

**Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Stoikiometri**

**Kasih Haryo Basuki**

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Indraprasta PGRI Jakarta

E-mail: basuki.kasihharyo@gmail.com

**Info Artikel**

Sejarah Artikel:

Diterima: 21 November 2020

Direvisi: 27 November 2020

Dipublikasikan: Desember 2020

e-ISSN: 2089-5364

p-ISSN: 2622-8327

DOI: 10.5281/zenodo.4298027

**Abstract:**

*The purpose of this study was to determine the location and description of errors that are often made by students in working on Stoichiometric questions. This type of research is descriptive research. This research uses qualitative and quantitative approaches. The qualitative approach is used when analyzing student answers and the quantitative approach is to count the number of students who make mistakes. The subjects of this study were 32 students in the third semester of the Mathematics Education Study Program at Indraprasta University PGRI Jakarta, class of 2019, who were studying Basic Chemistry courses. The results showed that there was an average of 33.44% of students who were tested, wrong in solving stoichiometric questions, these errors included errors in understanding the concepts used to solve the questions, errors in using data, technical errors in making calculations and errors in drawing conclusions. the final result. Misconceptions include assuming that the chemical reaction that occurs does not follow the law of conservation of mass, assumes the number of particles is equal to the number of moles, assumes the limiting reagent is the reactant with the least number of moles, assumes the number of moles is equal to the mass and assumes the mass of the substance is proportional to the coefficient of the substance.*

**Keyword:** error analysis, problem solving, stoichiometry

**PENDAHULUAN**

Ilmu kimia merupakan ilmu yang mempelajari materi dan perubahannya (Chang, 2005). Konsep ilmu kimia umumnya digambarkan dalam tiga

representasi yang berbeda, yaitu representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Kimia memiliki konsep yang bersifat sangat kompleks dan abstrak (Stieff & Wilensky,

n.d.). Konsep yang bersifat abstrak dan istilah-istilah kimia yang asing membuat siswa mengalami kesulitan dalam memahami berbagai konsep dalam pembelajaran kimia. Kesulitan yang dialami siswa juga dapat disebabkan karena kurangnya penguasaan konsep dasar kimia yang dimiliki siswa. Kesulitan tersebut menimbulkan konsepsi yang berbeda pada siswa atau ketidaksesuaian dengan konsep yang sebenarnya. Konsepsi siswa yang tidak sesuai dengan konsep yang disepakati para ahli disebut dengan miskonsepsi (Clement, Brown, & Zeitsman, 1989). Selama dua dekade terakhir, banyak studi yang fokus pada identifikasi dan modifikasi konsep yang berbeda dari konsep sebenarnya, yang umumnya disebut dengan miskonsepsi (Caleon & Subramaniam, 2010). Miskonsepsi siswa telah menjadi perhatian utama di kalangan peneliti di bidang pendidikan sains karena miskonsepsi dapat mempengaruhi bagaimana siswa belajar ilmu sains yang baru, memainkan peran penting dalam pembelajaran berikutnya dan menjadi halangan dalam memperoleh pengetahuan yang benar (Özmen, 2004).

Stoikiometri reaksi adalah penentuan perbandingan massa unsur-unsur dalam senyawa dalam pembentukan senyawanya. Pada perhitungan kimia secara stoikiometri, biasanya diperlukan hukum-hukum dasar ilmu kimia (Brady, 1999). Hukum kimia adalah hukum alam yang relevan dengan bidang kimia. Konsep paling fundamental dalam kimia adalah hukum konservasi massa, yang menyatakan bahwa tidak terjadi perubahan kuantitas materi sewaktu reaksi kimia biasa.

Konsep-konsep yang terdapat pada stoikiometri merupakan konsep dasar yang harus dipahami sebelum mempelajari

konsep kimia lain, misalnya termokimia, laju reaksi, dan kesetimbangan kimia. Konsep-konsep tersebut bersifat abstrak. Kunci kesulitan memahami konsep stoikiometri selama ini adalah konsep tersebut sering diajarkan kepada siswa secara matematis yang sifatnya abstrak sehingga pengertian kimia mengenai konsep tersebut menjadi tidak jelas (Norjana & Joharmawan, 2016).

