



AZAS TEKNIK KIMIA (Material, Balan)



Dr. Ir. Muhammad Arief Karim, MSc
Ir. Robiah, MT

AZAS TEKNIK KIMIA (MATERIAL, BALAN)

Dr. Ir. Muhammad Arief Karim, MSc
Ir. Robiah, MT



AZAS TEKNIK KIMIA (MATERIAL, BALAN)

Penulis:

Dr. Ir. Muhammad Arief Karim, MSc
Ir. Robiah, MT

Editor:

Syifa Ismayanti

Layouter:

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : September 2024

Hak Cipta 2024, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia

ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151

Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org

E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2024 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia

All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2024

; 18 x 25cm

ISBN : 978-623-8750-22-1

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang

Hak Cipta Pasal 72

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan Buku dengan judul Azas Teknik Kimia (Material, Balan) sesuai yang ditargetkan.

Buku ini berisikan sistem dalam teknik kimia, analisi dimensi dan similiritas, neraca massa, neraca massa dengan reaksi kimia, neraca massa dengan aliran recycle, baypass dan purge tanpa dan dengan reaksi kimia. Di dalam buu ini membaas neraca massa tak tunak yang meliputi keseimbangan material keadaan tak tunak, prinsip neraca massa taka tunak, menyelesaikan neraca massa tidak tetap.

Kami menyadari bahwa Buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Buku ini dari awal sampai akhir. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin.

September 2024, Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vii
BAB I SISTEM DALAM TEKNIK KIMIA	1
A. Pendahuluan	1
B. Besaran, Dimensi dan Satuan	1
C. Faktor Konversi Satuan	3
D. Massa dan Berat	6
E. Mol dan Berat Mol	7
F. Masa Molar	8
G. Konsep Mol	13
H. Rapat massa	16
 BAB II ANALISIS DIMENSI DAN SIMILIRITAS	 23
A. Analisis Dimensi	23
B. Teori Buckingham	26
C. Analisis Dimensi Metode Rayleigh	30
 BAB III NERACA MASSA	 34
A. Pendahuluan	34
B. Pengertian-Pengertian	36
C. Neraca Massa Tanpa Reaksi Kimia	41
D. Pencampuran Aliran	44
E. Memecahkan Masalah Keseimbangan Material untuk Unit Tunggal Tanpa Reaksi	 46
 BAB IV NERACA MASSA DENGAN REAKSI KIMIA	 57
A. Tujuan	57
B. Keseimbangan Material pada Proses Reaktif	57
C. Persamaan Reaksi Kimia dan Stoikiometri	57
D. Konversi Reaksi	62
E. Hasil dan Selektivitas	63
F. Perhitungan Keseimbangan Material dengan Reaksi	65
G. Proses Non-Daur Ulang	66
H. Proses Daur Ulang	67

BAB V NERACA MASSA DENGAN ALIRAN RECYCLE, BAYPAS DAN PURGE TANPA DAN DENGAN REAKSI KIMA	73
A. Aliran Daur Ulang Tanpa Reaksi Kimia	73
B. Langkah-langkah untuk mengatasi daur ulang	74
C. Daur Ulang dengan Reaksi Kimia	78
D. Aliran Pintas (Bypass)	86
E. Aliran Gas Buang	87
 BAB VI NERACA MASSA TAK TUNAK	 108
A. Pengantar	108
B. Keseimbangan Material Keadaan Tidak Tunak	108
C. Prinsip Neraca Massa Tak Tunak	108
D. Prinsip Neraca Massa dan Kesetimbangan Tak Tunak	110
E. Menyelesaikan Neraca Massa Keadaan Tidak Tetap	112
 GLOSARIUM	 121
DAFTAR PUSTAKA	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir untuk Konversi antara Massa.....	9
Gambar. 1.3. Hubungan antara massa, mol dan bilangan Avogadro.....	10
Gambar. 1.2. Hubungan antara mol, Jumlah Partikel dan massa.....	10
Gambar 2.1 Hubungan antara kelompok bilangan tak berdimensi π_1 dan π_2	25
Gambar 3.1: Batas Sistem Ada dua kelas sistem yang penting.....	36
Gambar 3.2: Sistem tertutup.....	36
Gambar 3.3: Sistem terbuka (Sistem aliran)	37
Gambar 3.4: Proses batch.....	38
Gambar 3.5: Reaktor semi-batch (Reaktor tipe yang diaduk.....	38
Gambar 3.6: Steady state system	39
Gambar 3.7: Kondisi awal untuk sistem keadaan goyah terbuka dengan akumulasi	40
Gambar 3.8: Kondisi awal untuk sistem keadaan goyah terbuka dengan akumulasi setelah 50 menit	40
Gambar 3.9: Kondisi awal pada proses keadaan tidak stabil dengan akumulasi negatif	40
Gambar 3.10: Kondisi sistem dengan akumulasi negatif setelah 50 menit.....	40
Gambar 3.11 Sistem Mixer.....	42
Gambar 3.12. Reaktor Aliran Kontinu tanpa Reaksi Kimia.....	47
Gambar 3.13 Proses Ekstraksi	48
Gambar 3.14 Membran Nanopori.....	48
Gambar 3.15 Proses Membran tanpa reaksi kimia	49
Gambar 3.16 Kolom Distilasi Berkelanjutan.....	50
Gambar 3.17 Kolom absorpsi	51
Gambar 3.18 Proses Pencampuran Baterai.....	52
Gambar 3.19 rotary drum dryer.....	53
Gambar 3.20 Kristalisasi.....	54
Gambar 3.21 Kestimbangan Massa pada Proses Kristalisasi	54
Gambar 4.1 Proses pembakaran heptana dalam Reaktor	64
Gambar 4.2 Proses Pembakaran Batu Kapur.....	65
Gambar 4.3 Proses Non Daur Ulang Pada Reaktor	66
Gambar 4.4 Proses Daur Ulang Pada Reaktor.....	67
Gambar 4.5 Proses Daur Ulang Pada Reaktor pada Kondisi Tunak	68
Gambar 5.1 Menunjukkan penambahan recycle.....	74
Gambar 5.2 Proses dengan daur ulang (angka menunjukkan batas sistem yang mungkin untuk neraca bahan)	75
Gambar 5.3 Proses dengan daur ulang Reaktor	75

Gambar 5.4 Skema proses produksi serpihan NaOHHal yang perlu di lakukan	76
Gambar 5.5 Sistem terbuka pada proses kondisi mapan pada Unit Evaporator dan Kristalisasi	77
Gambar 5.6 sistem daur ulang sederhana dengan reaksi kimia	78
Gambar 5.7 Proses kondisi tunak dalam reaktor daur ulang.....	80
Gambar 5.8 Skema reaktor daur ulang.....	82
Gambar 5.9 Produksi fruktosa dari glukosa dalam reaktor fixedbed.....	84
Gambar 5.10 Prose terbuka DaUr Ulang keadaan Tunak dengan Reaksi Kimia	84
Gambar 5.11 Bio Reaktor DaUr Ulang.....	86
Gambar 5.12 Proses dengan aliran bypass.....	87
Gambar 5.13 Proses dengan aliran daur ulang dengan pembersihan.....	88
Gambar 5.14 Aliran DaUr Ulang dengan Purge	89
Gambar 5.15 Proses DaUr Ulang dengan Purging.....	90
Gambar 5.16 Iso Penton Tower	92
Gambar 5.17 produksi metanol dengan Proses DaUr Ulang dan Purging.....	93
Gambar 5.18 Produksi Metanol dari reaksi karbon dioksida dan hidrogen.....	94
Gambar 5.19 Proses DaUr Ulang dan Pembersihan pada Sintesis Amonia	96
5.20 Recycle and Purge pada Dehidrogenasi Propana.....	98
Gambar 5.21 Proses Pemurnian aseton dengan dua unit distilasi dan absorpsi	100
Gambar 5.22 Proses DaUr Ulang Pada unit Evaporator dan Crystalizer	101
Gambar 5.23 Proses DaUr Ulang pada Seperator	102
Gambar 5.24, pabrik penanaman aliran limbah yang mengandung Zn dan Ni	102
Gambar 5.25 Proses DaUr Ulang Pada Drier	103
Gambar 5.26 Proses Reservoir Osmosis	103
Gambar 5.27 DaUr Ulang Dengan Reaksi Kimia.....	103
Gambar 5.28. Proses DaUr Ulang pada Separator	104
Gambar 5.29 Proses didehidrogenasi Propana membentuk propilena dalam reaktor katalitik	104
Gambar 5.30 Proses DaUr Ulang pada pada Bioreaktor dan Cell Seperator	105
Gambar 5.31 Proses Bypass Tanpa Reaksi Kimia	105
Gambar 5.32 Skema Aliran Komponen pada Proses Bypass tanpa Reaksi Kimia	105
Gambar 5.33 Skema Proses Bypass pada Spay Chamber dan Mixed	106
Gambar 5.34 Skema Proses Bypass pada Industri Tekstil	106
Gambar 6.1 Proses keadaan tidak tunak dengan transportasi masuk dan keluar serta pembangkitan dan konsumsi internal.....	109

