti kentang, sayuran, buah, daging, roti, keju, mentega dan lain-lain. Secara umum, bagaimanapun bentuknya yang dikehendaki adalah ukuran yang seragam. Produk-produk lain diolah dalam bentuk berukuran sangat kecil, misalnya saos tomat, saous apel, buah dalam jam, daging seperti sosis, bakso dan sebagainya. Dalam hal ini tujuannya adalah untuk memperoleh produk yang homogeny atau secara semu homogeny dalam hal kenampakan dan atau rasa.

Pengecilan ukuran juga berperan penting dalam pemisahan secara mekanis. Misalnya pengambilan pati dari kentang. Kentang harus terlebih dahulu dikecilkan ukurannya sedemikian rupa sehingga sel-sel terbuka dan granula-granula pati keluar. Pengempaan untuk memperoleh cairan keluar dari padatan juga dimudahkan jika padatan dilakukan pengecilan ukuran terlebih dahulu.

Penggilingan basah mempunyai beberapa keuntungan daripada penggilingan kering sehingga sering kali air ditambahkan pada bahan yang sedikit mengandung air. Keuntungan-keuntungannya adalah mudah memperoleh bahan yang sangat lembut, suhu tinggi dapat dihindarkan, dan sedikit kemungkinan terjadi bahaya ledakan. Penggilingan basah dilakukan terutama untuk

mendapatkan produk yang sangat halus. Pada penggilingan kering, perlu diperhatikan mengenai penguapan air dan abahan menguap lainnya dan dekomposisi karena panas dan oksidasi, semua terjadi karena suhu tinggi yang mungkin terjadi.

Pembatasan mengenai rata-rata diameter partikel adalah salah satu masalah dalam proses penggilingan. Setiap alat penggilingan menghasilkan partikel-partikel yang ukuran dan bentuknya berbeda. Yang menjadi tanda Tanya adalah bagaimana diameter masing-masing partikel dapat ditentukan dan akhirnya bagaimana diameter rata-rata awal dan akhir dapat ditentukan yang mana berkaitan dengan kebutuhan energy.

Salah satu cara penentuan kelembutan butira-butira hasil penggilingan adalah dengan menggunakan ayakan Tyler. Alat ini digunakan untuk mengukur kelembutan yang rentangan dimensi terkecilnya adalah kurang lebih anatar 0,125 – 0,0029 in. Pada analisis dengan cara ini, bahan dimasukkan diatas susunan sederet ayakan Tyler yang dipasang dan digoyang dengan Ro-Tap.



Gambar1. Ayakan Tyler

Jenis-jenis alat pengecil ukuran dibedakan berdasarakan cara operasinya : yaitu impact mill (penggilingan dengan pukulan) dan penggilingan dengan gesekan. Impact mill diguankan untuk mengecilkan ukuran benda-benda yang agak keras

dan rapuh, namun dapat juga digunakan untuk menggiling bahan yang lebih lunak atau bahan-bahan yang liat dan berserat. Pada penggilingan yang menggunakan gaya gesekan paling cocok untuk bahan yang liat dan berserat.



Gambar 3. Alat Penggilingan

Aplikasi pada bidang boga adalah proses pembuatan tepung yang berasal dari berbagai macam sumber karbohidrat dan protein (beras, ubi, kedelai dan sebagainya). Pada pembuatan tepung tersebut dilakukan pengecilan ukuran menggunakan mesin penggiling atau dry bender kemudian diayak menggunakan Tyler sampai 80-100 Mesh. Bahan yang tertahan pada saringan dapat digiling kembali dan kemudian disaring lagi, demikian seterusnya sampai diperoleh sisa yang minimal. Tepung yang dihasilkan dengan ukuran tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan produk boga.

2. Pembesaran ukuran

Pembesaran ukuran dan pembuatan suatu bentuk bahan adalah berperan sangat penting dalam industry pengolahan biji-bijian, gula, coklat dan sebagainya. Butiran-butiran kecil dapat digabungkan untuk menjadi lebih besar agar diperoleh sesuatu bentuk. Bahan yang berbentuk bubuk mungkin dapat dibesarkan

ukurannya dengan menekannya menjadi lembaran yang kemudian dapat dipotong-potong menjadi bagian yang lebih kecil.

Proses perubahan bentuk yang dapat terus menerus adalah ekstrusi. Bahan yang akan dibentuk ditekan melalui suatu lubang yang mana akan menentukan bentuk yang diinginkan. Contoh pada pembuatan produk pasta yaitu macaroni, mie. Dalam hal ini adonan didorong dengan tekanan sangat tinggi melalui suatu lubang cetakan yang menentukan bentuk produk akhirnya.

3. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan salah satu cara pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu bahan yang merupakan sumber komponen tersebut. Sebagai contoh : ekstraksi minyak dari kopra, biji-bijian, ekstraksi nir dari batang tebu, ekstraksi karoten dari buah-buahan, ekstraksi cairan buah dari buah-pbuahan.

Pemisahan atau pengambilan komponen dari bahan sumbernya pada dasarnya dapat dilakukan dengan penekanan atau pengempaan, pemanasan dan menggunakan pelarut. Ekstraksi dengan cara penekanan atau pengempaan dikenal dengan cara mekanis. Ekstraksi cara mekanis hanya dapat dilakukan untuk pemisahan komponen dalam system campuran padat-cair. Sebagai contoh adalah ekstraksi minyak dalam system campuran padat-cair. Dalam hal ini minyak adalah cair dan ampasnya sebagai padatan.

Pada ekstraksi dengan pengempaan, tekanan yang diberikan selama pengempaan akan mendorong cairan terpisah dan keluar dari system campuran padat-cair. Dengan kata lain, tekanan yang diberikan terhadap campuran padat-cair akan menimbulkan beda tekanan antara cairan dalam bahan dan dalam campuran dalam suatu wadah dengan tekanan di luar campuran atau diluar wadah. Apabila tidak ada beda tekanan, cairan tidak akan keluar.

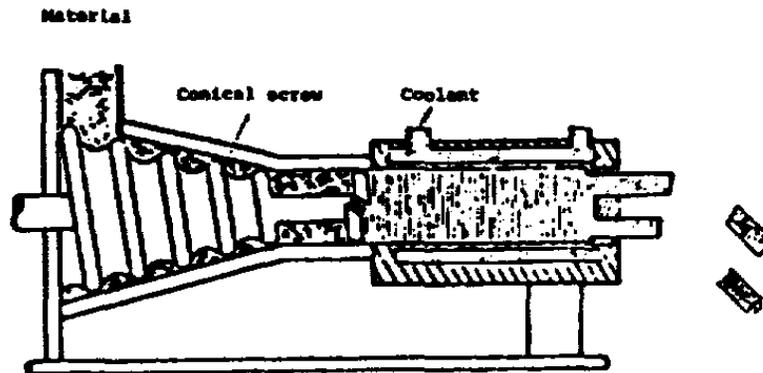
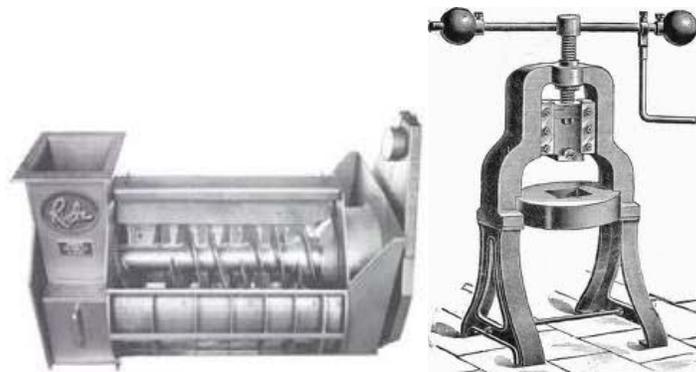
Ekstraksi dengan pemanasan pada umumnya hanya dilakukan untuk ekstraksi minyak dari bahan hewani, dikenal dengan rendering. Pemanasan bahan hewani menyebabkan protein dalam jaringan tersebut menggumpal, sehingga jaringan akan mengerut. Pengkerutan tersebut mengakibatkan tekanan dalam

jaringan lebih besar daripada tekanan di luar jaringan, dengan demikian minyak akan terperas keluar.

Prinsip ekstraksi dengan pelarut sangat berbeda dengan ekstraksi mekanis. Apabila ekstraksi mekanis berdasarkan perbedaan tekanan, tetapi ekstraksi pelarut berdasarkan pada kelarutan komponen terhadap komponen yang lain dalam campuran. Pada ekstraksi tersebut terdapat pemisahan komponen yang mempunyai kelarutan lebih kecil dalam pelarut yang digunakan. Komponen yang larut dapat berupa cair maupun padat, oleh karena itu ekstraksi dengan pelarut dapat dilakukan untuk ekstraksi komponen cair dari system campuran cair-cair maupun cair padat dan ekstraksi komponen padat dari system campuran padat-padat maupun padat-cair.

Sebagai produk utama ekstraksi pada umumnya adalah ekstraknya yaitu campuran pelarut dengan komponen yang terlarut. Apabila ekstraksi dengan pengempaan maka sebagai produk utama adalah cairan yang terekstrak. Dalam hal demikian residua atau ampas atau padatan merupakan hasil samping. Kana tetapi kadang-kadang justru ampas atau residu adalah produk utama.