Konsep-konsep yang terdapat pada materi hukum-hukum dasar kimia dan penerapannya dalam stoikiometri, yaitu konsep hukum-hukum dasar kimia, konsep mol, dan stoikiometri merupakan konsep dasar yang harus dipahami sebelum mempelajari konsep kimia lain, misalnya termokimia, laju reaksi, dan kesetimbangan kimia. Tetapi konsep-konsep ini bersifat abstrak sehingga sering menimbulkan kesulitan dan salah konsep pada siswa. (Susanto, 2012) mengemukakan bahwa hukum-hukum dasar kimia dianggap sulit oleh siswa karena bersifat abstrak, konkret, dan matematis yang ditunjukkan dengan adanya 47,48% siswa kelas X SMAN 2 Karanganyar tahun pelajaran 2010-2011 yang tidak tuntas pada ulangan harian hukum dasar kimia. Kolb dalam (Dahsah, 2008) memberikan pendapat bahwa tidak ada konsep yang lebih sulit bagi siswa dibandingkan dengan konsep mol. Konsep stoikiometri juga sulit dimengerti oleh siswa.

Menurut (Kind, 2004) bahwa kunci kesulitan memahami konsep stoikiometri selama ini adalah konsep tersebut seringkali diajarkan kepada siswa secara matematis yang sifatnya abstrak sehingga pengertian kimia mengenai konsep tersebut menjadi tidak jelas. Siswa yang berusaha memanipulasi angka dan simbol akan memiliki persepsi bahwa

mempelajari konsep tersebut sangat sulit. Menurut (Rosa & Nursa'adah, 2020) Faktor penyebab kesulitan belajar di antaranya minat, motivasi, konsentrasi, kebiasaan belajar, dan intelegensi mempengaruhi kesulitan belajar mahasiswa pada mata kuliah Kimia Dasar. Sedangkan menurut (Mellyzar & Muliaman, 2020) Faktor penyebab kesalahan mahasiswa: mahasiswa mudah lupa dengan materi, lupa dengan konsep materi penunjang, kurang teliti dalam membaca dan memahami soal dan kurang teliti dalam menyelesaikan soal. Untuk itu Perlu dilakukan penelitian lebih jauh tentang analisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal kimia, terutama pokok bahasan stoikiometri. Untuk mendapatkan hasil dari pembelajaran dengan maksimal, dosen perlu memperhatikan dengan benar dan serius. Hal ini dapat dilakukan dengan mengelompokkan kesalahan-kesalahan dari mahasiswa agar hasil belajarnya dapat diperbaiki serta mencari solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang didapatkan.

### **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui letak dan deskripsi kesalahan yang sering dilakukan oleh mahasiswa dalam mengerjakan soal Stoikiometri. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Adapun pendekatan kualitatif digunakan ketika menganalisis jawaban mahasiswa dan pendekatan kuantitatif yaitu menghitung berapa jumlah mahasiswa yang melakukan kesalahan. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa semester tiga Program Studi Pendidikan

Matematika Universitas Indraprasta PGRI Jakarta, angkatan 2019 sebanyak 32 mahasiswa yang sedang mempelajari mata kuliah Kimia Dasar. Adapun prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah tahap persiapan yaitu menyusun instrumen tes berbentuk soal esai yang telah di validasi berjumlah 10 soal. Tahap pelaksanaan dengan memberikan soal tes kepada mahasiswa. Tahap Akhir yaitu mengoreksi jawaban mahasiswa dan menganalisis hasil tes yang mengalami kesalahan dan membuat kesimpulan. Memuat latar belakang dan kajian teori.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari lembar jawaban 32 mahasiswa yang mengerjakan soal-soal uraian tentang stoikiometri, hasil tes dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Jumlah Kesalahan Mahasiswa dalam Mengerjakan Soal Stoikiometri

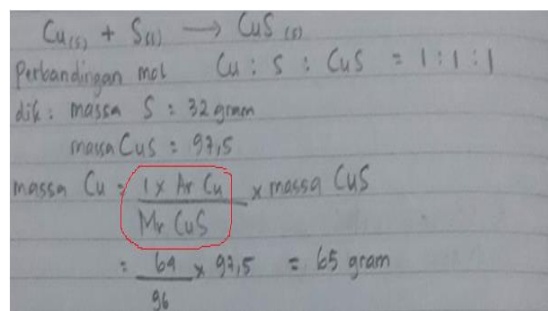
No	Indikator Soal	Jumlah salah
1	Menghitung massa suatu zat berdasarkan hukum kekekalan massa	6
2	Menentukan perbandingan massa suatu zat dari tabel massa unsur dua zat yang membentuk beberapa senyawa biner	8
3	Menentukan volume zat lain berdasarkan perbandingan volume dan jumlah partikel	9
4	Menentukan jumlah mol suatu senyawa berdasarkan jumlah partikel yang diketahui.	7
5	Menentukan massa suatu gas berdasarkan jumlah mol	8