Gambar 6.2 Reaktor tangki berpengaduk kontinyu.....	111
Gambar 6.3 Skema Neraca Massa Pada kondisi Tidak Tunak.....	113
Gambar 6.4. Keseimbangan Material Keadaan Tidak Tetap tanpa Pembangkit	115
Gambar 6.5 Distilasi Batch.....	118

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1: Faktor-faktor untuk konversi unit	4
Tabel 1.2. Satuan Sistem Internasional	5
Tabel 1.3: Unit Sistem Teknik Amerika	6
Tabel 1.4: Komponen, API dan SG.....	19
Tabel 1.5: Perhitungan SG terkoreksi	20
Tabel 1.6: Contoh <i>specific gravity</i> (SG) dari beberapa asam pekat komersial	21
Tabel 3.1 Beberapa Contoh Simbol yang Digunakan dalam Buku Ini.....	42

BAB I

SISTEM DALAM TEKNIK KIMIA

A. Pendahuluan

Sistem dalam bidang teknik kimia diartikan sebagai suatu rangkaian subsistem atau rangkaian peralatan yang saling berhubungan satu dengan lainnya. Jika sebuah pabrik dilihat sebagai suatu sistem, maka pabrik tersebut tersusun dari rangkaian subsistem, misalnya dari penyiapan subsistem bahan baku, subsistem konversi bahan baku menjadi produk, dan subsistem pemurnian hasil. Masing-masing subsistem tersebut tersusun dari sejumlah alat yang biasa disebut komponen.

Pemahaman tentang sistem dalam Teknik Kimia sangat penting karena dalam bekerja para Sarjana Teknik Kimia sering kali harus melakukan perancangan sistem, membangun sistem, mengoperasikan sistem, dan bahkan melakukan optimasi untuk mendapatkan kinerja sistem yang paling menguntungkan.

B. Besaran, Dimensi dan Satuan

1. Besaran

Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur besarnya dalam bentuk angka (kuantitatif). Dimensi adalah bentuk penulisan besaran menggunakan lambang satuan besaran pokok dengan kata lain merupakan cara menunjukkan besaran turunan dari besaran pokok penyusunnya. Sedangkan satuan merupakan pernyataan yang menjelaskan dari sebuah besaran. Setiap pengukuran harus bisa menunjukkan nilai besaran yang diikuti dengan satuannya.

2. Dimensi

Dimensi adalah bentuk penulisan besaran menggunakan lambang satuan besaran pokok dengan kata lain merupakan cara menunjukkan besaran turunan dari besaran pokok penyusunnya. Beberapa dimensi yang sering digunakan adalah:

- Panjang, lebar dan ketinggian dengan dimensi [L]
- Massa dengan dimensi [m]
- Waktu dengan dimensi [T]
- Jumlah Zat [n]

Selain itu, satuan adalah rata-rata untuk menyatakan dimensi sebagai meter atau sentimeter untuk panjang, atau jam atau detik untuk waktu. Dengan melampirkan unit ke semua angka yang pada dasarnya tidak berdimensi, Anda dapat dengan mudah menghubungkan makna fisik dengan angka yang digunakan. Selain itu, pendekatan logis untuk masalah daripada mengingat rumus dan

memasukkan angka juga dapat membantu para insinyur kimia dalam perhitungan teknik. Satuan SI diterima secara universal untuk perhitungan teknik. Dengan demikian, sistem rekayasa Amerika (berdasarkan standar Inggris) masih digunakan secara luas di AS. Sehingga sistem satuan dan dimensinya perlu diketahui untuk analisis prosesnya efisiensi berdasarkan ekspresi matematika tertentu. Sekarang, untuk mengekspresikan semua proses itu efisiensi yaitu dengan itu ekspresi matematika. Para Sarjana harus menilai semua matematika itu ekspresi dengan persamaan dan persamaannya berdimensi homogen atau tidak. Bagaimana caranya? menganalisis variabel-variabel tersebut didasarkan pada kuantitas tanpa dimensi hingga keterampilan proses-proses tersebut untuk skala industri.

Jadi itulah mengapa harus membahas bahwa unit dan dimensi yang berbeda sebenarnya digunakan untuk analisis variabel proses dan input dan outputnya. Dan juga untuk analisis persamaan model didasarkan pada analisis dimensi. Jadi, dalam hal ini, seluruh variabel perlu dibahas. Sekarang kita mengukur kuantitas yang dihitung bersama memiliki nilai numerik dan satuan yang dapat diukur adalah nilai dimensi tertentu. Itu telah ditentukan oleh konvensi seperti untuk massa Anda harus mengukur berdasarkan satuan seperti gram, kg, atau Pound seperti ini. Untuk waktu harus dinyatakan dengan satuan seperti detik dan untuk panjang dimensi yang harus dinyatakan dengan satuan tertentu seperti Sentimeter, meter, genap kaki, genap inci, semua satuan ini. Dan Anda akan melihat bahwa dimensi juga merupakan salah satu besaran terukur yang penting yang diwakili oleh unit tersebut. Misalnya seperti panjang, waktu, massa dan suhu, semua direpresentasikan sebagai dimensi. Sekarang juga dihitung mengalikan atau membagi dimensi lain di sana. Jadi, kapan pun Anda akan mewakili unit apa pun berdasarkan dimensi.

Dimensi itu mungkin kelipatan dua dimensi atau pembagian dua dimensi. Kombinasi dimensi sedemikian rupa sehingga akan ada bentuk tertentu dari satuan itu di sana. Seperti jika Anda mewakili kecepatan, maka Anda harus membuat satuannya seperti apa yang seharusnya menjadi panjang dan apa yang seharusnya menjadi waktu. Karena kecepatan ditentukan oleh panjang terhadap waktu. Jadi dalam hal ini, berapakah dimensi kecepatannya? Akan menjadi bahwa L oleh T adalah bahwa L adalah dimensi panjang dan dimensi waktu adalah T .

Jadi itu akan menjadi panjang per waktu. Dan sama, volume apa yang seharusnya menjadi dimensi volume? Ini akan menjadi volume kubus panjang yang sebenarnya akan menjadi L kubus. Dan demikian pula, kepadatan pada dasarnya didefinisikan oleh massa per satuan volume. Jadi dalam hal ini, apa yang seharusnya menjadi dimensi kepadatan itu? Ini akan menjadi seperti kg per meter kubus seperti itu. Jadi Dalam hal ini, kami mewakili kuantitas proses atau

kuantitas variabel apa pun dengan unit tertentu atau dengan dimensi tertentu di sana.

