

## **Kesulitan Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri Kota Palangka Raya Tahun Ajaran 2018/2019 Dalam Memahami Hukum-Hukum Gas**

Vina Aprilia

Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Palangka Raya, Indonesia

Email: [aprilivina@gmail.com](mailto:aprilivina@gmail.com)

Diterima: 30 Juni 2020; Disetujui: 1 Agustus 2020; Diterbitkan: 17 Agustus 2020

### **ABSTRAK**

Siswa mengalami kesulitan dalam memahami hukum-hukum gas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan kesulitan siswa memahami hukum-hukum gas pada kelas XI IPA SMA Negeri Kota Palangka Raya tahun ajaran 2018/2019. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 1, 2, dan 3 Palangka Raya dengan total 173 siswa. Data dijangking menggunakan tes tertulis dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami hukum-hukum gas yang meliputi konsep: (1) penentuan volume gas hasil reaksi gas dengan perbandingan koefisien pereaksi gas yang sama tetapi perbandingan volume gas pereaksi berbeda mencapai 68,20%; (2) penentuan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien dan volume gas pereaksi yang sama mencapai 65,89%; (3) penentuan jumlah molekul, tekanan awal, tekanan akhir, volume awal dan volume akhir suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal masing-masing mencapai 32,94%; 21,38%; 53,17%; 15,60%; dan 74,56%.

Kata Kunci : hukum gas, kesulitan siswa

### **PENDAHULUAN**

Kesulitan belajar atau menurut istilah asing learning disorder atau learning difficulty merupakan kondisi yang tidak diharapkan oleh peserta didik. Akan tetapi pada kasus-kasus tertentu karena peserta didik belum mampu mengatasi kesulitan belajarnya, maka muncullah kesulitan belajar dalam diri peserta didik dan bantuan guru atau orang lain sangat dibutuhkan bagi peserta didik tersebut. Masalah belajar sudah menjadi hal umum atau permasalahan klasik dalam dunia pendidikan, baik dari tingkat paling rendah hingga tingkat yang paling tinggi pasti dijumpai adanya masalah belajar saat satu masalah belajar dapat diatasi peserta didik maka akan muncul lagi permasalahan belajar yang baru pada peserta didik yang lain pula. Bantuan yang berkesinambungan bagi peserta didik sangat dibutuhkan untuk menciptakan pembelajaran yang efektif, karena bila kondisi tersebut tidak dilakukan maka permasalahan belajar yang muncul akan semakin bertambah banyak (Andi, 2017). Pemahaman yang diperoleh siswa di sekolah cenderung terbatas karena banyaknya konsep yang diajarkan pada suatu jam pelajaran, konsep diajarkan tanpa saling dihubungkan dan konsep tidak



dipaparkan secara lengkap, sehingga siswa sulit untuk menggabungkan konsep lama dengan konsep yang baru diterima.

Ilmu kimia secara khusus diajarkan di Sekolah Menengah Atas (SMA). Berdasarkan Kurikulum 2013, hukum-hukum gas diajarkan pada semester dua kelas X materi stoikiometri. Hukum-hukum gas dipelajari tidak hanya dengan membaca saja, akan tetapi memerlukan pemahaman yang baik untuk memahami hukum tersebut. Siswa kebanyakan mengalami kesulitan dalam memahami hukum-hukum gas. Hal ini dikarenakan siswa memahami konsep yang bersifat abstrak dan kompleks.

## **METODOLOGI**

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Palangka Raya, SMA Negeri 2 Palangka Raya, dan SMA Negeri 3 Palangka Raya pada tahun ajaran 2018/2019. Subjek penelitian ini adalah 173 siswa kelas XI MIPA SMA Negeri di Kota Palangka Raya, 60 siswa berasal dari kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 6 SMA Negeri 1 Palangka Raya, 60 berasal dari kelas XI MIPA 5 dan XI MIPA 7 SMA Negeri 2 Palangka Raya dan 53 berasal dari kelas XI MIPA 3 dan XI MIPA 4 SMA Negeri 3 Palangka Raya.