yang diketahui	
6 Menghitung volume gas berdasarkan jumlah partikel yang diketahui	10
7 Menentukan kadar unsur dalam senyawa	7
8 Menentukan Pereaksi pembatas dari reaksi dua reaktan yang diketahui Volumennya dalam keadaan STP	15
9 Menghitung jumlah mol peraksi yang tersisa dari reasi dua reaktan yang diketahui jumlah partikelnya	17
10 Menghitung massa hasil reaksi dari dua reaktan yang diketahui massanya	20

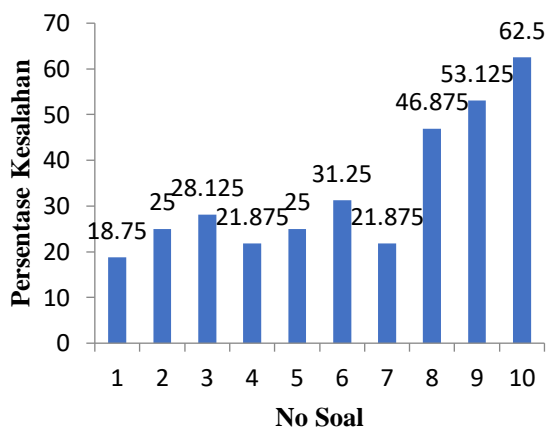
Secara lengkap kesalahan-kesalahan tersebut dapat dirincikan sebagai berikut:

### Deskripsi kesalahan mahasiswa pada indikator soal 1

Soal : Logam tembaga direaksikan dengan 32 g belerang dan menghasilkan 97,5 g tembaga (II) sulfida. Tentukan massa tembaga yang bereaksi?



Gambar 2. Contoh Kesalahan Pada Soal Nomor 1



Gambar 1. Persentase Kesalahan Hasil Tes Mahasiswa

Dari hasil tes yang diberikan kepada mahasiswa pada Tabel 1, dapat dilihat banyaknya mahasiswa yang salah dalam menjawab soal materi Stoikiometri ketika tes dilakukan. Kesalahan paling banyak dalam soal nomor 10 yaitu Menghitung massa hasil reaksi dan yang paling sedikit salah adalah soal nomor 1 yaitu Menghitung massa suatu zat berdasarkan hukum kekekalan massa.

Sebanyak 6 mahasiswa atau 18,75% masih salah dalam menyelesaikan soal ini. Kesalahan mahasiswa dikarenakan tidak menguasai konsep hukum kekekalan massa. Sebagian besar mahasiswa dapat menyelesaikan soal dengan benar akan tetapi mereka masih ada Mahasiswa yang menghitung massa zat diselesaikan dengan menggunakan nilai Ar dan Mr. Seperti dalam penelitian (Norjana & Joharmawan, 2016) siswa menganggap reaksi kimia yang terjadi tidak mengikuti hukum kekekalan massa dan massa sebelum dan sesudah reaksi kemungkinan akan sama atau berbeda bergantung pada jenis zat yang bereaksi.

### Deskripsi kesalahan mahasiswa pada indikator soal nomor 2

Soal : Perhatikan tabel dibawah ini!

senyawa	Massa Oksigen (O <sub>2</sub> )	Massa klorin (Cl <sub>2</sub> )

A	0,2256	1,00
B	0,9026	1,00
C	1,3539	1,00
D	1,5795	1,00

Gas klorin( $\text{Cl}_2$ ) dan gas oksigen ( $\text{O}_2$ ) dapat membentuk 4 senyawa biner yang berbeda. Berapa Perbandingan massa oksigen dalam senyawa tersebut?