Jadi, bagaimanapun Insinyur Kimia seperti Insinyur lainnya, mereka juga menggunakan unit dan dimensi untuk semua waktu analisis efisiensi proses berdasarkan model. Untuk ekspresi matematis dan apa yang mereka lihat bahwa ada sistem unit yang berbeda tersedia untuk mewakili mereka? ekspresi matematika atau kuantitas atau kualitas variabel yang digunakan untuk analisis.

3. Satuan

Jadi ada beberapa sistem satuan, tetapi dua sistem utama yang umumnya digunakan oleh para Insinyur adalah seperti Sistem Satuan Internasional yaitu sistem SI dan sistem unit Teknik Amerika. Ini sebenarnya bentuk pendeknya sebenarnya disebut AES. Sistem lain juga tersedia seperti sentimeter – gram – detik yaitu sistem CGS. Sistem kaki-pon-sekon, yaitu sistem FPS bentuk pendek dan Sistem Inggris dari unit seperti halaman Inggris dan hal ini, tentu saja, semua sistem secara konvensional digunakan oleh para Insinyur untuk analisis Proses.

C. Faktor Konversi Satuan

Dan di samping itu Anda akan melihat bahwa unit apa yang terkait dengan sistem dalam slide ini dalam tabel ditunjukkan bahwa sistem yang berbeda adalah satuan waktu dan suhu massa yang diberikan di sini. Jadi tolong lihat ini satuan panjang massa dan waktu, suhu berdasarkan sistem yang berbeda. Di sini, di sistem SI umumnya secara internasional seragam digunakan sistem untuk setiap analisis proses dalam kasus itu.

Satuan untuk massa umumnya dilambangkan dengan kilogram dan panjang dilambangkan dengan meter dan satuan waktu selalu adalah waktu sekon dan juga suhu dalam satuan Kelvin sehingga sistem SI disebut seperti ini. Sedangkan jika Anda mempertimbangkan bahwa sistem derajat AES di sana Anda akan melihat bahwa pound (massa) itu akan direpresentasikan sebagai satuan massa. Sedangkan kaki akan menjadi satuan panjang dan detik dengan cara yang sama seperti SI akan diambil untuk waktu dan suhunya adalah Fahrenheit.

Sedangkan, unit masing-masing sistem CGS dan FPS diberikan di sini dalam tabel massa, panjang, waktu dan suhu, masing-masing. Untuk sistem Inggris sebelumnya, mereka telah menggunakan sistem tera, kaki, detik dan derajat Celcius untuk waktu dan suhu panjang massa. Jadi, untuk ini secara Internasional untuk suatu sistem yang seragam benar-benar digunakan dan sistem itu selalu dipertahankan sebagai sistem SI sehingga dianalisis melalui analisis yang prosesnya seragam di seluruh dunia. Dan setiap kali menyatakan kuantitas variabel proses itu dengan sistem lain, maka harus mengubahnya menjadi satu sistem ke sistem lain dengan faktor tertentu. Faktor itu, tentu saja, adalah jika Anda mempertimbangkan sistem baru lainnya berdasarkan sistem

lama, maka harus mengalikan dengan faktor unit baru dengan unit lama. Jadi, untuk mengonversi besaran yang dinyatakan dalam 1 satuan menjadi ekuivalennya dalam satuan lain, Anda perlu mengalikan besaran tersebut dengan faktor konversi.

Jadi dengan faktor konversi itu, Anda dapat dengan mudah menghitung apa yang seharusnya menjadi satuan untuk kuantitas variabel apa pun, dan kemudian untuk menyatakan semua efisiensi proses tersebut, Anda terkadang perlu menyatakan kemahiran itu secara matematis dengan sebuah persamaan. Sekarang, setiap kali Anda akan mengungkapkan persamaan tersebut, Anda harus memverifikasi apakah pertanyaan tersebut konsisten secara dimensional atau tidak. Sehingga disebut keseragaman dimensi persamaan.

Untuk mengidentifikasi dan menghitung satuan atau dimensi dari kedua sisi persamaan apakah dimensinya sama atau tidak dan benar-benar seragam dalam dimensi di kedua sisi untuk mengekspresikan efisiensi proses itu secara matematika.

Faktor konversi adalah pernyataan nilai ekuivalen dari unit berbeda dalam sistem yang sama atau antar sistem unit. Konsepnya adalah mengalikan angka apa pun dan unit terkaitnya dengan rasio tak berdimensi yang disebut faktor konversi untuk sampai pada jawaban yang diinginkan dan unit terkaitnya. Faktor-faktor untuk unit konversi ditunjukkan pada tabel 1.1, tabel 1.2 dan tabel 1.3

Tabel 1.1: Faktor-faktor untuk konversi unit

Quantity	Equivalent Values
Mass	$1\text{ kg} = 1000\text{ g} = 0.001\text{ metric ton} = 2.20462\text{ lb}_m$ $= 53.27392\text{ oz}$ $1\text{ lb}_m = 16\text{ oz} = 5 \times 10^{-4}\text{ ton} = 453.593\text{ g} = 0.453593\text{ kg}$
Length	$1\text{ m} = 100\text{ cm} = 1000\text{ mm} = 10^6\text{ microns } (\mu\text{m})$ $= 10^{10}\text{ angstroms } (\text{\AA}) = 39.37\text{ in.} = 3.2808\text{ ft}$ $= 1.0936\text{ yd} = 0.0006214\text{ mile}$ $1\text{ ft} = 12\text{ in.} = \frac{1}{3}\text{ yd} = 0.3048\text{ m} = 30.48\text{ cm}$
Volume	$1\text{ m}^3 = 1000\text{ L} = 10^6\text{ cm}^3 = 106\text{ mL}$ $= 35.3145\text{ ft}^3 = 220.83\text{ imperial gallons} = 264.17\text{ gal}$ $= 1056.68\text{ qt}$ $1\text{ ft}^3 = 1728\text{ in}^3 = 7.4805\text{ gal} = 0.028317\text{ m}^3 = 28.317\text{ L}$ $= 28.317\text{ cm}^3$
Force	$1\text{ N} = 1\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2 = 10^5\text{ dynes} = 10^5\text{ g}\cdot\text{cm/s}^2 = 0.22481\text{ lb}_f$ $1\text{ lb}_f = 32.174\text{ lb}_m \cdot \text{ft/s}^2 = 4.448\text{ N} = 4.4482 \times 10^5\text{ dynes}$

Pressure	$1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ N/m}^2 (\text{Pa}) = 101.325 \text{ kPa}$ $= 1.01325 \text{ bar}$ $= 1.01325 \times 10^6 \text{ dynes/cm}^2$ $= 760 \text{ mm Hg at } 0^\circ\text{C (torr)} = 10.333 \text{ m H}_2\text{O at } 4^\circ\text{C}$ $= 14.696 \text{ lb}_f/\text{in.}^2 (\text{psi}) = 33.9 \text{ ft H}_2\text{O at } 4^\circ\text{C}$ $= 29.921 \text{ in. Hg at } 0^\circ\text{C}$
Energy	$1 \text{ J} = 1 \text{ N.m} = 107 \text{ ergs} = 107 \text{ dyne.cm}$ $= 2.778 \times 10^{-7} \text{ kW.h} = 0.23901 \text{ cal}$ $= 0.7376 \text{ ft} - \text{lb}_f = 9.486 \times 10^{-4} \text{ Btu}$
Power	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 0.23901 \text{ cal/s} = 0.7376 \text{ ft.lbf/s}$ $= 9.486 \times 10^{-4} \text{ Btu/s}$ $= 1.341 \times 10^{-3} \text{ hp}$

