

Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Solving* menggunakan LKS Berbantuan Diagram Ve Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Termokimia

Ririn Andini¹, Subandi¹, Surjani Wonorahardjo¹
¹Pendidikan Kimia-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 23-01-2018
Disetujui: 18-09-2018

Kata kunci:

thermochemistry;
problem solving;
Ve diagram;
ability to think critically;
termokimia;
problem solving;
diagram Ve;
kemampuan berpikir kritis;

ABSTRAK

Abstract: The purpose of this research is to know the difference of critical thinking ability between students in learning with problem solving model using LKS assisted diagram Ve with students in learning by problem solving learning using LKS without diagram Ve. This research is a quasi-experimental research with pretest-posttest nonequivalent control group design. The subjects were class XI MIPA 6E3 as experimental class 1 and XI MIPA 6D3 as experimental class 2. Students in experiment 1 class were taught with problem solving using assisted LKS diagram Ve while students in experimental class 2 were solved with problem solving using LKS without Ve diagram. Instruments for measuring students' critical thinking skills are essays of validation. The results showed that the students using the assisted LKS diagram Ve in the thermochemical learning resulted in a higher N-Gain score (0.74 = high category) than the class that did not use the Ve diagram (0.69 = medium category).

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *problem solving* menggunakan LKS berbantuan diagram Ve dengan siswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran *problem solving* menggunakan LKS tanpa diagram Ve. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu dengan desain pretest-posttest *nonequivalent control group*. Subjek penelitian adalah kelas XI MIPA 6E3 sebagai kelas eksperimen 1 dan XI MIPA 6D3 sebagai kelas eksperimen 2. Siswa pada kelas eksperimen 1 dibelajarkan dengan *problem solving* menggunakan LKS berbantuan diagram Ve, sedangkan siswa pada kelas eksperimen 2 dibelajarkan dengan *problem solving* menggunakan LKS tanpa diagram Ve. Instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa berupa soal esai yang tervalidasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa yang menggunakan LKS berbantuan diagram Ve dalam pembelajaran termokimia menghasilkan peningkatan kemampuan berpikir kritis (N-Gain score) yang lebih tinggi (0.74 = kategori tinggi) daripada kelas yang tidak menggunakan diagram Ve (0.69 = kategori sedang).

Alamat Korespondensi:

Ririn Andini
Pendidikan Kimia
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: ririnandini.budimansyah91@gmail.com

Salah satu materi pada mata pelajaran kimia di SMA adalah termokimia yang mempelajari tentang perubahan panas yang terjadi dalam reaksi kimia (Effendy, 2007; Silberbeg, 2007; Chang, 2001). Fenomena termokimia dapat langsung dilihat baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam laboratorium sebagai representasi makro yang bisa langsung diamati, misalnya reaksi fotosintesis sebagai reaksi endoterm, namun dalam fenomena tersebut juga terjadi peristiwa yang tidak dapat dilihat oleh mata (mikroskopis) seperti pergerakan dan tumbukan antar partikel-partikel yang harus dinyatakan dalam bentuk simbolis berupa persamaan reaksi.

Adanya karakteristik yang kompleks dari materi termokimia ini menjadikan siswa beranggapan bahwa materi tersebut merupakan materi yang abstrak dan sulit dipahami terutama pada konsep-konsep seperti materi sistem dan lingkungan, dimana siswa beranggapan bahwa gelas kimia adalah sistem karena yang berada di dalam gelas kimia adalah sistem. Pada konsep eksoterm dan endoterm, sebagian siswa mengklasifikasikan fotosintesis ke dalam reaksi eksoterm, dan pada jenis-jenis perubahan entalpi, misalnya pada perubahan entalpi pembakaran standar, siswa beranggapan bahwa setiap reaksi dengan

oksigen termasuk persamaan termokimia dari perubahan entalpi pembakaran standar. Kendala ini disebabkan karena pada umumnya sebagian besar siswa belajar dengan pola menghafal, siswa hafal konsep, tetapi ketika diterapkan dalam praktikum atau diminta menganalisis gambar/diagram siswa tidak bisa dan kemampuan proseduralnya (kemampuan menyusun langkah-langkah logis untuk menyelesaikan masalah) sangat lemah.

(Khasanah, Wartono, & Yuliati, 2016) menyatakan bahwa kesulitan dan miskonsepsi yang dialami oleh siswa dapat dikurangi dengan fokus pada penguasaan konsep, dengan melibatkan proses berpikir (Nugraha, Kaniawati, Rusdiana, & Kira, 2016). Untuk itu sangat penting bagi siswa untuk menguasai konsep (Arends, 2012; Unsal, 2011) dan menggunakan kemampuan berpikir kritis (Judge, Jones, & McCreery, 2009). Kemampuan berpikir kritis ditanamkan dalam sains yang diajarkan di sekolah maupun perguruan tinggi (Behar-Horenstei, Garvan, & Niu., 2013; Elen, Tiruneh, & Verburgh, 2014; Cock, Tiruneh, & Weldeslassie, 2016). Dengan alasan tersebut kemampuan berpikir kritis sangat bergantung pada materi yang diajarkan.