Jawab :	A	=	$\frac{0,2256}{0,2256}$	=	1,0000
	B	=	$\frac{0,9026}{0,2256}$	=	$\frac{4513}{1128}$
	C	=	$\frac{1,3539}{0,2256}$	=	$\frac{4513}{752}$
	D	=	$\frac{1,5795}{0,2256}$	=	$\frac{5265}{752}$
Jadi perbandingannya :					
A : B : C : D					
1 : 2 : 3 : 4					

Gambar 3. Contoh Kesalahan Pada Soal Nomor 2

Dalam menjawab soal ini sebanyak 8 mahasiswa atau 25 % mengalami kesalahan, hal ini disebabkan mahasiswa banyak mengalami kesalahan dalam perbandingan massa salah satu unsur pembentuk suatu senyawa. Mahasiswa salah dalam penarikan kesimpulan. Sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam menghitung perbandingan yang sama dari dua unsur yang berbeda (Fajriani et al., 2019).

#### Deskripsi kesalahan mahasiswa pada indikator soal 3

Soal : Di ketahui 5 L gas Hidrogen mengandung  $3 \times 10^{23}$  molekul  $\text{H}_2$ . Pada suhu dan tekanan yang sama tentukan Volume  $\text{CO}_2$  (g) yang

mengandung  $6 \times 10^{23}$  molekul  $\text{CO}_2$ !

Dik:  $\text{H}_2 = 3 \times 10^{23}$  molekul = 5L  
 Volume  $\text{CO}_2$  (g) yg mengandung  $6 \times 10^{23}$  molekul  $\text{CO}_2$   
 $\rightarrow$  Volume  $\text{CO}_2 = \frac{\text{Jumlah molekul } \text{CO}_2}{\text{Jumlah molekul } \text{H}_2} \times \text{Volume } \text{H}_2$   
 $= \frac{6 \times 10^{23} \text{ molekul}}{3 \times 10^{23} \text{ molekul}} \times 5\text{L}$   
 $= 4\text{L}$

Gambar 4. Contoh Kesalahan Pada Soal Nomor 3

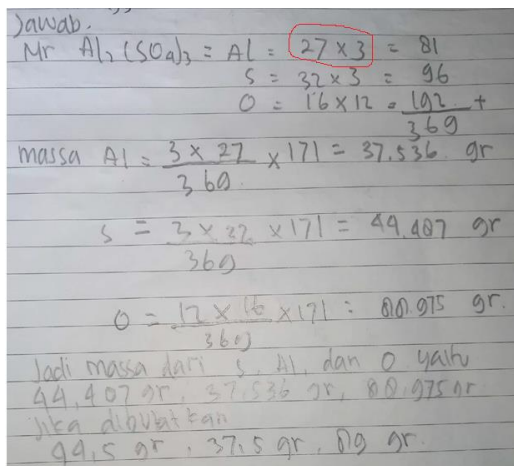
Dalam menjawab soal ini sebanyak 9 mahasiswa atau 28,125 % mengalami kesalahan. Mahasiswa mengalami kesalahan teknis dalam perhitungan dan pada Hipotesis Avogadro menganggap bahwa pada temperatur dan tekanan yang sama, jumlah mol zat yang terlibat reaksi sama dengan perbandingan volumenya. Siswa tidak memahami bahwa zat yang terlibat adalah gas (Norjana & Joharmawan, 2016).

#### Deskripsi kesalahan mahasiswa pada indikator soal 4

Soal : Jika diketahui Ar Al = 27; O = 32 dan S = 16, Tentukan massa Al, S, dan O dalam 171 g senyawa  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ !

Sebanyak 7 mahasiswa atau 21,875 % mengalami kesalahan dalam menjawab soal ini, Kesalahan disebabkan antaralain salah dalam pengambilan data, kesalahan teknis dalam menyelesaikan perhitungan. Selain itu mahasiswa menganggap bahwa rumus kimia menunjukkan jumlah atom-atom penyusun yang dapat menentukan komposisi masing-masing unsur dalam suatu zat. Ini sejalan dengan pendapat (Noorarnie et al., 2019) bahwa ada empat kesalahan yang dilakukan oleh peserta didik dalam menyelesaikan soal

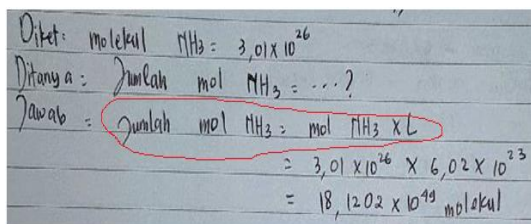
diantaranya kesalahan-kesalahan dalam konsep, menggunakan data, teknis, dan penarikan kesimpulan.