Tabel 1.2. Satuan Sistem Internasional

Kuantitas fisik	Nama Satuan	Simbol Untuk Satuan	Definisi Satuan
	<i>Satuan SI Dasar</i>		
Panjang	metre, meter	<i>m</i>	
masaa	kilogramme, kilogram	<i>kg</i>	
Waktu	detik	<i>s</i>	
Temperature	kelvinn	<i>K</i>	
Amount of substance	mole	<i>mol</i>	
	<i>Turunan Satuan SI</i>		
Energi	joule	<i>J</i>	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
Memaksa	newton	<i>N</i>	$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} = \text{J} \cdot \text{m}^{-1}$
Kekuasaan	watt	<i>W</i>	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} = \text{J} \cdot \text{s}^{-1}$
Kepadatan	kilogram per meter kubik		$\text{kg} \cdot \text{m}^3$
Kecepatan	meter per detik		$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Percepatan	meter per detik kuadrat		$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
Pressure	Newton per meter persegi,		$\text{N} \cdot \text{m}^{-2}, \text{Pa}$
Heat Capacity	joule per (kilogram - kelvin)		$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}, \text{K}^{-1}$
	<i>Alternative Units</i>		
Time	minute, hour, day, year	<i>min, h, d, y</i>	
Temperature	degree Celsius	$^\circ\text{C}$	
Mass	tonne, ton (Mg), gram	<i>t, g</i>	
Volume	litre, liter (dm^3)	<i>L</i>	

Tabel 1.3: Unit Sistem Teknik Amerika

Kuantitas fisik	Nama Satuan	Simbol
Basic Units		
Panjang	feet	ft
Massa	pon (massa)	lb_m
Gaya	pon (gaya)	lb_f
Waktu	detik, jam	s, hr
Suhu	derajat Rankine	$^{\circ}R$
Satuan Turunan		
Energi	Unit termal Inggris, pound kaki (gaya)	$Btu, (ft)(lb_f)$
Kekuasaan	daya kuda	hp
Kepadatan	pon (massa) per kaki kubik	lb_m/ft
Kecepatan	kaki per detik	ft/s
Percepatan	kaki per detik kuadrat	ft/s^2
Tekanan	pon (gaya) per inci persegi	lb_f/in^2
Kapasitas panas	Btu per pon (massa) per derajat F	$Btu/lb_m \cdot ^{\circ}F$

Contoh Konvesi

Ubahlah percepatan 1 cm/s^2 menjadi ekuivalennya dalam km/tahun^2

$$\begin{aligned}
 & \frac{1 \text{ cm}}{s^2} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{3600^2 s^2}{1 \text{ hr}^2} \times \frac{24^2 \text{ hr}^2}{1 \text{ day}^2} \times \frac{365^2 \text{ day}^2}{1^2 \text{ yr}^2} \\
 & = 9.95 \times 10^9 \frac{\text{km}}{\text{yr}^2}
 \end{aligned}$$

D. Massa dan Berat

1. Massa

Massa suatu objek adalah properti fundamental dari objek; ukuran numerik dari inersianya; ukuran mendasar dari jumlah materi dalam objek. Definisi massa sering kali tampak melingkar karena merupakan besaran fundamental yang sulit untuk didefinisikan dalam istilah lain. Semua besaran mekanik dapat didefinisikan dalam bentuk massa, panjang, dan waktu. Simbol biasa untuk massa adalah m dan satuan SI-nya adalah kilogram. Sementara massa biasanya dianggap sebagai sifat benda yang tidak berubah, pada kecepatan yang mendekati kecepatan cahaya, seseorang harus mempertimbangkan peningkatan massa relativistik.

Berat suatu benda adalah gaya gravitasi pada benda dan dapat didefinisikan sebagai massa dikalikan percepatan gravitasi, $w = mg$. Karena berat adalah gaya, maka satuan SI-nya adalah newton. Massa jenis adalah massa/volume.

2. Berat

Berat suatu benda didefinisikan sebagai kekuatan dari gravitasi pada objek dan dapat dihitung sebagai massa kali percepatan gravitasi, $w = mg$. Karena berat adalah gaya, maka satuan SI-nya adalah newton. Untuk sebuah benda yang jatuh bebas, sehingga gravitasi adalah satu-satunya gaya yang bekerja padanya, maka persamaan berat mengikuti hukum kedua Newton.

Nilai g memungkinkan dapat digunakan untuk menentukan gaya gravitasi bersih jika berada di jatuh bebas, dan bahwa gaya gravitasi bersih adalah berat. Pendekatan lain adalah menganggap " g " sebagai ukuran intensitas medan gravitasi dalam Newton/kg di suatu lokasi. Anda dapat melihat berat sebagai ukuran massa dalam kg kali intensitas medan gravitasi, 9,8 Newton/kg dalam kondisi standar.

Data dapat dimasukkan ke salah satu kotak di bawah ini. Kemudian klik di luar kotak untuk memperbarui jumlah lainnya.

$$W = mg$$

Di permukaan bumi, dimana $g = 9,8 \text{ m/s}^2$:

Kesimpulan

- Massa adalah ukuran seberapa banyak materi yang dikandung sesuatu
- Berat adalah ukuran seberapa kuat gravitasi menarik
- Berat Semu adalah ukuran gaya ke bawah
- Gaya diukur dalam Newton, bukan kilogram
- Ketika timbangan menunjukkan "kg" itu hanya perkiraan massa di atasnya

E. Mol dan Berat Mol

Mol adalah salah satu konsep yang lebih penting dalam kimia. Dalam istilah teknis mol terdiri dari $6,022 \times 10^{23}$ molekul suatu zat. Dalam istilah yang lebih praktis, mol adalah jumlah molekul yang diperlukan untuk memiliki jumlah zat dalam gram yang sama dengan berat molekul zat dalam satuan massa atom, atau sma. Oleh karena itu, jika berat molekul suatu zat menyatakan jumlah gram yang diperlukan untuk 1 mol, maka jumlah mol yang diwakili oleh sejumlah zat tertentu akan sama dengan gram zat itu dibagi dengan berat

Misalnya, massa 1 mol magnesium (massa atom = 24,305 sma) adalah 24,305 g. Karena massa atom magnesium (24,305 sma) sedikit lebih dari dua kali massa atom karbon-12 (12 sma), massa 1 mol atom magnesium (24,305 g) sedikit lebih dari dua kali massa 1 mol karbon-12 (12 gram). Demikian pula, massa 1 mol helium (massa atom = 4,002602 sma) adalah 4,002602 g, yaitu sekitar sepertiga dari 1 mol karbon-12. Dengan menggunakan konsep mol, 1 mol senyawa dibentuk dengan menggabungkan unsur-unsur dalam jumlah yang rasio molnya adalah bilangan bulat kecil. Misalnya, 1 mol air (H_2O) memiliki 2 mol atom hidrogen dan 1 mol atom oksigen.

Mol adalah dasar kimia kuantitatif. Ini cara untuk mengkonversi dengan mudah antara massa suatu zat dan jumlah atom individu, molekul, atau unit formula zat itu. Sebaliknya, ini memungkinkan ahli kimia untuk menghitung massa zat yang dibutuhkan untuk mendapatkan jumlah atom, molekul, atau unit rumus yang diinginkan.

F. Masa Molar

Massa molar didefinisikan sebagai massa dalam gram 1 mol zat itu. Satu mol karbon-12 murni secara isotop memiliki massa 12 g. Untuk suatu unsur, massa molar adalah massa 1 mol atom dari unsur tersebut; untuk senyawa molekul kovalen, itu adalah massa 1 mol molekul senyawa itu; untuk senyawa ionik, itu adalah massa 1 mol unit rumus. Artinya, massa molar suatu zat adalah massa (dalam gram per mol) dari $6,022 \times 10^{23}$ atom, molekul, atau unit rumus zat itu. Dalam setiap kasus, jumlah gram dalam 1 mol sama dengan jumlah satuan massa atom yang menggambarkan massa atom, massa molekul, atau massa rumus.

