Pemanfaatan Matriks dalam Penyeimbangan Persamaan Reaksi Kimia

Chalvin 13514032[1]

Program Studi Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

[1]*13514032@std.stei.itb.ac.id*

***Abstract*—Penyetaraan ata penyeimbangan reaki kimia dilakukan agar persamaan kimia kita mengikuti hukum kekekalan massa. Matriks adalah sekumpulan angka yang disusun segi empat dan disusun atas baris dan kolom. Kita dapat menyelesaikan sistem persamaan linear dengan memanfaatkan matriks dan operasi baris elementer.**

***Keywords*—Penyetaraan, OBE, Matriks**

I. PENGANTAR

Dalam kehidupan kita, kita selalu dihadapkan dengan berbagai macam masalah. Mulai dari masalah kecil seperti menghitung uang kembalian, sampai menghitung perpindahan kalor dalam termodinamka. Walaupun kita sering bingung cara untuk menyelesaikan suatu masalah, ternyata dalam banyak kasus, cara paling sederhana untuk menyelesaikan masalah adalah memodelkan masalah itu menjadi sesuatu yag sudah kita tau cara penyelesaiannya. Penyeimbangan persamaan reaksi kimia misalnya. Kita bisa saja mencoba menebak-nebak koefisien yang cocok dengan persamaan reaksi kimia kita. Dan cara ini masih ampuh untuk persamaan yang memiliki sedikit atom. Namun, semakin kompleks persamaannya, semakin susah untuk menebak koefisien persamaan tersebut. Sehingga kita membutuhka sesuatu yang lain, seperti matriks.

II. DASAR TEORI

1. <u>Matriks</u>

a. Definisi

Matriks adalah kumpulan bilangan, simbol, atau ekspresi berbentuk persegi empat yang disusun atas baris dan kolom. Notasi matriks dapat dilihat pada gambar dibawah :

$$A = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} & a_{1,4} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} & a_{2,4} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} & a_{3,4} \\ a_{4,1} & a_{4,2} & a_{4,3} & a_{4,4} \end{bmatrix}$$

Gambar 2.1 Notasi Matriks

Dimana $a_{i,,j}$ merupakan unsur, entri, anggota atau elemen dari matriks yang terletak pada baris ke-i dan kolom ke-j. Orde suatu matriks adalah hasil perkalian jumlah baris dan jumlah kolom matriks tersebut. Pada gambar 2.1 misalnya, orde matriksnya adalah 4 x 4 = 16. Suatu matriks *A* dan *B* dikatakan sama apabila *A* dan *B* berukuran sama dan untuk setiap i dan j, $A_{i,j} = B_{i,j}$.

b. Jenis Matriks

i. Matriks bujur sangkar

Matriks bujur sangkar adalah matriks yang jumlah baris dan jumlah kolomnya sama.

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 0 \\ 3 & 4 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Gambar 2.2 Matriks Bujur Sangkar

ii. Matriks Diagonal

Matriks diagonal adalah matriks yang elemennya adalah 0 kecuali elemen diagonalnya (yaitu Ai,i).

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Gambar 2.3 Matriks Diagonal

iii. Matriks Segitiga Atas

Matriks segitiga atas adalah matriks yang semua unsur dibawah diagonal utama bernilai 0.

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 5 \\ 0 & 4 & 3 & 5 \\ 0 & 0 & 2 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Gambar 2.4 Matriks Segitiga Atas

iv. Matriks Segitiga Bawah

Matriks segitiga bawah adalah matriks yang semua unsur diatas diagonal utama bernilai 0.

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 0 & 0 \\ 2 & 3 & 2 & 0 \\ 3 & 5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Gambar 2.5 Matrik Segitiga Bawah

v. Matriks Identitas

Matriks identitas adalah matriks yang unsur diagonal utamanya bernilai 1 dan sisanya 0.