Faktor lain yang menyebabkan ketidaktuntasan hasil belajar adalah oleh masih lemahnya proses pembelajaran di dalam kelas. Metode yang digunakan masih bersifat konvensional yaitu metode ceramah, dimana pada saat proses pembelajaran berlangsung, guru kurang menekankan proses keterlibatan siswa untuk mengemukakan gagasannya terhadap suatu masalah, dan kurang memberikan kesempatan bagi siswa untuk berkembang secara mandiri melalui proses berpikirnya. Akibatnya, siswa cenderung pasif dan keterampilan berpikir kreatifnya rendah, serta kurang memahami materi yang diajarkan. Hal ini tidak sesuai dengan aspek proses belajar menurut kurikulum 2013. Oleh karena itu, diperlukan pembelajaran yang mengarahkan pada penguatan keterampilan berpikir kritis. Untuk mengatasi permasalahan yang timbul dalam pembelajaran khususnya materi termokimia yang membutuhkan pemahaman konseptual dan keterampilan matematika dalam penyelesaian masalahnya maka perlu diterapkan antara lain penggunaan model, metode, strategi dan pendekatan pembelajaran yang tepat, yaitu salah satunya adalah model *problem solving*. Model pembelajaran ini memberikan pengalaman belajar dalam menyelesaikan masalah.

Model pembelajaran *problem solving* dapat menjadikan siswa lebih aktif dalam proses belajar mengajar, karena dapat merangsang dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk inisiatif sendiri melakukan analisis dan sintesis terhadap persoalan yang dihadapi sehingga diperoleh penyelesaian (Saptorini, 2007). Adanya permasalahan yang diberikan akan mengajak siswa lebih aktif dalam pembelajaran, memahami isi pembelajaran, menantang kemampuan berpikir siswa untuk mengatasi masalah yang dihadapinya, menemukan solusi yang tepat atas permasalahan tersebut. Kelebihan model pembelajaran *problem solving* adalah dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, menumbuhkan inisiatif siswa dalam bekerja, motivasi internal untuk belajar, dan dapat mengembangkan hubungan interpersonal dalam bekerja kelompok. Hal ini sesuai dengan pendapat Sanjaya (2009) yang menyatakan model pembelajaran *problem solving* merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Siswa yang mampu berpikir kritis akan mampu menyelesaikan masalah secara efektif (Snyder & Snyder, 2008; Peter, 2012; Chukwuyenum, 2013).

Dalam model pembelajaran *problem solving* siswa dapat mengumpulkan informasi dari berbagai sumber dan menyusun jawaban dari suatu permasalahan. Namun, dalam implementasinya *problem solving* banyak mengalami kendala yang disebabkan sulitnya siswa menghubungkan konsep yang telah diperoleh dengan konsep yang akan dipelajari, sehingga terhambat pada tahap analisis masalah dan perencanaan pada sintak *problem solving*. (Indrayana, Santyasa, & Artawan, 2015) mengungkapkan bahwa siswa banyak mengalami kesulitan dalam proses penyelesaian masalah, hal tersebut terjadi karena siswa belum terlatih untuk memanfaatkan informasi yang ada serta belum terampil mengatur strategi dalam menyelesaikan tugas. Berdasarkan temuan tersebut dapat disimpulkan bahwa salah satu penyebab siswa belum terlatih dalam melakukan proses refleksi. Proses refleksi sangat baik digunakan untuk memetakan konsep-konsep apa saja yang telah diperoleh, sehingga konsep sebelumnya dapat dihadirkan kembali saat menyelesaikan masalah berikutnya. Selain itu, proses refleksi akan membantu memperkuat daya ingat. Proses refleksi pembelajaran akan dilatihkan jika siswa ditugasi untuk membuat diagram Ve. Disamping itu, agar pencapaian pemahaman konsep dan kreativitas siswa lebih baik, guru dapat memberikan lembar kerja siswa siswa untuk diisi. Namun, kegiatan praktikum dengan menggunakan LKS belum menantang siswa untuk menemukan konsep serta pengetahuan baru. Penemuan konsep dan pengetahuan itu akan terjadi jika siswa ditugasi membuat diagram Ve. Oleh sebab itu, LKS pada penelitian ini akan diintegrasikan dengan diagram Ve.

Diagram Ve terdiri dari dua bagian yaitu bagian kiri yang disebut dengan sisi konseptual dan bagian kanan yang disebut dengan sisi metodologi. Hasil penelitian Rahman (2016) membuktikan bahwa penggunaan Lembar Kerja Siswa tipe diagram Ve dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, diagram Ve mampu menghubungkan antara penemuan hasil kegiatan belajar dengan konsep dan teori yang terkait. Dengan mengacu pada pertanyaan fokus, siswa diajak untuk menemukan hubungan antara struktur ilmu pengetahuan yang mereka temukan di kelas atau laboratorium dengan konsep dan teori tentang ilmu pengetahuan yang terkait. Kelebihan dari diagram Ve adalah bahwa konsep dipetakan sehingga maknanya lebih terorganisasi dengan cara yang lebih koheren dan komprehensif, sehingga membantu siswa untuk membuat hubungan yang bermakna antara pengetahuan teoritis dan proses eksperimental (Keles, Ozgul, & Sibel, 2009). (Roth & Browen, 1998) menyatakan bahwa diagram Ve dapat membantu siswa untuk mengorganisasikan dengan lebih baik pemikiran mereka, melakukan investigasi atau kerja laboratorium dengan lebih efisien.