Perhatikan Polanya, Massa molar zat apa pun adalah massa atom, massa molekul, atau massa rumusnya dalam gram per mol.

Tabel periodik mencantumkan massa atom karbon sebagai 12,011 sma; massa molar rata-rata karbon massa $6,022 \times 10^{23}$ atom karbon oleh karena itu 12,011 g/mol:

Substansi (rumus)	Massa Atom, Molekul, atau Rumus (sma)	Massa Molar (g/mol)
karbon (C)	12,011 (massa atom)	12,011
etanol (C ₂ H ₅ OH)	46,069 (massa molekul)	46,069
kalsium fosfat [(Ca ₃ (PO ₄) ₂)]	310,177 (massa rumus)	310,177

Massa molar karbon alami berbeda dari karbon-12 dan bukan bilangan bulat karena karbon terjadi sebagai campuran karbon-12, karbon-13, dan karbon-14. Satu mol karbon masih memiliki $6,022 \times 10^{23}$ atom karbon, tetapi 98,89% dari atom tersebut adalah karbon-12, 1,11% adalah karbon-13, dan jejak (sekitar 1 atom dalam 10¹²) adalah karbon-14. Demikian pula, massa molar uranium adalah 238,03 g/mol, dan massa molar yodium adalah 126,90 g/mol. Ketika kita berurusan dengan unsur-unsur seperti yodium dan belerang, yang masing-masing terjadi sebagai molekul diatomik (I₂) dan molekul poliatomik (S₈), massa molar biasanya mengacu pada massa 1 mol atom unsur, dalam hal ini I dan S, bukan massa 1 mol molekul unsur (I₂ dan S₈). Massa molar etanol adalah massa etanol (C₂ H₅OH) yang mengandung $6,022 \times 10^{23}$ molekul etanol. Seperti

yang Anda hitung dalam Contoh 1, massa molekul etanol adalah 46,069 sma. Karena 1 mol etanol mengandung 2 mol atom karbon ($2 \times 12,011 \text{ g}$), 6 mol atom hidrogen ($6 \times 1,0079 \text{ g}$), dan 1 mol atom oksigen ($1 \times 15,9994 \text{ g}$), massa molarnya adalah $46,069 \text{ g/mol}$.

Demikian pula, rumus massa kalsium fosfat [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$] adalah 310,177 sma, jadi massa molarnya adalah $310,177 \text{ g/mol}$. Ini adalah massa kalsium fosfat yang mengandung $6,022 \times 10^{23}$ unit rumus.

Mol adalah dasar kimia kuantitatif. Ini menyediakan ahli kimia dengan cara untuk mengkonversi dengan mudah antara massa suatu zat dan jumlah atom individu, molekul, atau unit formula zat itu. Sebaliknya, ini memungkinkan ahli kimia untuk menghitung massa zat yang dibutuhkan untuk mendapatkan jumlah atom, molekul, atau unit rumus yang diinginkan. Misalnya, untuk mengubah mol suatu zat menjadi massa, kita menggunakan hubungan

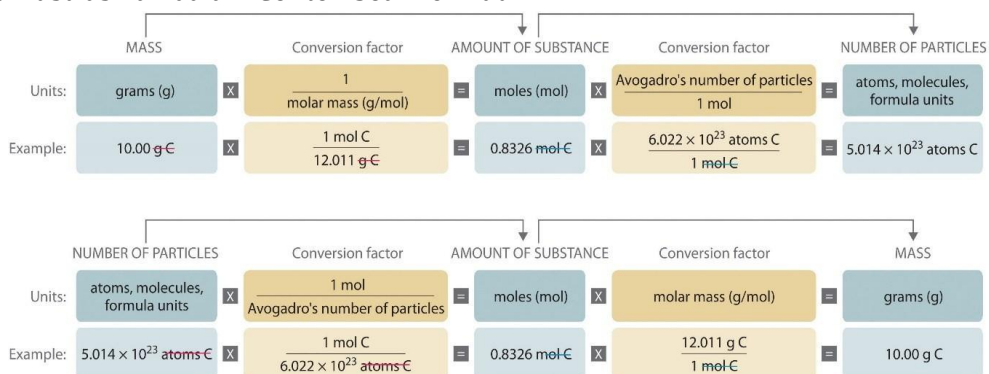
$$[\text{mole}] [\text{massa molar}] \rightarrow [\text{massa}]$$

Atau lebih spesifik.

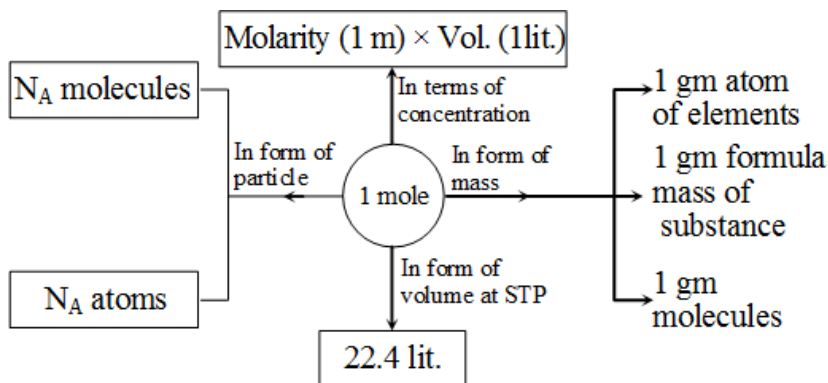
$$\begin{aligned} \text{mole} \left(\frac{\text{gram}}{\text{mole}} \right) &= \text{gram} \\ \left(\frac{\text{massa}}{\text{massa molar}} \right) &\rightarrow \text{mole} \\ \left(\frac{\text{gram}}{\text{gram/mole}} \right) &= \text{gram} \left(\frac{\text{mole}}{\text{gram}} \right) = \text{mole} \end{aligned}$$

Dalam menghitung, pastikan satuan yang digunakan saat mengkonversi massa dan mole

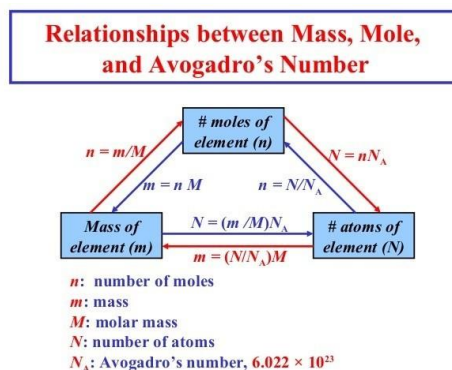
Gambar 1. adalah diagram alir untuk mengkonversi antara massa; jumlah mol; dan jumlah atom, molekul, atau unit rumus. Penggunaan konversi ini diilustrasikan dalam Contoh Soal Berikut.



Gambar 1.1 Diagram Alir untuk Konversi antara Massa; Jumlah mol ; dan Jumlah Atom, Molekul, atau Satuan Rumus (<https://status.libretexts.org>)



Gambar. 1.2. Hubungan antara mol, Jumlah Partikel dan massa
 Hubungan antara mol, jumlah partikel dan massa dan interkonversi dari satu ke yang lain.



Gambar. 1.3. Hubungan antara massa, mol dan bilangan Avogadro
Molaritas (M) : Mol zat terlarut adalah satu liter larutan yang dikenal sebagai molaritas .
 $M = \frac{\text{number of moles of solute}}{\text{Volume of solution in litre}}$

Contoh Soal. 1.1

Hitung massa molekul etanol, yang rumus strukturnya adalah $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.
 Di antara banyak kegunaannya, etanol adalah bahan bakar untuk mesin pembakaran.