Jumlah ekstrak yang dihasilkan dengan ekstraksi menggunakan penekanan atau pengempaan, dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya adalah : besar kecilnya suatu hancuran bahan; waktu yang disediakan pada saat satu tekanan maksimum, besarnya tekanan yang diberikan, kekentalan cairan yang diekstrak dan cara pengempaan yang dilakukan. Salah satu tipe alat ekstraksi mekanis adalah alat kempa hidraulik dan kempa ulir.



Gambar 4. Alat kempa Ulir (Screw press)

Bahan yang berukuran makin kecil, maka luas permukaannya untuk setiap satuan berat yang sama dalah makin besar. Sehingga cairan yang diekstrak juga semakin besar. Akan tetapi pada bahan yang mengalami pengecilan ukuran, makin kecil bahan tersebut, pada saat perlakuan, makin banyak cairan yang keluar, sehingga diperlukan penampung tambahan agar tidak banyak cairan yang hilang sebelum dikempa.

Secara teoritis makin besar tekanan yang digunakan makin banyak ekstrak yang dihasilkan. Akan tetapi tekanan tersebut harus diberikan secara bertahap. Apabila tidak demikian, pada bahan tertentu akan terjadi pengerasan dipermukaan

ampas sehingga akan mengakibatkan cairan terperangkap didalamnya. Selama penekanan diperlukan waktu yang cukup, terutama setelah mencapai tekanan maksimum, untuk memberikan kesempatan pada cairan dari bagian dalam sampai ke permukaan bahan.

Aplikasi ekstraksi dibidang boga misalnya : pada pembuatan kacang tanah rendah lemak, pembuatan tahu. Dimana pada pembuatan kacang tanah rendah lemak, minyak dikeluarkan dengan cara dikempa (secara mekanis). Demikian pula pada pembuatan tahu, juga dilakukan pengempaan atau pemberian beban pada gumpalan protein tahu untuk mengeluarkan air yang ada didalamnya.

4. Pemisahan Mekanis

Pemisahan mekanis merupakan suatu cara pemidahan antar dua komponen atau lebih yang dilakukan dengan cara mekanis. Dalam praktek pemisahan tersebut dapat dilakukan dnegan sedimentasi (pengendapan), sentrifugasi (pemusingan), filtrasi (penyaringan).

- a. Sedimentasi: pemisahan komponen atau partikel berdasarkan perbedaan densitasnya melalui medium alir, oleh pengaruh gaya gravitasi. Oleh karena itu biasanya pemisahan berlangsung lama, terutama bila perbedaan densitas antyar komponen tersebut tidak berbeda jauh. Secara visual, dapat dikatakan bahwa sedimentasi merupaakn pemisahan suspense menjadi dua fraksi yaitu fraksi supernatant (fraksi yang jernih) dan fraksi slurry (fraksi yang keruh).



Gambar 5. Tahapan pengendapan partikel dalam sedimentasi

b. Sentrifugasi (pemusingan), Pemisahan antara dua komponen yaitu cairan dengan cairan yang tidak saling melarutkan atau cairan dengan padatan yang terdispersi didalamnya dapat dilakukan dengan pengendapan atau sedimentasi, tergantung pada pengaruh gravitasi terhadap dua kompoenn tersebut. Akan tetapi seringkali pemisahan tersebut berlangsung lama, atau terjadi sangat lambat. Hal tersebut terjadi terutama apabila spesifik gravitasi antara kedua komponen tersebut tidak banyak berbeda. Atau disebabkan karena interaksi antara kedua komponen tersebut, mislakan terjadi pada emulsi. Dismaping itu seringkali pemisahan dnegan pengendapan sering tidak membentuk batas yang jelas antara dua komponen yang terpisah, sehingga masih ada lapisan pembatas yang merupakan campuran dari kedua komponen tersebut. Sebagai contoh santan atau air susu sapi apabila dibiarkan dalam suatu wadah akan terpisah menjadi krim terjadi dibagian atas dan skim yang ada dibagian bawah. Pemisahan antara krim dan skim dapat terjadi hingga terbentuk batas yang jela antara dua komponen tersebut, dalam waktu yang lama hingga satu hari. Untuk kepentingan rumah tangga atau industry ekcil, mungkin masih cocok, akan tetapi untuk ukuran industry besar atau pabrik waktu tersebut terlalu lama.