Data dikumpulkan dengan hasil tes tertulis dan hasil wawancara. Hasil tes tertulis siswa terhadap TKMHG dikumpulkan dengan tahap-tahap sebagai berikut: (1) Kisi-kisi materi diberikan kepada subjek penelitian tiga hari sebelum tes diberikan, (2) tes tertulis TKMHG diberikan kepada siswa yang menjadi subjek penelitian pada saat jam pelajaran kimia, (3) tes dilaksanakan dengan diawasi oleh guru mata pelajaran kimia agar siswa mengerjakan tes secara bersungguh-sungguh. Hasil wawancara siswa terhadap TKMHG dikumpulkan dengan tahap-tahap sebagai berikut: (1) Wawancara dilakukan dengan menggunakan lembar jawaban siswa sebagai pedoman wawancara, (2) lembar hasil jawaban milik siswa yang terpilih untuk diwawancarai diberikan kepada siswa tersebut, (3) siswa diminta untuk mencermati soal dan jawaban hasil tes miliknya, (4) siswa diminta menjelaskan hasil jawabannya, (5) pertanyaan yang diajukan selama wawancara dikembangkan mengikuti respon siswa.

Data kesulitan siswa dalam memahami konsep hukum gas ditelusuri dengan cara memberikan tes tertulis berupa TKMHG yang terdiri dari 7 butir soal. Nilai Ketuntasan Belajar Minimal (KBM) yang berlaku di sekolah menjadi standar siswa dikatakan mengalami kesulitan. Nilai KBM SMA A sebesar 75, nilai KBM SMA B sebesar 78, dan nilai KBM SMA C sebesar 76. Siswa dianggap mengalami kesulitan jika memperoleh nilai kurang dari nilai KBM.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Tes pemahaman hukum gas terdiri dari tujuh butir soal dengan masing-masing lembar jawaban diberikan skor. Hasil tes penerapan hukum gas dinyatakan tuntas apabila nilai siswa mencapai nilai KBM. Persentase siswa yang dinyatakan tuntas sebesar 21,38%, atau sebanyak tiga puluh tujuh siswa dari seratus tujuh puluh tiga siswa. Skor total semua butir soal adalah 17, dan skor ideal sesuai dengan nilai KBM masing-masing sekolah. Siswa dinyatakan mengalami kesulitan jika skor rerata kurang dari skor ideal. Sebanyak dua belas siswa memperoleh skor tertinggi (17) dan delapan siswa memperoleh skor terendah (5). Data hasil penelitian dikumpulkan melalui lembar jawaban siswa dari setiap sekolah. Persentase

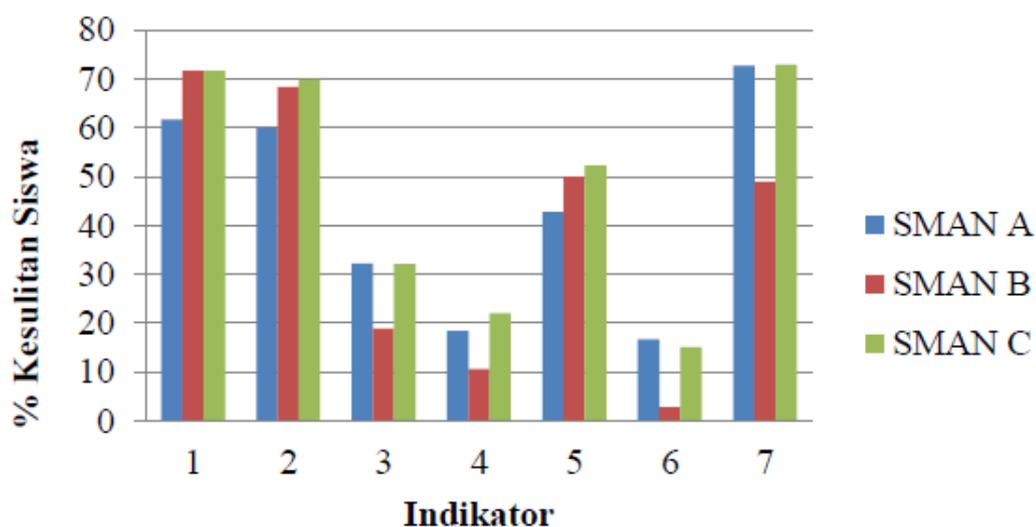
kesulitan siswa SMA A, SMA B, dan SMA C pada setiap indikator disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kesulitan Siswa SMA A, SMA B, dan SMA C pada Setiap Indikator.**