Diberikan: molekul $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Ditanya: massa molekul

Strategi:

- Tentukan jumlah atom setiap unsur dalam molekul.
- Dapatkan massa atom setiap unsur dari tabel periodik dan kalikan massa atom setiap unsur dengan jumlah atom unsur tersebut.
- Jumlahkan massa untuk menghasilkan massa molekul.

Penyelesaian:

- a. Rumus molekul etanol dapat ditulis dalam tiga cara yang berbeda: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (yang menggambarkan adanya gugus etil, CH_3CH_2 , dan gugus OH), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, dan $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$; semua menunjukkan bahwa etanol memiliki dua atom karbon, enam atom hidrogen, dan satu atom oksigen.

- b. Mengambil massa atom dari tabel periodik.

Dari table periodik diperoleh :

$$2 \times \text{massa atom karbon} = 2 \text{ atom} \left(\frac{12,011 \text{ amu}}{\text{atom}} \right) = 24,022 \text{ amu}$$

$$6 \times \text{massa atom Hidrogen} = 6 \text{ atom} \left(\frac{1,0079 \text{ amu}}{\text{atom}} \right) = 6,0474 \text{ amu}$$

$$1 \times \text{massa atom Oksigen} = 1 \text{ atom} \left(\frac{15,9994 \text{ amu}}{\text{atom}} \right) = 15,9994 \text{ amu}$$

- c. Menjumlahkan massa menghasilkan massa molekul:

$$\begin{aligned} \text{Masa Molekul Enanol} &= 24.022 \text{ sma} + 6.0474 \text{ sma} + 15.9994 \text{ sma} \\ &= 46.069 \text{ sma}. \end{aligned}$$

Atau, bisa menggunakan konversi satuan untuk mencapai hasil dalam satu langkah, seperti yang dijelaskan berikut ini.

$$\begin{aligned} &\left[2 \text{ atom C} \left(\frac{12,011 \text{ amu}}{1 \text{ atom C}} \right) \right] + \left[6 \text{ atom H} \left(\frac{1,0079 \text{ amu}}{1 \text{ atom H}} \right) \right] \\ &\quad + \left[1 \text{ atom O} \left(\frac{15,999 \text{ amu}}{1 \text{ atom O}} \right) \right] \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama juga dapat dilakukan dalam format tabel, yang sangat membantu untuk molekul yang lebih kompleks:

2C	$(2 \text{ atom})(12,011 \text{ sma/atom}) = 24,022 \text{ sma}$
6H	$(6 \text{ atom})(1.0079 \text{ sma/atom}) = 6.0474 \text{ sma}$
1O	$(1 \text{ atom})(15,9994 \text{ sma/atom}) = 15,9994 \text{ sma}$
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	massa molekul etanol = 46,069 sma

Contoh Soal 1.2

Berapa massa molar etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)?

Penyelesaian:

Langkah 1:

Cari massa atom relatif atom dari tabel periodik.

Massa atom relatif (dibulatkan ke bilangan bulat terdekat):

H = 1, C = 12, O = 16

Langkah 2:

Hitung massa rumus relatif.

Etanol (C_2H_5OH) mengandung dua atom karbon, enam atom hidrogen dan satu atom oksigen.

Massa rumus relatif = $(2 \times 12) + (6 \times 1) + 16 = 46$

Langkah 3:

Nyatakan massa rumus relatif dalam gram per mol. Massa molar etanol adalah 46 g/mol

Apa Hubungan antara mole dan Bilangan Avogadro

Prof. Steve Boon menunjukkan bagaimana hipotesis Avogadro dapat digunakan untuk mengukur massa molekul He, N_2 dan CO_2 . Ikuti dan catat pengukurannya untuk mendapatkan massa relatif. Ketika kita mempertimbangkan perilaku gas dapat menggunakan data untuk menghitung berat molekul masing-masing gas. Metode ini, sampai penemuan spektrometer massa, merupakan cara terbaik untuk mengukur berat molekul molekul gas. Hal ini diwakili oleh n . Satu mol mewakili $6,022 \times 10^{23}$ partikel.

Contoh Soal 1.3

Sejumlah 35,00 g etilen glikol [$HOCH_2CH_2OH$], yang digunakan dalam tinta untuk pulpen, hitung:

- Jumlah mol.
- Jumlah molekul.

Diketahui: massa dan rumus molekul

Ditanya: jumlah mol dan jumlah molekul

Strategi:

- Gunakan rumus molekul senyawa untuk menghitung massa molekulnya dalam gram per mol.
- Konversi dari massa ke mol dengan membagi massa yang diberikan dengan massa molar senyawa.
- Konversi dari mol menjadi molekul dengan mengalikan jumlah mol dengan bilangan Avogadro.

Larutan:

- Massa molekul etilen glikol dapat dihitung dari rumus molekulnya menggunakan metode yang diilustrasikan pada Contoh 1:

2C	$(2 \text{ atom})(12,011 \text{ sma/atom}) = 24,022 \text{ sma}$
6H	$(6 \text{ atom})(1,0079 \text{ sma/atom}) = 6,0474 \text{ sma}$

2O	(2 atom)(15,9994 sma/atom) = 31,9988 sma
C ₂ H ₆ O	massa molekul etanol = 62,068 sma

Massa molar etilen glikol adalah 62,068 g/mol

- b. Jumlah mol etilen glikol yang ada dalam 35,00 g dapat dihitung dengan membagi massa (dalam gram) dengan massa molar (dalam gram per mol):

$$350 \text{ gr etilen glikol} \left(\frac{1 \text{ mole etilen glikol}}{62,068 \text{ gr etilen glikol}} \right) = 0,5639 \text{ mole etilen glikol}$$

Dalam hal ini, massa yang diberikan (35,00 g) lebih kecil dari massa molar, jadi jawabannya harus kurang dari 1 mol. Jawaban yang dihitung (0,5639 mol) memang kurang dari 1 mol, jadi kita mungkin tidak membuat kesalahan besar dalam perhitungan.

- c. Untuk menghitung jumlah molekul dalam sampel, kita mengalikan jumlah mol dengan bilangan Avogadro:

$$\text{Molekul etilen glikol} = 0,5639 \text{ mol} \left(\frac{6,022 \times 10^{23} \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \right) = 3,396 \times 10^{23} \text{ mol}$$

G. Konsep Mol

Konsep mol memungkinkan kita untuk menghitung jumlah atom dan molekul tertentu dengan menimbang jumlah unsur dan senyawa yang dapat diukur. Untuk mendapatkan 1 mol atom karbon-12, kita akan menimbang 12 g karbon-12 murni secara isotop. Karena setiap unsur memiliki massa atom yang berbeda, maka satu mol setiap unsur memiliki massa yang berbeda, meskipun mengandung jumlah atom yang sama ($6,022 \times 10^{23}$). Ini analog dengan fakta bahwa selusin telur ekstra besar memiliki berat lebih dari selusin telur kecil, atau bahwa berat total 50 manusia dewasa lebih besar daripada berat total 50 anak-anak. Karena cara mol didefinisikan, untuk setiap unsur jumlah gram dalam mol sama dengan jumlah satuan massa atom dalam massa atom unsur. Misalnya, massa 1 mol magnesium (massa atom = 24,305 sma) adalah 24,305 g. Karena massa atom magnesium (24,305 sma) sedikit lebih dari dua kali massa atom karbon-12 (12 sma), massa 1 mol atom magnesium (24,305 g) sedikit lebih dari dua kali massa 1 mol karbon-12 (12 gram). Demikian pula, massa 1 mol helium (massa atom = 4,002602 sma) adalah 4,002602 g, yaitu sekitar sepertiga dari 1 mol karbon-12. Dengan menggunakan konsep mol, 1 mol senyawa dibentuk dengan menggabungkan unsur-unsur dalam jumlah yang rasio molnya adalah bilangan bulat kecil. Misalnya, 1 mol air (H₂O) memiliki 2 mol atom hidrogen dan 1 mol atom oksigen.