Pemisahan natar dua komponen tersebut dapat dipercepat dnegan menggunakan gaya sentrifugal. Partikel yang memiliki massa lebih besar akan memiliki gaya sentrifugal lebih besar, sebaliknya yang massanya kecil akan memiliki gaya sentrifugal yang lebih kecil. Sehingga campuran yang berisi partikel dengan massa yang berbeda, apabila diputar dalam sentrifuse maka partikel dengan massa lebih besar, yang mempunyai gaya sentrifugal lebih besar akan terlempar lebih jauh dari pusat atau sumbu putar dibandingkan dengan partikel dengan massa yang lebih kecil. Dari perbedaan tempat tersebut kedua partikel dnegan massa yang berbeda dapat dipisahkan.

c. Penyaringan atau filtrasi

Penyaringan adalah salah satu cara pemisahan anatar partikel padat dengan partikel cair termasuk gas. Pada penyaringan, campuran yang terdiri atas partikel padat yang terdispersi dalam fase cair atau gas dilewatkan melalui medium berpori. Partikel padat yang tidak lolos pada pori-pori medium akan tertahan, sedang cairan akan lolos melalui pori-pori medium tersebut. Cairan yang lolos dari medium disebut filtrate dan partikel padatan yang tertahan dikenal dengan “cake”.

Medium berpori terdiri atas medium penyaring (filter medium) dan padatan yang tertimbun pada permukaannya yang disebut sebagai filter cake. Sebagai medium penyaring dapat digunakan kain saring, anyaman kawat, anyaman plastic. Medium penyaring tersebut lubangnya masih terlalu besar dibandingkan dengan partikel zat padat yang akan dipisahkan, oleh karena itu medium baru akan berfungsi dengan baik apabila telah ada lapisan yang terbentuk dari zat padat pada awal penyaringan. Lapisan zat padat tersebut bersifat porous, sehingga bersama-sama dengan medium penyaring membentuk medium berpori.

Pada penyaringan, makin banyak campuran yang melewati filter medium, makin banyak partikel zat padat yang tertahan pada permukaannya, sehingga terbentuk lapisan yang makin tebal. Hal tersebut akan mempengaruhi kecepatan penyaringan. Makin tebal lapisan cake tersebut, makin besar tahanan terhadap aliran cairan untuk dapat melewati filter medium. Oleh karena itu agar kecepatan relatif sama, diperlukan tekanan atau beda tekanan sebelum dan sesudah filter medium makin besar.

5. Ekstrusi

Beberapa material berukuran kecil digabungkan untuk membentuk material yang berukuran lebih besar untuk mencapai bentuk ukuran produk yang diharapkan. Biasanya digunakan untuk produk-produk yang berbentuk pasta seperti macaroni, vermicelli, dan spaghetti. Pada proses

ini, adonan diberi tekanan tinggi memalui cetakan-cetakan yang menentukan bentuk dari bahan-bahan yang sudah diesktruder.

6. Spray drying

Dalam usaha bidang boga salah satu yang banyak dilakukan adalah pengeringan. Pengeringan adalah usaha yang dilakukan untuk mengurangi air yang ada dalam bahan sampai kadar air seimbang dengan kelembaban relative sekitarnya. Kegunaan pengeringan diantaranya adalah :

- a. Daya simpan bahan lebih lama karena kadar air dalam bahan relative rendah sehingga kerusakan karena enzim maupun mikroorganisme dapat lebih ditekan
- b. Dapat dihasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi
- c. Mempermudah distribusi karena umumnya bahan yang telah dikeringkan mempunyai berat yang lebih ringan dan bentuk yang lebih ringkas.
- d. Bahan dapat lebih awal dipanen, sebagai contoh adalah jagung dapat dipanen lebih awal kemudian dikeringkan sehingga penggunaan lahan menjadi lebih efisien.

Bahan yang berupa cairan atau suspensi yang dapat dipompakan dan disemprotkan ke dalam aliran udara panas dimungkinkan untuk dikeringkan dengan spray dryer. Alat ini sering digunakan untuk membuat produk yang berupa bubuk atau instan. Spray dryer memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah :

- a. Proses pengeringan dapat berjalan secara berkesinambungan
- b. Operasi alat dapat secara otomatis
- c. Cocok untuk mengeringkan bahan yang sensitive terhadap panas maupun bahan yang tahan panas
- d. Produk yang berupa bubuk menjadi mempunyai factor kemudahan dalam penggunaannya, terutama rekonstitusinya (pengembalian ke bentuk semula), misalnya produk yang akan mudah larut dalam air karena produk mempunyai permukaan yang lebih besar sehingga air

akan lebih mudah terpenetrasi ke dalam bahan/produk sehingga mudah larut.

e. Operasinya cukup ekonomis

Tahap yang terjadi pada proses pengeringan spray dryer :

- a. Pengkabutan (atomization) adalah proses untuk m,erubah bahan yang semula cair atau pasta menjadi tetes-tetes kecil (droplet)
- b. Kontak antara tetes bahan dengan medium pemanas (udara panas)
- c. Penguapan air dari bahan sampai diperoleh kandungan air sesuai dengan yang diinginkan
- d. Pengambilan produk dari alat.