| Sekolah | Indikator |        |        |        |        |        |        |
|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|         | 1         | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
| SMA A   | 61,67%    | 60,00% | 32,22% | 18,33% | 42,78% | 16,67% | 72,78% |
| SMA B   | 71,67%    | 68,33% | 18,89% | 10,56% | 50,00% | 2,78%  | 48,89% |
| SMA C   | 71,69%    | 69,81% | 32,07% | 22,01% | 52,20% | 15,09% | 72,95% |

Ada 7 (tujuh) indikator kesulitan siswa. Indikator 1 menentukan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien pereaksi gas yang sama tetapi perbandingan volume gas pereaksi berbeda. Indikator 2 menentukan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien dan volume gas pereaksi yang sama. Indikator 3 menghitung jumlah molekul suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal. Indikator 4 menghitung tekanan awal suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal. Indikator 5 menghitung tekanan akhir suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal. Indikator 6 menghitung volume awal suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal. Indikator 7 menghitung volume akhir suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal.

Setiap sekolah memiliki tingkat kesulitan yang berbeda-beda. Perbandingan tingkat kesulitan dalam menjawab TKMHG pada masing-masing sekolah disajikan pada Grafik 1.



**Grafik 1. Perbandingan Kesulitan Siswa Per Indikator pada Setiap Sekolah**

Grafik 1 Menunjukkan perbandingan kesulitan siswa per indikator pada masing-masing sekolah. Urutan perbandingan kesulitan siswa SMA A dan SMA C semakin kecil dari: (7) menghitung volume akhir suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal; (1) menentukan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien pereaksi gas yang sama tetapi perbandingan

volume gas pereaksi berbeda; (2) menentukan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien dan volume gas pereaksi yang sama; (5) menghitung tekanan akhir; (3) jumlah molekul; (4) tekanan awal suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal; sampai ke (6) menghitung volume awal suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal. Sedangkan, urutan perbandingan kesulitan siswa SMA B semakin kecil dari: (1) menentukan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien pereaksi gas yang sama tetapi perbandingan volume gas pereaksi berbeda; (2) menentukan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien dan volume gas pereaksi yang sama; (5) menghitung tekanan akhir; (7) volume akhir; (3) jumlah molekul; (4) tekanan awal suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal; sampai ke (6) menghitung volume awal suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal. Persentase kesulitan siswa SMA A, SMA B, dan SMA C dalam menghitung volume awal suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal adalah yang terkecil disebabkan karena tingkat kesukaran butir soal ini termasuk kategori sedang.

Persentase kesulitan siswa SMA A, SMA B dan SMA C dalam menentukan volume gas hasil reaksi semakin kecil sampai kepada persentase kesulitan siswa dalam menghitung tekanan awal suatu gas. Persentase kesulitan siswa SMA A dan SMA C semakin meningkat ketika siswa menghitung volume akhir suatu gas. Hasil uji coba instrumen menunjukkan bahwa tingkat kesukaran butir-butir soal dalam menghitung jumlah molekul, tekanan awal, tekanan akhir dan volume awal suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal termasuk kriteria soal sedang, sedangkan tingkat kesukaran butir-butir soal dalam menentukan volume gas hasil reaksi dan menghitung volume akhir suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal termasuk kriteria soal sukar. Persentase kesulitan siswa SMA A, dan SMA C seiring dengan tingkat kesukaran butir soal untuk setiap indikator.