Contoh Soal. 1.4

Berapa banyak molekul yang terdapat dalam 14 gr CO. Jika diketahui $M_r \text{ CO} = 28$

Jawab:

$$\begin{aligned}\frac{m}{M_r} &= \frac{N}{6,02 \times 10^{23}} \\ N &= \frac{m}{M_r} \times 6,02 \times 10^{23} \\ N &= \frac{14}{28} \times 6,02 \times 10^{23} \\ N &= 3,01 \times 10^{23}\end{aligned}$$

Contoh Soal. 1.5

Volume 3,5 gr gas X pada STP = 2,8 liter, Tentukanlah M_r gas tersebut

Jawab:

$$\begin{aligned}2,8 \text{ liter X} &= \frac{28}{22,4} \text{ mol} = 0,125 \text{ mol} \\ N &= \frac{m}{M_r} \\ 0,125 &= \frac{m}{M_r} \\ M_r &= \frac{m}{0,125} = \frac{3,5}{0,125} \\ M_r &= 28\end{aligned}$$

Contoh soal 1. 6

Berapa volume dari 23 g gas NO_2 yang diukur pada tekanan 1 atm dan suhu 27°C ? (Ar N = 14 g/mol, O = 16 g/mol)

Jawab:

Pertama kita gunakan terlebih dahulu rumus mol yang berhubungan dengan massa zat, untuk mengetahui nilai mol gas NO_2

$$\begin{aligned}n\text{NO}_2 &= \frac{\text{massa NO}_2}{M_r\text{NO}_2} \\ n\text{NO}_2 &= \frac{23\text{g}}{14 + (2 \times 16)\text{g/mol}} \\ n\text{NO}_2 &= 0,5 \text{ mol}\end{aligned}$$

Selanjutnya kita gunakan persamaan avogadro dalam keadaan tidak standar

$$\begin{aligned}V &= \frac{nRT}{P} \\ V &= \frac{(0,5\text{mol}) \times (0,082\text{L.atm/mol.K}) \times (273 + 27\text{K})}{1\text{atm}} = 1,23\text{L}\end{aligned}$$

Jadi, volume 23 g gas NO_2 pada tekanan 1 atm dan suhu 27°C adalah 1,23 L

Contoh soal 1.7

Jika diketahui dalam keadaan STP volume dari 4,25 g gas sebesar 2,8 L. Maka berapa massa molekul relatif gas tersebut?

Jawab

Seperti soal sebelumnya, kita gunakan terlebih dahulu rumus mol namun terhadap volume gas STP

$$n = \frac{V}{22,4} = \frac{2,8L}{22,4} = 0,125mol$$

Selanjutnya kita bisa masukan ke dalam persamaan

Massa senyawa = Mr x Jumlah mol

$$4,25 g = Mr \times 0,125 mol$$

$$Mr = 34$$

Jadi, diketahui Mr dari 4,25 g gas dengan volume 2,8 L sebesar 34

Contoh Soal 1.8

Suatu larutan urea ($Co(NH_2)_2$) berukuran 0,25 liter dilarutkan dalam air sebanyak 3 gram. Massa molekul relatifnya sebesar 60 gram/mol. Hitunglah molaritas dari zat tersebut!

Pembahasan

Diketahui: gram = 3 g; Mr = 60 gram/mol; V = 0,25 liter.

Ditanya: M

Jawab:

Pertama, kita cari dulu nilai mol dari urea.

$$n = \frac{gram}{Mr} = \frac{3}{60} = 0,05 mol$$

Setelah diketahui molnya, kita bisa mencari molaritas larutan urea.

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,05}{0,25} = 0,2 Molar.$$

Jadi, molaritas dari larutan urea adalah 0,2 Molar atau 0,2 mol/liter.

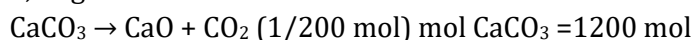
Contoh Soal 1.9

Pada pemanasan sampel $CaCO_3$, volume CO_2 yang terbentuk pada NTP adalah 112 cc. Hitung

- Berat CO_2 yang dihasilkan
- Berat $CaCO_3$ diambil
- Berat CaO tersisa

Solusi:

- Mole dari CO_2 yang dihasilkan $11222400=1200$ mol massa $CO_2 = 1200 \times 44 = 0,22$ gm



$$\text{massa } CaCO_3 = 1200 \times 100 = 0,5 \text{ gm}$$

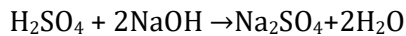
- b. mol CaO yang dihasilkan = 1200 massa mol CaO = $1200 \times 56 = 0.28$ gram
 Menariknya kita bisa menerapkan Percakapan massa atau berat. dari CaO
 = berat CaCO_3 yang diambil – berat. dari CO_2 yang dihasilkan
 = $0,5 - 0,22 = 0,28$ gm

Contoh Soal 1.10

Hitung massa Na_2SO_4 yang diperoleh jika 100 ml 0,2 M H_2SO_4 dinetralkan seluruhnya oleh NaOH.

Solusi:

Mol H_2SO_4 yang diambil = Molaritas $\times$ Vol. (menyala) = $100 \times 1000 \times 0.2 = 0,02$



(0,02 mol) (0,02 mol) Mol Na_2SO_4 yang diperoleh

= 0,02 massa Na_2SO_4

= $0,02 \times 142 = 2,84$ gm

H. Rapat massa

Rapat massa adalah besarnya massa benda yang terkandung dalam setiap volume benda. Dapat dirumuskan dengan :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dengan ketentuan :

ρ = massa jenis zat cair (g/cm^3 atau kg/m^3)

m = massa benda (g atau kg)

V = Volume suatu benda (cm^3 atau m^3)

Keterangan : 1 mL = 1 cm^3

Pembahasan :

Rapat massa ini memiliki istilah lain yang lebih dikenal dengan massa jenis. Massa jenis ini merupakan besaran turunan dari dua jenis besaran yang berbeda, yaitu besaran pokok massa dan terdiri dari hasil kali tiga besaran pokok panjang.

Rapat massa yaitu suatu besaran turunan dalam fisika yang secara umum semakin dikenal massa jenis. Penggunaan istilah rapat massa dapat semakin umum dengan melihatnya sebagai masalah satu, dua atau tiga dimensi. Pada kasus yang terakhir ini semakin dikenal karena sifatnya yang semakin nyata.

1. Kerapatan Campuran Cairan

Untuk berbagai kasus tertentu, menghitung kerapatan campuran cairan dari kerapatan komponen, sama dengancara menghitung berat molekul rata-rata. Namun kali ini, akan terlihat perbedaan penting dalam asumsi yang harus dibuat. Perhatikan bila ada dua persamaan berbeda yang dapat dihasilkan, hal ini sangat tergantung asumsi yang dibuat.