Gambar 5. Contoh Kesalahan Pada Soal Nomor 4

### Deskripsi kesalahan mahasiswa pada indikator soal 5

Soal : Berapakah jumlah mol amonia yang terdapat dalam  $3,01 \times 10^{26}$  molekul  $\text{NH}_3$ ?

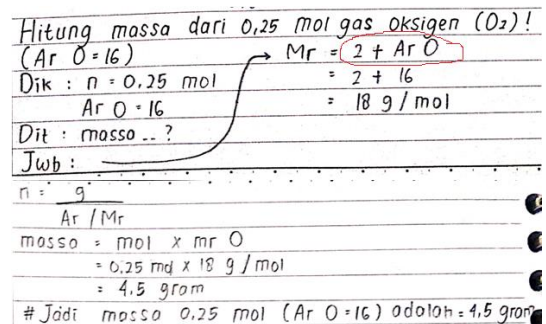


Gambar 6. Contoh Kesalahan Pada Soal Nomor 5

Sebanyak 8 mahasiswa atau 25 % mengalami kesalahan dalam menjawab soal ini. kesalahan terjadi karena mahasiswa belum memahami standar dari mol, yaitu setiap mol zat mengandung  $6,02 \times 10^{23}$  partikel. Siswa belum mampu menerapkan definisi tersebut dalam menghitung jumlah mol dari jumlah partikel zat yang diketahui.

### Deskripsi kesalahan mahasiswa pada indikator soal 6

Soal : Hitunglah Massa dari 0,25 mol gas oksigen ( $\text{O}_2$ ) ! (Ar O=16)

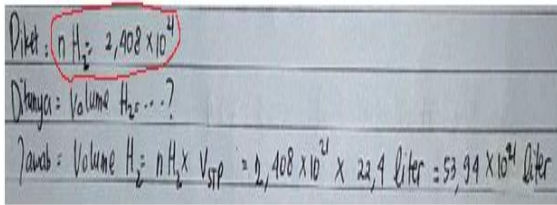


Gambar 7. Contoh Kesalahan Pada Soal Nomor 6

Terdapat 10 mahasiswa atau 31,25 % mengalami kesalahan dalam menjawab soal ini. kesalahan mahasiswa antara lain salah dalam menghitung Mr dari Ar Zat yang diketahui, mahasiswa menganggap massa molar memiliki satuan gram seperti pada hasil penelitian (Robi'ah, 2009). Siswa juga kurang memahami perbedaan Mr dan Ar, sehingga menganggap massa molar senyawa besarnya sama dengan Ar. Kesalahan mahasiswa juga terjadi karena menganggap bahwa senyawa-senyawa dengan massa yang sama mempunyai jumlah mol yang sama pula seperti pada hasil penelitian (Krisnawati, 2013), selain itu karena belum dapat menerapkan konsep massa molar dalam mengonversi massa terhadap mol atau sebaliknya.

### Deskripsi kesalahan mahasiswa pada indikator soal 7

Soal : Berapakah Volume  $2,408 \times 10^{21}$  molekul gas Hidrogen yang diukur pada keadaan standar?



Gambar 8. Contoh Kesalahan Pada Soal Nomor 7

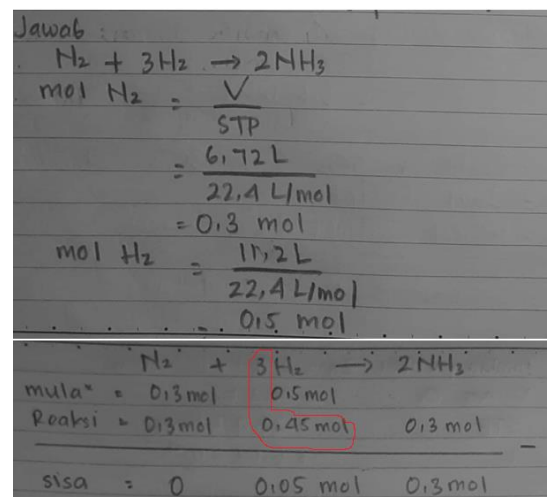
Terdapat 7 mahasiswa atau 21,875 % mengalami kesalahan dalam menjawab soal ini. kesalahan mahasiswa antaralain menganggap jumlah partikel sama dengan jumlah mol, salah dalam menghitung jumlah mol, mahasiswa menganggap pada keadaan STP ( $0^\circ \text{ C}$ ,  $1 \text{ atm}$ ) volume gas sama dengan massajumlah partikel gas. Hal ini terjadi karena siswa tidak memahami konsep volume molar gas, yaitu volume gas tiap 1 mol gas. Siswa tidak memahami bahwa pada keadaan STP setiap 22,4 Liter gas berarti mengandung 1 mol gas.