Pola jawaban siswa merupakan gambaran letak kesulitan yang dialami siswa pada setiap langkah penyelesaian dari butir soal. Pola ini digunakan untuk mengungkap kesulitan siswa dalam memahami hukum gas. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesulitan siswa berdasarkan pola jawaban salah dominan dalam menyelesaikan TKMHG yang meliputi tujuh indikator.

Kesulitan siswa dalam menentukan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien pereaksi gas yang sama tetapi perbandingan volume gas pereaksi berbeda ditelusuri melalui butir soal 1. Kesulitan siswa dalam menentukan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien dan volume gas pereaksi yang sama ditelusuri melalui butir soal 2. Kesulitan siswa dalam menghitung jumlah molekul, tekanan awal, tekanan akhir, volume awal dan volume akhir suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal ditelusuri masing-masing melalui butir soal 3, 4, 5, 6, dan 7. Siswa mengalami kesulitan apabila skor rerata lebih kecil dari skor ideal pada masing-masing butir soal. Skor rerata dan skor ideal siswa SMA A, SMA B, dan SMA C pada setiap butir soal disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Skor Rerata SMA A, SMA B, dan SMA C Pada Setiap Butir Soal**

| Butir Soal | Skor Maksimal | Skor Ideal |       |       | Rerata |       |       |
|------------|---------------|------------|-------|-------|--------|-------|-------|
|            |               | SMA A      | SMA B | SMA C | SMA A  | SMA B | SMA C |
| 1          | 1             | 0,75       | 0,78  | 0,76  | 0,38   | 0,28  | 0,28  |
| 2          | 1             | 0,75       | 0,78  | 0,76  | 0,40   | 0,31  | 0,30  |
| 3          | 3             | 2,25       | 2,34  | 2,28  | 2,03   | 2,43  | 2,04  |
| 4          | 3             | 2,25       | 2,34  | 2,28  | 2,45   | 2,68  | 2,33  |
| 5          | 3             | 2,25       | 2,34  | 2,28  | 1,71   | 1,50  | 1,43  |
| 6          | 3             | 2,25       | 2,34  | 2,28  | 2,50   | 2,91  | 2,54  |
| 7          | 3             | 2,25       | 2,34  | 2,28  | 0,82   | 1,26  | 0,81  |

Data skor rerata siswa SMA A, SMA B, dan SMA C dalam menentukan volume gas hasil reaksi (butir soal 1 dan butir soal 2) lebih kecil dari skor ideal, artinya siswa mengalami kesulitan dalam menentukan volume gas hasil reaksi. Skor rerata siswa dalam menghitung tekanan (butir soal 5) dan volume akhir suatu gas (butir soal 7) lebih kecil dari skor ideal, artinya siswa mengalami kesulitan dalam menghitung tekanan dan volume akhir suatu gas. Skor rerata siswa SMA A dan SMA C dalam menghitung jumlah molekul suatu gas lebih kecil dari skor ideal, artinya siswa mengalami kesulitan dalam menentukan jumlah molekul suatu gas. Skor rerata tertinggi SMA A sebesar 2,50, SMA B sebesar 2,91, dan SMA C sebesar 2,54 diperoleh ketika siswa menghitung volume awal suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal (butir soal 6). Artinya, konsep ini lebih mudah dipahami oleh sebagian besar siswa dibandingkan dengan konsep yang terdapat pada butir soal lain.

Joseph Louis Gay-Lussac (1800) melakukan percobaan terhadap reaksi gas yang diukur pada suhu (T) dan tekanan (P) yang sama. Ia berhasil melakukan percobaan tentang volume gas yang terlibat pada berbagai reaksi, di mana setiap satuan volume gas hidrogen bereaksi dengan satu satuan volume gas klorin menghasilkan dua satuan volume gas hidrogen klorida. Setiap dua satuan volume gas hidrogen bereaksi dengan satu satuan volume gas oksigen menghasilkan dua satuan volume uap air. Ia mendapatkan bahwa perbandingan volume gas-gas yang terlibat dalam reaksi merupakan bilangan bulat dan sederhana, fakta ini melahirkan Hukum Gay-Lussac. Gas-gas bereaksi satu sama lain dalam volume-volume yang berbanding bilangan bulat kecil, jika volume-volume itu diukur pada tekanan dan temperatur yang sama (Keenan,1984). Pada suhu dan tekanan yang sama, perbandingan volume gas-gas yang terlibat dalam reaksi sama dengan perbandingan koefisien reaksi.