Persamaan Pertama

Menurut definisi, kecepatan suatu komponen i adalah: $\rho_i = \frac{m_i}{V_i}$

Definisi yang sesuai untuk penyelesaiannya adalah $\rho = \frac{m \text{ sln}}{V \text{ sln}}$

Mengikuti penurunan serupa di atas untuk berat molekul rata-rata:

$$\frac{m \text{ sln}}{V \text{ sln}} = \frac{\Sigma m_i}{V_n} = \Sigma \frac{m_i}{V_n} = \Sigma \frac{m_i}{V_n} * \frac{V_i}{V_n} = \Sigma \left(\rho_i * \frac{V_i}{V_n} \right)$$

Sekarang, buat asumsi bahwa volume larutan sebanding dengan massa. Hal ini berlaku untuk semua zat murni (konstanta proporsionalitas adalah massa jenis), tetapi selanjutnya diasumsikan bahwa konstanta proporsionalitas adalah sama untuk k murni dan larutan. Oleh karena itu persamaan ini berguna untuk dua zat dengan kerapatan murni yang serupa. Jika benar maka:

$$\frac{V_i}{V} = \frac{M_i}{m_n} = x_i$$

Jadi $\rho_n = \Sigma(x_i * \rho_i)_n$ dimana x_i adalah fraksi massa (bukan fraksi mol) komponen i dalam campuran

Persamaan kedua

Persamaan ini lebih mudah diturunkan jika di asumsikan persamaan tersebut akan memiliki bentuk yang mirip dengan massa molar rata-rata. Karena massa jenis diberikan dalam bentuk massa, maka akan baik untuk memulai dengan menggunakan definisi fraksi massa: $x_i = \frac{m_i}{m_n}$

Untuk mendapatkan persamaan ini hanya dalam bentuk penyelesaian proferti (dan bukan properti komponen), dalam hal ini perlu menghilangkan m_i . Kita melakukan hal ini terlebih dahulu dengan membaginya dengan kerapatan (ρ):

$$\frac{x_i}{\rho_i} = \frac{m_i}{m_n} * \frac{V_i}{m_i} = \frac{V_i}{m_n}$$

Sekarang bila menjumlahkan semuanya, akan didapat:

$$\Sigma \left(\frac{x_i}{\rho_i} \right) = \frac{\Sigma V_i}{m_n}$$

Sekarang, kita harus membuat asumsi, dan ini berbeda dari kasus pertama. Kali ini kita berasumsi bahwa Volume adalah aditif. Ini benar dalam dua kasus.

- a. Dalam solusi yang ideal. Ide solusi ideal akan dijelaskan lebih lanjut nanti, tetapi untuk saat ini kita harus mengetahui penyelesaian ideal itu.
- Cendrung melibatkan senyawa yang serupa satu sama lain dalam larutan, atau bila satu komponen sangat encer sehingga tidak banyak mempengaruhi sifat larutan.
- Sertakan campuran Gas ideal pada suhu dan tekanan konstan.

- b. Dalam campuran tidak bereaksi sepenuhnya tidak tercampur. Dengan kata lain, jika kedua zat tidak bercampur sama sekali (seperti minyak dan air, atau jika kita melempar batu ke genangan air), volume total tidak akan berubah saat kita mencampurnya. Total volume dalam hal ini adalah jumlah volume masing-masing komponen.

Jika Penyelesaiannya ideal, maka dapat ditulis: $\frac{\sum V_i}{m_n} = \frac{V_n}{m_n} = \frac{1}{\rho_n}$

Oleh karena itu, untuk solusi yang ideal, $\frac{1}{\rho_n} = \sum \left(\frac{x_i}{\rho_i} \right)_n$ Dimana x_i adalah fraksi massa komponen i dalam campuran.

Perhatikan bahwa, ini sangat berbeda dari persamaan sebelumnya. Persamaan ini lebih akurat untuk kebanyakan kasus.

2. *Specific Gravity (SG)*

Specific Gravity (SG) merupakan perbandingan densitas suatu fluida terhadap fluida standar (*reference*). Di dalam proses pengolahan migas, istilah ini banyak dijumpai terutama berkaitan dengan analisis karakteristik atau spesifikasi feed dan produk. SG suatu fluida dinyatakan dalam angka dengan 4 digit di belakang koma dan tidak bersatuan.

Atau kita juga dapat menggunakan definisi lain dari *specific gravity* yaitu perbandingan antara densitas materi dengan densitas air pada suhu 4 0C. Dipergunakannya air pada suhu 4 derajat Celcius disebabkan pada temperatur tersebut air memiliki densitas paling besar yaitu 1000 Kg/m³.

$$SG = \frac{\text{densitas zat}}{\text{densitas zat standar}}$$

Fluida standar untuk zat cair adalah air dengan densitas 1 g/cm³ atau 1000 kg/m³ (densitas terbesar pada suhu 3,98 °C). Sedangkan untuk gas, fluida standarnya adalah udara dengan berat molekul 28,964 g/mol.

Penentuan *Specific gravity* / berat jenis minyak (*crude oil*) dilakukan dengan alat *hydrometer*, dimana penunjuk *specific gravity* dapat dibaca langsung pada alat. Untuk temperatur yang lebih dari 60 °F, perlu dilakukan koreksi dengan menggunakan chart yang ada. Kualitas dari minyak (minyak berat maupun minyak ringan) ditentukan salah satunya oleh *specific gravity*. Temperatur minyak mentah juga dapat mempengaruhi viskositas atau kekentalan minyak tersebut. Hal ini yang dijadikan dasar perlunya diadakan koreksi terhadap temperatur standart 60°F.

Sedangkan untuk menentukan *Specific Gravity* gas, alat yang digunakan adalah *effusiometer*, dengan memasukkan gas kedalam alat tersebut dan menghitung waktunya saat menekan air keluar dalam alat tersebut setelah sampai batas yang ditentukan, gas dihentikan sedangkan perhitungan waktunya juga dilakukan untuk kembalinya air didalam alat tersebut.

SG zat cair diukur dengan hygrometer. Pada pengukurannya, selain menggunakan hygrometer, juga digunakan termometer untuk mengetahui temperatur fluida saat diukur. Hal ini sangat penting karna SG berubah seiring perubahan temperatur.

Sebagaimana yang tercantum dalam rumus SG di atas, bahwa SG merupakan perbandingan densitas zat terhadap densitas zat standar. Densitas merupakan perbandingan massa zat dengan volume zat. Volume zat sangat dipengaruhi oleh suhu. Kenaikan suhu akan mengakibatkan pemuaian zat sehingga volumenya bertambah. Dengan demikian densitas zat yang sama pada temperatur yang lebih tinggi akan lebih rendah. Oleh karenanya besarnya SG zat tersebut pun berubah.

Specific Gravity (SG) dari minyak bumi adalah perbandingan antara berat yang diberikan oleh minyak bumi tersebut pada volume tertentu dengan berat air suling pada volume tertentu, dengan berat air suling pada volume yang sama dan diukur pada temperatur 60°F atau perbandingan anatara berat jenis minyak pada tempratur standar dengan berat jenis air

Tabel 1.4: Komponen, API dan SG

Komponen	°API	SG
Minyak ringan	>20	< 0.934
Minyak Berat	10-20	0.934 – 1
Tar	<10	>1

3. Skala API

Di Indoneisa biasanya berat jenis dinyatakan dalam fraksi, misalnya 0.5 : 0.1 untuk minyak bumi suhu yang digunakan adalah 15°C atau 60°F. Dalam dunia perdagangan terutama yang dikuasai oleh perusahaan Amerika, Gravitasi jenis atau lebih sering disingkat dengan SG ini dinyatakan dalam API gravity dan juga API (American Petroleum Institute) yang sangat mirip dengan Baume gravity.

Baume gravity adalah suatu besaran yang merupakan fungsi dari berat jenis yang dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$^{\circ}API = \frac{141.5}{SG} - 131.5$$

$$SG = \frac{141.5}{131.5 + API}$$

API Gravity minyak bumi sering menunjukkan kualitas dari minyak bumi tersebut. Makin kecil SG-nya atau makin tinggi API-nya maka minyak bumi tersebut makin berharga karena lebih banyak mengandung bensin. Sebaliknya makin rendah API atau makin besar SG-nya, maka mutu minyak itu kurang baik karena lebih banyak mengandung lilin. Namun dari minyak berat pun dapat dibuat fraksi bensin banyak dengan system cracking dalam penyulingan.