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Gambar 2.6 Matriks Identitas

vi. Matriks Tranpos

Matriks transpos diperoleh dengan mengubah baris matriks pada suatu matriks A menjadi kolom pada baris matriks transposnya (A^t).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 5 \\ 2 & 4 \end{bmatrix} \; maka \; A^t = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 2 & 5 & 4 \end{bmatrix}$$

Gambar 2.7 Tranpos Matriks

c. Operasi Matriks

i. Penjumlahan Matriks

Dua buah matriks A dan B dapat dijumlahkan bila ukuran kedua matriks tersebut sama. Pemjumlahan dua matriks akan menghasilkan matriks yang baru C yang berukuan sama dengan matriks A dan B dengan setiap C*i,j* merupakan hasil penjumlahan A*i,j* dan B*i,j*.

$$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e & f \\ g & h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+e & b+f \\ c+g & d+h \end{bmatrix}$$

Gambar 2.8 Penjumlahan Matriks

ii. Perkalian Matriks dengan Skalar

Suatu matriks dapat dikalikan dengan skalar yang mana menghasilkan matriks baru yang berukuran sama dengan matriks sebelumnya dengan setiap elemen pada baris barunya merupakan elemen pada matriks lama yang dikalikan denan skalar tersebut.

$$S \; x \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Sa & Sb \\ Sc & Sd \end{bmatrix}$$

Gambar 2.9 Perkalian Matriks dengan Skalar

iii. Perkalian Matriks dengan Matriks

Misalkan matriks A berukuran MxN dan matriks B berukuran PxQ, matriks A dan matriks B dapat dikali bila N sama dengan P dan menghasilkan matriks baru yang berukuran MxQ.

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} p & q \\ r & s \\ t & u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ap+br+ct & aq+bs+cu \\ dp+er+tf & dq+es+fu \end{bmatrix}$$

Gambar 2.10 Perkalian Matriks dengan Matriks

Perhatikan bahwa elemen pada baris ke-2 kolom pertama pada matriks hasil merupakan hasil penjumlahan dari hasil kali elemen pada baris ke-2 matriks pertama dengan elemen pada kolom ke-2 matriks kedua.

iv. Operasi Baris Elementer

Operasi baris elementer merupakan operasi aritmatika yang dikenakan pada setiap elemen pada pada suatu baris dalam sebuah matriks. Operasi baris elementer diantaranya

1. Pertukaran baris

$$\begin{bmatrix} p & q & r \\ s & t & u \\ v & w & x \end{bmatrix} = b3 \leftrightarrow b2 \begin{bmatrix} p & q & r \\ v & w & x \\ s & t & u \end{bmatrix}$$

Gambar 2.11 Pertukaran Baris

2. Perkalian suatu baris dengan sebuah konstanta tak nol

$$\begin{bmatrix} p & q & r \\ s & t & u \\ v & w & x \end{bmatrix} = 3b2 \sim \begin{bmatrix} p & q & r \\ 3s & 3t & 3u \\ v & w & x \end{bmatrix}$$

Gambar 2.12 Perkalian Baris dengan Konstanta tak Nol

3. Penjumlahan baris dengan kelipatan baris yang lain.

$$\begin{bmatrix} p & q & r \\ s & t & u \\ v & w & x \end{bmatrix} = b2 + b1 \sim \begin{bmatrix} p+s & q+t & r+u \\ s & t & u \\ v & w & x \end{bmatrix}$$

Gambar 2.13 Penjumlahan baris dengan baris lain

Ada beberapa terminologi dalam operasi baris elementer yang perlu diketahui, diantaranya

1. Unsur pertama tak nol

Unsur pertama tak nol adalah unsur pertama dalam suatu baris dimana unsur tersebut tidak sama dengan nol.

2. Satu Utama

Bila unsur pertama tak nol dari suatu baris bernilai 1, unsur tersebut kita sebut sebagai satu utama.

3. Baris Nol

Baris nol adalah baris yang semua unsurnya mempunyai nilai nol.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam operasi baris elementer :

1. Pada baris tak nol, unsur pertama tak nol adalah satu (yaitu satu utama)
2. Pada baris yang berturutan, satu utama pada baris yang lebih rendah terletak lebih kanan dibanding baris lebih tinggi.
3. Baris nol diletakan pada baris terbawah.
4. Pada kolom yang memiliki satu utama, unsur selain satu utama bernilai nol.

Bila butir 1 hingga 3 terpenuhi, matriks hasil operasi baris elementer tersebut kita sebut sebagai matriks eselon, dan bila butir 4 juga terpenuhi, matriks tersebut kia sebut sebagai matriks eselon tereduksi.

Contoh dari http://www.sosmath.com/matrix/elemop/elemop.html, perhaikan matriks berikut

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 3 \\ 2 & 4 & 0 & -8 \\ 1 & 2 & 1 & -1 \end{pmatrix}.$$

Pertama, kita tukarkan baris pertama dengan baris ketiga agar kita peroleh satu utama yang lebih kiri pada baris teratas.