$$\frac{V_{gas\ 1}}{V_{gas\ 2}} = \frac{koefisien\ gas\ 1}{koefisien\ gas\ 2}$$

Jawaban salah siswa dalam menentukan volume gas hasil reaksi jika diketahui perbandingan koefisien pereaksi gas sama tetapi perbandingan volume gas pereaksi berbeda dengan cara menjumlahkan volume gas pereaksi tanpa mempertimbangkan perbandingan koefisien dan volume gas yang bereaksi pada suhu dan tekanan yang tetap. Hal yang sama terjadi ketika siswa menentukan volume gas hasil reaksi jika diketahui perbandingan koefisien dan volume gas pereaksi sama dengan cara yang sama yaitu menjumlahkan volume gas pereaksi

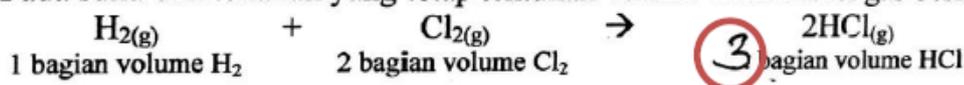
tanpa mempertimbangkan perbandingan koefisien dan volume gas yang bereaksi pada suhu dan tekanan yang tetap. Siswa tidak memahami bahwa angka perbandingan berupa bilangan bulat sederhana juga menunjukkan angka koefisien gas dalam persamaan reaksi.

Penentuan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien pereaksi gas yang sama tetapi perbandingan volume gas pereaksi berbeda terdapat pada butir soal 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 68,20% siswa mengalami kesulitan. Data ini menjelaskan sebagian besar siswa memiliki kesulitan dalam menentukan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien pereaksi gas yang sama tetapi perbandingan volume gas pereaksi berbeda. Terdapat 63% pola jawaban siswa seperti cuplikan berikut.

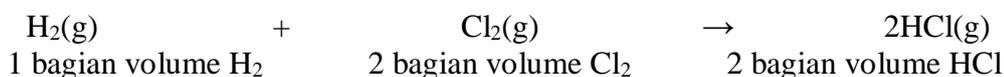
---

### Pola Jawaban

Pada suhu dan tekanan yang tetap tentukan volume hasil reaksi gas berikut:



Pada cuplikan di atas siswa diminta menentukan volume hasil reaksi gas jika perbandingan koefisien pereaksi sama tetapi perbandingan volume pereaksi berbeda pada suhu dan tekanan yang tetap. Siswa menganggap bahwa volume gas hasil reaksi adalah hasil penjumlahan volume gas pereaksi ( $\text{H}_2(\text{g})$  dan  $\text{Cl}_2(\text{g})$ ) tanpa mempertimbangkan perbandingan volume gas yang terlibat dalam reaksi dan perbandingan koefisiennya pada suhu dan tekanan tetap.



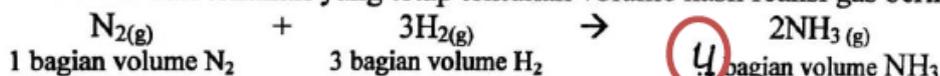
Perbandingan volume gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ) dan klorin ( $\text{Cl}_2$ ) adalah 1:2. Hanya setengah dari volume gas klorin ( $\text{Cl}_2$ ) yang diperlukan untuk bereaksi dengan gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ), sehingga volume gas klorin ( $\text{Cl}_2$ ) bersisa. Perbandingan volume gas yang bereaksi adalah 1:1. Sehingga perbandingan koefisien dan volume gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ), dan hidrogen klorida ( $\text{HCl}(\text{g})$ ) menjadi 1:2. Artinya, gas hidrogen klorida ( $\text{HCl}(\text{g})$ ) yang dihasilkan sebanyak 2 bagian volume.