### Deskripsi kesalahan mahasiswa pada indikator soal nomor 8

Soal : Sebanyak 6,72 L gas nitrogen yang direaksikan dengan 11,2 L gas hidrogen (pada (STP) menghasilkan gas amonia ( $\text{NH}_3$ ), Tentukan pereaksi pembatasnya!

Terdapat 15 mahasiswa atau 46,875 % mengalami kesalahan dalam menjawab soal ini. Alasan kesalahan yaitu (1) mahasiswa tidak menyetarakan persamaan reaksi (2) salah dalam menghitung jumlah mol dari volume yang diketahui, (3) mahasiswa menganggap reaktan yang memiliki jumlah mol lebih sedikit adalah pereaksi pembatas (4) mahasiswa menganggap perbandingan volume zat sama dengan perbandingan koefisien (5) mahasiswa menganggap jumlah mol sama

dengan volumenya. Bentuk kesalahan ini sejalan dengan penelitian (Aini et al., 2016; Norjana & Joharmawan, 2016) yang menyatakan bahwa siswa menganggap pereaksi pembatas merupakan reaktan dengan jumlah mol paling sedikit. Hal ini mungkin benar apabila reaktan yang terlibat memiliki koefisien yang sama, namun apabila reaktan yang terlibat memiliki koefisien reaksi yang berbeda maka pernyataan bahwa pereaksi pembatas merupakan reaktan dengan jumlah mol terkecil tidak berlaku lagi.



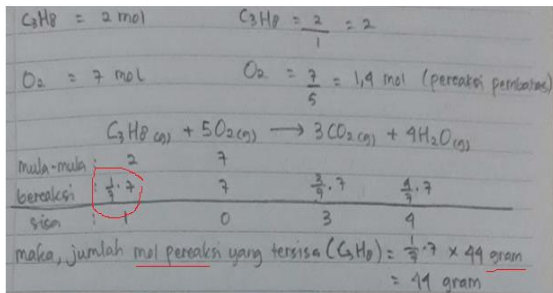
Gambar 9. Contoh Kesalahan Pada Soal Nomor 8

### Deskripsi kesalahan mahasiswa pada indikator soal 9

Soal : Pada Pembakaran 2 mol propana ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) dengan 7 mol gas oksigen menghasilkan karbon oksida dan uap air, Tentukan jumlah mol pereaksi yang tersisa!

Terdapat 17 mahasiswa atau 53,125 % mengalami kesalahan dalam menjawab soal ini. Kesalahan mahasiswa terjadi karena (1) mahasiswa tidak menyetarakan persamaan reaksi (2) salah dalam menentukan pereaksi pembatas (3) Mahasiswa menganggap dalam

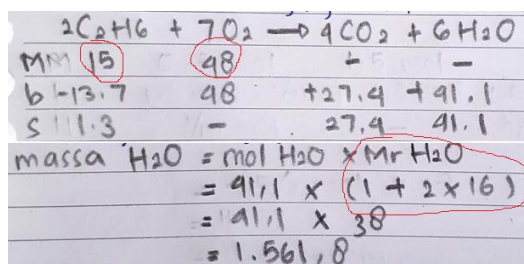
menentukan jumlah mol yang bereaksi didasarkan dengan jumlah mol bukan dibandingkan dengan koefisien pereaksi pembatasnya, (4) menganggap mencari jumlah mol sama dengan menghitung massa.