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & -1 \\ 2 & 4 & 0 & -8 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{pmatrix}.$$

Lalu, kita ingin semua unsur dibawa satu utama bernilai 0, sehingga langkah selanjutnya adalah mengurangi baris kedua dengan kelipatan -2 dari baris pertama.

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & -2 & -6 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{pmatrix}.$$

Jika kita perhatikan matriks kita lagi, kita dapat mengeliminasi baris ketiga dengan menambahkannya dengan kelipatan ½ dari baris kedua, sehingga kita peroleh

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & -2 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Langkah terakhir adalah membuat semua baris tak nol memiliki satu utama. Hal ini dapat dicapai dengan mengalikan baris kedua dengan konstanta -1/2.

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Matriks ini sudah berbentuk matriks eselon.

v. Invers Matriks

Misalkan diberikan persamaan matriks *AX* = *C* dimana nilai dari matriks *A* dan matrik *C* telah diketahui dan Anda diminta untuk mencari nilai dari matriks *X*. Hal pertama yang mungkin terpikirkan oleh Anda adalah membagi matriks *C* dengan matriks *A* seperti pada operasi aljabar pada umumnya. Namun, matriks tidak mengnal operasi pembagian! Pada persamaan aljabar 2x = 10, selain membagi kedua ruas dengan 2, kita juga dapat mengetahui nilai dari x dengan mengalikan kedua ruas dengan invers dari 2, yaitu ½. Hal yang sama juga berlaku untuk persamaan matriks. Persamaan matriks *AX* = *C* dapat kita selesaikan dengan mengalikan kedua ruas dengan invers dari *A*, yaitu A^{-1}. Cara mencari invers matriks dijabarkan dibawah (sumber : http://www.purplemath.com/modules/mtrxinvr.htm)

Carilah invers dari matriks berikut

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1 & 4 & 3 \\ 1 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

Pertama, buatlah matriks berukuran sama dengan matriks yang ingin kita cari inversnya di sebelah kanan matriks tersebut. Pisahkan dengan garis putus-putus.

$$\left[\begin{array}{ccc:ccc} 1 & 3 & 3 & & & \\ 1 & 4 & 3 & & & \\ 1 & 3 & 4 & & & \end{array}\right]$$

Pada matriks sebelah kanan, tuliskan matriks identitas

$$\left[\begin{array}{ccc:ccc} 1 & 3 & 3 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 3 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 4 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right]$$

Lalu, menggunakan operasi baris elementer, ubah matriks sebelah kiri menjadi matriks identitas.

$$\left[\begin{array}{ccc:ccc} 1 & 3 & 3 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 3 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 4 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right] \begin{array}{c} \xrightarrow{-R_1+R_2} \\ \xrightarrow{-R_1+R_3} \end{array} \left[\begin{array}{ccc:ccc} 1 & 3 & 3 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 1 \end{array}\right]$$

$$\xrightarrow{-3R_2+R_1} \left[\begin{array}{ccc:ccc} 1 & 0 & 3 & 4 & -3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 1 \end{array}\right]$$

$$\xrightarrow{-3R_3+R_1} \left[\begin{array}{ccc:ccc} 1 & 0 & 0 & 7 & -3 & -3 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 1 \end{array}\right]$$

Setelah matriks sebelah kiri berhasil diubah menjadi matriks identitas, matriks sebelah kanan berisi invers dari matriksyang kita cari!

$$\begin{bmatrix} 7 & -3 & -3 \\ -1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Kita cek apakah matriks yang kita dapatkan merupakan inversnya. Kalikan matriks yang kita dapat dengan matriks yang ingin kita cari inversnya.

$$\begin{bmatrix} 7 & -3 & -3 \\ -1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1 & 4 & 3 \\ 1 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 7\cdot1-3\cdot1-3\cdot1 & 7\cdot3-3\cdot4-3\cdot3 & 7\cdot3-3\cdot3-3\cdot4 \\ -1\cdot1+1\cdot1+0\cdot1 & -1\cdot3+1\cdot4+0\cdot3 & -1\cdot3+1\cdot3+0\cdot4 \\ -1\cdot1+0\cdot1+1\cdot1 & -1\cdot3+0\cdot4+1\cdot3 & -1\cdot3+0\cdot3+1\cdot4 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 7-3-3 & 21-12-9 & 21-9-12 \\ -1+1+0 & -3+4+0 & -3+3+0 \\ -1+0+1 & -3+0+3 & -3+0+4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Terlihat bahwa hasil kali kedua matriks tersebut.