Penentuan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien dan volume gas pereaksi yang sama terdapat pada butir soal 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 65,89 % siswa mengalami kesulitan. Data ini menjelaskan bahwa sebagian besar siswa memiliki kesulitan dalam menentukan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien dan volume gas pereaksi yang sama. Terdapat 62 % pola jawaban siswa seperti cuplikan berikut.

---

### Pola Jawaban

Pada suhu dan tekanan yang tetap tentukan volume hasil reaksi gas berikut:



Pada cuplikan di atas siswa diminta menentukan volume hasil reaksi gas jika perbandingan koefisien dan volume pereaksi sama pada suhu dan tekanan yang tetap. Siswa menganggap volume gas hasil reaksi adalah hasil penjumlahan volume gas pereaksi ( $N_2(g)$  dan  $H_2(g)$ ) tanpa mempertimbangkan perbandingan volume gas yang terlibat dalam reaksi dan perbandingan koefisiennya pada suhu dan tekanan tetap.

Perbandingan volume gas nitrogen dan hidrogen adalah 1:3. Satu bagian volume gas hidrogen ( $H_2$ ) yang diperlukan untuk bereaksi dengan gas nitrogen ( $N_2$ ), sehingga volume gas hidrogen bersisa ( $H_2$ ). Perbandingan volume gas yang bereaksi adalah 1:1. Akibatnya, perbandingan koefisien dan volume gas nitrogen ( $N_2$ ) dan amonia ( $NH_3$ ) menjadi 1:2. Artinya, amonia ( $NH_3$ ) yang dihasilkan sebanyak 2 bagian volume.

Hukum Boyle, Hukum Charles dan Hukum Avogadro dapat digabung menjadi satu persamaan, yaitu persamaan gas ideal (ideal gas equation) yang meliputi keempat variabel gas: volume, tekanan, suhu, dan jumlah gas (Petrucci, 2007). Pada tekanan rendah, tekanan, volume, temperatur, dan jumlah gas dihubungkan dengan pernyataan:

$$pV = nRT$$

di mana konstanta gas R sama untuk setiap gas.

Persamaan gas ideal berguna untuk menyelesaikan soal-soal yang tidak melibatkan perubahan P, V, T, dan n pada sampel gas. Walaupun demikian, dapat pula digunakan ketika memerlukan kondisi yang menyangkut perubahan tekanan, volume, suhu, dan bahkan jumlah gas. Jika kondisi berubah, kita harus menggunakan persamaan gas ideal dengan bentuk yang sudah dimodifikasi yang menyangkut kondisi awal dan kondisi akhir. Persamaan yang dimodifikasi dapat diturunkan dari Persamaan (1.0) dengan cara berikut,

$$R = \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} \text{ (sebelum perubahan)}$$

dan

$$R = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \text{ (sesudah perubahan)}$$

sehingga

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

Jika  $n_1 = n_2$ , seperti kasus yang lazim jika jumlah gas tidak berubah, maka persamaannya menjadi (Chang, 2005),

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Jawaban salah siswa dalam menghitung jumlah molekul suatu gas dengan cara menggunakan persamaan gas ideal hanya pada keadaan dasar tanpa mempertimbangkan keadaan awal dan keadaan akhir gas. Hal ini juga dilakukan siswa ketika menghitung tekanan awal gas, tekanan akhir gas, volume awal gas, dan volume akhir gas.

Penentuan jumlah molekul suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal terdapat pada butir soal 3. Persentase kesulitan siswa adalah sebesar 32,94% dan persentase jawaban benar siswa adalah sebesar 67,05%. Data ini menjelaskan bahwa sebagian besar siswa tidak memiliki

kesulitan dalam menghitung jumlah molekul suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal. Terdapat 24% pola jawaban siswa seperti cuplikan berikut.