Gambar 10. Contoh Kesalahan Pada Soal Nomor 9

### Deskripsi kesalahan mahasiswa pada indikator soal 10

Soal : Pada pembakaran 15 g gas etana ( $C_2H_6$ ) dengan 48 g oksigen ( $O_2$ ) menghasilkan karbon oksida dan uap air, tentukan massa gas  $H_2O$  yang dihasilkan! diketahui Ar H = 1; C = 12 dan O = 16



Gambar 11. Contoh Kesalahan Pada Soal Nomor 10

Terdapat 20 mahasiswa atau 62,5 % mengalami kesalahan dalam menjawab soal ini. Kesalahan siswa terjadi karena (1) mahasiswa tidak menyetarakan persamaan reaksi, (2) salah dalam menentukan pereaksi pembatas (3) mahasiswa salah dalam menghitung Mr Senyawa dari Ar yang diketahui, (4) salah dalam

menghitung jumlah mol dari massa yang diketahui, (5) mahasiswa menganggap massa zat sebanding dengan koefisien zat. Bentuk kesalahan ini sejalan dengan penelitian (Aini et al., 2016) yang menyatakan bahwa siswa menganggap perbandingan koefisien menyatakan perbandingan massa.

Berdasarkan pemaparan hasil penelitian, kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal stoikiometri disebabkan tingkat kemampuan masih rendah dalam menyelesaikan soal stoikiometri. Hal ini ditandai dengan persentase kesalahan rata-rata 33,44 %, salah dalam menjawab soal stoikiometri. Kesalahan terbanyak di indikator 8, 9 dan 10 yaitu disebabkan karena tidak memahami konsep mol dengan baik sehingga belum bisa menerapkan konsep mol dengan rumus yang tepat, salah dalam menyetarakan reaksi, salah dalam menentukan mol yang bereaksi dan sisa sehingga perhitungan selanjutnya juga salah, Selain itu salah dalam menentukan massa senyawa yang terbentuk.

Penemuan ini menunjukan bahwa kemampuan pemahaman konsep masih rendah, sesuai dengan pernyataan (Herizal et al., 2019) Rendahnya kemampuan dalam memahami suatu konsep berpengaruh kepada kemampuan siswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Sehingga diperlukan cara untuk meningkatkan suatu pembelajaran inovatif yang bisa meningkatkan pemahaman konsep. Menurut (Sugiyarto et al., 2018) Pemahaman konsep dapat ditingkatkan secara signifikan menggunakan media pembelajaran. Selain itu motivasi mahasiswa harus ditingkatkan untuk meningkatkan hasil belajar dan mengurangi tingkat kesalahan mahasiswa. Diperlukan motivasi belajar yang tinggi

agar hasil belajar dapat meningkat diluar faktor eksternal lainnya. Motivasi dan hasil belajar memiliki hubungan yang kuat, sampel yang memiliki motivasi tinggi menunjukkan hasil belajar yang tinggi begitu juga sebaliknya (Muliaman et al., 2018). Nasehat motivasi yang terus disampaikan secara *continue* akan memberikan penguatan kepada mahasiswa dan menunjukkan rasa kepedulian yang tinggi akan keberhasilan mahasiswa.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat rata-rata 33,44 % mahasiswa yang di tes, salah dalam dalam menyelesaikan soal stoikiometri, kesalahan tersebut meliputi kesalahan memahami konsep yang dipakai untuk menyelesaikan soal, kesalahan menggunakan data, kesalahan teknis dalam melakukan perhitungan dan kesalahan dalam penarikan kesimpulan hasil akhir. kesalahan konsep diantaranya adalah menganggap reaksi kimia yang terjadi tidak mengikuti hukum kekekalan massa, menganggap jumlah partikel sama dengan jumlah mol, menganggap pereaksi pembatas merupakan reaktan dengan jumlah mol paling sedikit, menganggap jumlah mol sama dengan massa dan menganggap massa zat sebanding dengan koefisien zat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, R. G., Ibnu, S., & Budiasih, E. (2016). Identifikasi Miskonsepsi Dalam Materi Stoikiometri Pada Siswa Kelas X Di Sman 1 Malang Melalui Soal Diagnostik Three-Tier. *Jurnal Pembelajaran Kimia (J-PEK)*, 01(2), 50.
- Brady, J. E. (1999). *Kimia Universitas Asas dan Struktur Jilid 1*. Tangerang: Binarupa Aksara
- Caleon, I. S., & Subarmaniam, R. (2010). Do Student Know What They Know and What They Don't Know? Using a Four-Tier Diagnostic Test to Assess the Nature of Students Alternative Conception. *Research in Science Education*, 313-337.
- Chang, R. (2005). *Kimia Dasar : Konsep-konsep Inti Jilid 2 Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Clement, J., Brown, D. E., & Zeitsman, A. (1989). Not All Preconceptions are Misconception : Finding 'Anchoring Conception for Grounding Instruction on Student Intuition. *International Journal of Science Education*, 554-565.
- Dahsah, C., dan Cool, R.K., ( 2008), Thai grade 10 and 11 students' understanding of stoichiometry and related concepts, *International Journal of Science and Mathematics Education*, Vol 6, No 2008, Hal 573 - 600.
- Fajriani, G. N., Sopandi, W., & Kadarohman, A. (2019). Miskonsepsi Siswa yang Menggunakan Teks Perubahan Konseptual Mengenai Hukum Dasar Kimia. *Orbital : Jurnal Pendidikan Kimia*, 30-41.
- Herizal, H., Suhendra, S., & Nurlaelah, E. (2019). The ability of senior high school students in comprehending mathematical proofs. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2), 6–12. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022123>
- Jusniar, M., Budiasih, E., Effendi, M., & Sutrisno, M. (2019). *The Misconception of Stoichiometry and Its Impact on the Chemical Equilibrium*. 227(Icamr 2018), 138–