2. Sistem Persamaan Lanjar

i. Definisi

Persamaan lanjar adalah sebuah persamaan aljabar, yang tiap sukunya adalah konstanta, atau perkalian konstanta dengan variabel tunggal. Persamaan ini dikatakan lanjar sebab hubungan matematis ini dapat digambarkan sebagai garis lurus dalam Sistem koordinat Kartesius. Contoh sistem persamaan lanjar:

$$\begin{aligned} x + 2y &= 0 \\ x + 3z &= 2 \\ 5y + 3z &= -1 \end{aligned}$$

ii. Jenis solusi

Ada tiga jenis solusi yang bisa didapat dari sistem persamaan lanjar

1. Solusi unik

Solusi unik maksudnya semua variable dapat disubtitusi oleh satu buah konstanta saja.

2. Solusi Banyak

Solusi banyak terjadi ketika ada variable yang dapat disubtitusi oleh banyak konstanta, biasanya dalam bentuk persamaan.

3. Tidak ada solusi

Tidak ada solusi terjad bila ada variable yang tidak dapat disubtitusi oleh konstanta apapun.

iii. Mencari Solusi Sistem Persamaan Lanjar menggunakan Matriks Augentasi

Matriks augemtasi untuk sebuah sistem persamaan adalah matriks yang mana setiap barisnya merepresentasikan konstanta dari sebuah persamaan dan setiap kolomnya merepresentasikan sebua variable. Misalkan untuk sistem persamaan di bawah ini

$$\begin{gathered} x - 2y + 3z = 7 \\ 2x + y + z = 4 \\ -3x + 2y - 2z = -10 \end{gathered}$$

Dapat direpresetasikan dalam matriks augmentasi dibawah

$$\left[\begin{array}{ccc:c} 1 & -2 & 3 & 7 \\ 2 & 1 & 1 & 4 \\ -3 & 2 & -2 & -10 \end{array}\right]$$

Setelah mendapat matriks augmentasinya, tinggal lakukan operasi baris elementer untuk mendapatkan solusi sistem persamaan tersebut.

Contoh (dari http://tutorial.math.lamar.edu/Classes /Alg/AugmentedMatrix.aspx)

Diberikan sistem persamaan dibawah

$$3x + y - 2z = 2$$
$$x - 2y + z = 3$$
$$2x - y - 3z = 3$$

Pertama, kita car matriks augmentasi yang ekuivalen dengan sistem persamaan diatas

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 3 & 1 & -2 & 2 \\ 1 & -2 & 1 & 3 \\ 2 & -1 & -3 & 3 \end{array}\right]$$

Lalu, buatlah agar baris pertama memiliki satu utama. Cara paling sederhana adalah dengan menukar baris pertama dengan kedua.

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 3 & 1 & -2 & 2 \\ 1 & -2 & 1 & 3 \\ 2 & -1 & -3 & 3 \end{array}\right] \underset{\rightarrow}{R_1 \leftrightarrow R_2} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & -2 & 2 \\ 2 & -1 & -3 & 3 \end{array}\right]$$

Langkah berikutnya adalah membuat semua unsur dibawah sat utama menjadi 0.

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & -2 & 2 \\ 2 & -1 & -3 & 3 \end{array}\right] \begin{array}{c} R_2 - 3R_1 \rightarrow R_2 \\ R_3 - 2R_1 \rightarrow R_3 \\ \rightarrow \end{array} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 7 & -5 & -7 \\ 0 & 3 & -5 & -3 \end{array}\right]$$

Selanjutnya, kita ingin agar angka 7 menjadi satu utama, sehingga kita kali baris tersebut dengan 1/7.

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 7 & -5 & -7 \\ 0 & 3 & -5 & -3 \end{array}\right] \underset{\rightarrow}{\tfrac{1}{7} R_2} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & -\frac{5}{7} & -1 \\ 0 & 3 & -5 & -3 \end{array}\right]$$

Ubah lagi semua unsur dibawah satu utama menjadi 0.

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & -\frac{5}{7} & -1 \\ 0 & 3 & -5 & -3 \end{array}\right] \underset{\rightarrow}{R_3 - 3R_2 \rightarrow R_3} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & -\frac{5}{7} & -1 \\ 0 & 0 & -\frac{20}{7} & 0 \end{array}\right]$$

Terakhir, kita ingin agar -20/7 menjadi satu utama sehingga kita kali baris ke tiga dengan -7/20.