### Pola Jawaban

3. Jumlah molekul gas awalnya 1 mol dengan volume 3,0 L, tekanan 2,0 atm dan suhu 25°C mengalami perubahan sehingga tekanan akhir menjadi 1,5 atm, sedangkan volume dan suhu tetap. Berapa jumlah molekul gas setelah terjadi perubahan?

| Langkah penyelesaian & jawaban:    |   |
|------------------------------------|---|
| Diketahui : $V = 3,0 \text{ L}$    | $PV = nRT$                                |
| $T = 25^\circ\text{C} + 273$       | $1,5 \cdot 3,0 = n \cdot 0,082 \cdot 298$ |
| $= 298^\circ\text{K}$              | $4,5 = n \cdot 24,436$                    |
| $P_1 = 2,0 \text{ atm}$            | $n = 4,5$                                 |
| $P = 0,082 \text{ L}$              | $\frac{4,5}{24,436}$                      |
| $\text{atm mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ | $n = 0,184$                               |
| $P_2 = 1,5 \text{ atm}$            |   |

Pada cuplikan di atas siswa diminta menghitung jumlah molekul gas apabila volume dan suhunya tetap, tetapi tekanan mengalami perubahan pada keadaan awal dan akhir. Pola jawaban salah siswa menunjukkan bahwa siswa menganggap jumlah molekul gas ideal dapat ditentukan dengan persamaan gas ideal pada keadaan tetap ( $pV=nRT$ ) tanpa mempertimbangkan keadaan awal dan keadaan akhir gas. Jika volume dan suhu tidak mengalami perubahan, jumlah molekul dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

### SIMPULAN

Kesulitan siswa dalam memahami hukum-hukum gas meliputi konsep: (1) penentuan volume gas hasil reaksi gas dengan perbandingan koefisien pereaksi gas yang sama tetapi perbandingan volume gas pereaksi berbeda mencapai 68,20%; (2) penentuan volume gas hasil reaksi dengan perbandingan koefisien dan volume gas pereaksi yang sama mencapai 65,89%; (3) penentuan jumlah molekul, tekanan awal, tekanan akhir, volume awal, dan volume akhir suatu gas dari dua keadaan berbeda menggunakan persamaan gas ideal masing-masing mencapai 32,94%; 21,38%; 53,17%; 15,60%; dan 74,56%. Siswa menentukan volume gas hasil reaksi dengan cara menjumlahkan volume gas pereaksi, tanpa mempertimbangkan perbandingan koefisien dan volume gas yang terlibat dalam reaksi pada suhu dan tekanan tetap. Siswa menghitung jumlah molekul, tekanan awal, tekanan akhir, volume awal, dan volume akhir suatu gas dengan menggunakan persamaan gas ideal pada keadaan dasar tanpa mempertimbangkan keadaan awal dan keadaan akhir gas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Annurrahman. 2016. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Atkins, P.W. 1993. *Kimia Fisika Edisi Keempat Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Chang, Raymond. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti Inti Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Djaali & Muljono, Pudji. 2008. *Pengukuran dalam Bidang Pendidikan*. Jakarta: Grasindo.
- E. Goldberg, David. 2005. *Kimia untuk Pemula Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Keenan, Charles W., C. Kleinfelter, Donald., & H. Wood, Jesse . 1984. *Kimia untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Middlecamp, C. & Elizabeth, K. 1995. *Panduan Belajar Kimia Dasar*. Jakarta: Gramedia.
- Mulyadi. 2010. *Diagnosis Kesulitan Belajar & Bimbingan Terhadap Kesulitan Belajar Khusus*. Yogyakarta: Nuha Litera.
- Mulyasa, E. 2006. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Petrucci, Harwood, Herring & Madura. 2007. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Edisi Keempat Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Purwanto. 2009. *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Setiawan, Andi. 2005. *Belajar dan Pembelajaran*. 2017. Jakarta: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Sudijono, Anas. 1998. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Suwarto. 2013. *Pengembangan Tes Diagnostik dalam Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.