141. <https://doi.org/10.2991/icamr-18.2019.35>
- Kind, V. (2004). *Beyond appearances : students ' misconceptions about basic chemical ideas beyond appearances : students ' misconceptions about basic chemical ideas Vanessa Kind School of Education Durham University email : Vanessa.kind@durham.ac.uk ( Formerl. 2nd(January).*
- Krisnawati, I., Prayitno, & Fajaroh, F. (2013). Menggali Pemahaman Konsep Siswa Madrasah Aliyah Tentang Stoikiometri Dengan Menggunakan Instrumen Diagnostik Two-Tier. *Universitas Negeri Malang*, 1-9.
- Mellyzar, M., & Muliaman, A. (2020). Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Ikatan Kimia. *Lantanida Journal*, 8(1), 40. <https://doi.org/10.22373/lj.v8i1.6420>
- Muliaman, A., Suyanti, R. D., & Eddiyanto, D. (2018). *Relationship between Motivation and College Students Learning Outcomes on Chemical Kinetic Material at University.* 200, 26–28. <https://doi.org/10.2991/aisteel-18.2018.6>
- Noorarnie, A. M., Supardi, K. I., & Sumarni, W. (2019). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Mengerjakan Soal Stoikiometri Melalui Langkah Polya. *Analisis Kesalahan Siswa Dalam Mengerjakan Soal Stoikiometri Melalui Langkah Polya*, 13(2), 2414–2424.
- Norjana, R., & Joharmawan, R. (2016). Identifikasi Tingkat Pemahaman Konsep Hukum-hukum Dasar Kimia dan Penerapannya dalam Stoikiometri pada Siswa Kelas X IPA di MAN 3 Malang. *Jurnal Pembelajaran Kimia (J-PEK)*, 01(2), 42–49.
- Özmen, H. (2004). Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147–159. <https://doi.org/10.1023/b:jost.0000031255.92943.6d>
- Robi'ah, A. (2009). *Identifikasi Konsep Sukar dan Miskonsepsi Hukum Gas pada Siswa SMA Negeri 1 Malang.* Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Rosa, N. M., & Nursa'adah, F. P. (2020). Descriptive Analysis of Learning Difficulties on the Basic Chemistry Course. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 9(4), 325–332. <https://doi.org/10.30998/formatif.v9i4.3665>
- Stieff, M., & Wilensky, U. (n.d.). *Connected Chemistry – Incorporating Interactive Simulations into the Chemistry Classroom Please do not circulate or quote without authors ' permission Suggested Running Head : Connected Chemistry Corresponding Author ' s Mailing Address : Mike Stieff 2120.* 1–28.
- Sugiyarto, K. H., Ikhsan, J., & Lukman, I. R. (2018). The use of an android-based-game in the team assisted individualization to improve students' creativity and cognitive achievement in chemistry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1022(1).
- Susanto, Susilowati, E. & Haryono. (2012). Studi Komparasi Penggunaan Metode Pembelajaran TGT dan STAD terhadap Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Pokok Hukum Dasar Kimia. *Jurnal Pendidikan*

*Kimia Program Studi Pendidikan*  
*Kimia Universitas Sebelas Maret, 1*  
(1): 67-73.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1022/1/012037>