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & -\frac{5}{7} & -1 \\ 0 & 0 & -\frac{20}{7} & 0 \end{array}\right] \underset{\rightarrow}{-\tfrac{7}{20} R_3} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & -\frac{5}{7} & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}\right]$$

Untuk memudahkan perhitungan kita, kita ubah matriks eselon kita menjadi matriks eselon tereduksi dengan membuat semua unsur selan satu utama menjadi 0.

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & -\frac{5}{7} & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}\right] \begin{array}{c} R_2 + \frac{5}{7}R_3 \rightarrow R_2 \\ R_1 - R_3 \rightarrow R_1 \\ \rightarrow \end{array} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}\right]$$

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}\right] \underset{\rightarrow}{R_1 + 2R_2 \rightarrow R_1} \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array}\right]$$

Persamaan kita memiliki solusi

$$x = 1,\quad y = -1,\quad z = 0$$

3. Penyeimbangan Persamaan Reaksi Kimia

Penyeimbangan persamaan reaksi dilakukan agar persamaan reaksi memenuhi hukum kekekalan zat, yaitu jumlah atom sejenis di kiri dan kanan tanda persamaan reaksi adalah sama.

Contoh, Al(OH)3(aq) + H2SO4(aq) → Al2(SO4)3(aq) + H2O(l)

Reaksi diatas belumlah seimbang (perhatikan bahwa di ruas kanan Al ada 2 atom, sedankan di kiri hanya ada 1 atom, jumlah atom lainnya pun masih rumpang). Dengan memberikan koefisien 2 pada Al(OH)3 untuk menyeimbangkan jumlah atom Al. koefisien 3 pada H2SO4 untuk menyeimbangkan jumlah atom S, dan koefisien 6 pada H2O untuk menyeimbangkan jumlah atom H dan O, persamaan reaksi tersebut telah seimbang (setara). Persamaan reaksi yang telah seimbang adalah:

2Al(OH)3(aq) + 3H2SO4(aq) → Al2(SO4)3(aq) + 6H2O(l)

III. Pembahasan

Kita dapat memodelkan persamaan reaksi kimia menjadi sistem persamaan linier. Contoh :

*a*HClO4 + *b*P4O10 → *c*H3PO4 + *d*Cl2O7

Sistem persamaan lanjar yang memenuhi persamaan reaksi di atas

Untuk atom H : a = 3c
Untuk atom Cl : a = 2d
Untuk atom O: 4a + 10b = 4c + 7d
Untuk atom P: 4b = c

Kita ubah persamaan diatas menjadi matriks augmentasi. Karena kita hanya butuh rasio a:b:c:d, kita set variable d menjadi 1 untuk memudahkan.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -3 & \vdots & 0 \\ 1 & 0 & 0 & \vdots & 2 \\ 4 & 10 & -4 & \vdots & 7 \\ 0 & 4 & -1 & \vdots & 0 \end{bmatrix}$$

Karena kita hanya mencari 3 variable, kita dapat “membuang” salah satu persamaan. Kita buang baris-3

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -3 & \vdots & 0 \\ 1 & 0 & 0 & \vdots & 2 \\ 0 & 4 & -1 & \vdots & 0 \end{bmatrix}$$

Lalu kita lakukan operasi baris elementer pada matriks augmentasi tersebut sehingga kita mendapatkan matriks eselon tereduksi berikut

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \vdots & 2 \\ 0 & 1 & 0 & \vdots & 1/6 \\ 0 & 0 & 1 & \vdots & 2/3 \end{bmatrix}$$

Dari matriks tersebut,kita ketahui nilai a adalah 2,nilai b adalah 1/6, dan nilai c adalah 2/3. Sehingga persamaan reaksi kimia kita menjadi

$$2HClO_4 + 1/6P_4O_{10} \rightarrow \mathit{2/3}H_3PO_4 + \mathit{1}Cl_2O_7$$

Mengalikan kedua ruas dengan 6 kita dapatkan

$$12HClO_4 + 1P_4O_{10} \rightarrow 4H_3PO_4 + 6Cl_2O_7$$

REFERENCES

Chemistry, 7th Edition, International Student Version oleh James E. Brady, Neil D. Jespersen, Alison Hyslop

http://tutorial.math.lamar.edu/Classes/Alg/AugmentedMatrix.aspx diakses tanggal 16 December 2015 pukul 10:38

http://www.sosmath.com/matrix/ elemop/elemop.html diakses tanggal 16 December 2015 pukul 10:38

Slide Aljabar Geometri 2015/2016 oleh Rinaldi Munir (http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 27 November 2013

Chalvin 13514032