METODE

Rancangan penelitian ini adalah eksperimental semu (*Quasy Experimental Design*) bertujuan untuk menguji perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2. Pada kelas eksperimen 1 siswa dibelajarkan dengan pembelajaran *problem solving* menggunakan LKS berbantuan diagram Ve sedangkan pada kelas eksperimen 2 siswa dibelajarkan dengan *problem solving* menggunakan LKS tanpa diagram Ve. Rancangan penelitian eksperimental semu dengan *pretest-posttest nonequivalent control group design* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Eksperimen Semu dengan *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group*

Subjek	Pre-Test	Perlakuan	Post-Test
Kelas <i>eksperimen 1</i>	O ₁	X ₁	O ₂
Kelas <i>eksperimen 2</i>	O ₁	X ₂	O ₂

Keterangan:

O₁: Pretest yang dikenakan pada kelompok eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2

X₁: Kelompok yang diajarkan melalui model *problem solving* menggunakan LKS dengan bantuan diagram Ve

X₂: Kelompok yang diajarkan melalui model *problem solving* menggunakan LKS tanpa diagram Ve

O₂: Posttest yang dikenakan pada kelompok eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2

O₁ dan O₂ adalah soal yang setara, meskipun tidak sama

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 10 Malang pada semester ganjil tahun ajaran 2017/2018. Subjek penelitian adalah kelas XI MIPA 6E3 sebagai kelas eksperimen 1 dan XI MIPA 6D3 sebagai kelas eksperimen 2. Siswa pada kelas eksperimen 1 dibelajarkan dengan *problem solving* menggunakan LKS berbantuan diagram Ve, sedangkan siswa pada kelas eksperimen 2 dibelajarkan dengan *problem solving* menggunakan LKS tanpa diagram Ve.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan berupa silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dan Lembar Kerja Siswa (LKS). Instrumen perlakuan ini sebelum digunakan telah divalidasi oleh tiga ahli dan dinyatakan layak digunakan. Instrumen pengukuran berupa tes tertulis dalam bentuk soal esai pada pokok bahasan termokimia. Kemampuan berpikir kritis yang diukur mencakup lima aspek, yaitu penjelasan dasar, dasar pengambilan keputusan, menyimpulkan, membuat penjelasan lebih lanjut, serta perkiraan dan integrasi (Ennis, 2011). Sebelum digunakan, instrumen pengukuran terlebih dahulu diujicobakan dan diperoleh 10 soal yang valid diantara 13 soal, sedangkan reliabilitasnya 0,737 dengan kriteria tinggi. Hanya soal yang valid dan reliabel yang digunakan dalam penelitian ini.

Analisis Data

Efektivitas pembelajaran di kelas eksperimen 1 dan eksperimen 2 akan dibandingkan dengan menggunakan peningkatan kemampuan berpikir kritis (KBK) siswa yang diukur dari skor N-Gain menggunakan rumus sebagai berikut. Hake (1999) menyatakan bahwa $\langle g \rangle$ memiliki tiga kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 2.

$$\langle g \rangle = \frac{(\text{skor posttest} - \text{skor pretest})}{(\text{skor maksimum} - \text{skor pretest})}$$

Tabel 2. Kriteria N-Gain Score ($\langle g \rangle$)

Skala N-Gain score	Kriteria N-Gain score
$\langle g \rangle \geq 0,700$	Tinggi
$0,300 \leq \langle g \rangle < 0,700$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,300$	Rendah

Sumber: Hake (1999)

HASIL

Kemampuan berpikir kritis siswa diukur berdasarkan hasil jawaban siswa pada soal esai *pre test* dan *post test*. Data kemampuan berpikir kritis awal akhir dan *gain score* siswa dianalisis dengan menggunakan uji-t (*sample independent test*). Sebelumnya dilakukan uji prasyarat analisis yaitu uji normalitas dan homogenitas data kemampuan berpikir kritis awal dan akhir. Hasil uji normalitas dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* nilai signifikansi (1,193 dan 0,785) > 0,050, disimpulkan bahwa data kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 terdistribusi normal. Hasil uji homogenitas dengan uji *Levene* nilai signifikansi Sig. (0,288) > 0,050 disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 mempunyai varian yang sama. Hasil uji-t untuk kemampuan berpikir kritis siswa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji-t Sampel Independen Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Kelas Eksperimen 1 dan 2

KBK	Nilai Rata-Rata Kelas			Uji-t (Sig. 2 tailed)	Kesimpulan
	Eksperimen 1		Eksperimen 2		
Sebelum (X)	2,16	vs	1,24	0,403	Tidak berbeda
Setelah (Y)	74,54	vs	68,47	0,009	Berbeda
Gain (Y-X)	72,38	vs	67,23	0,035	Berbeda
N-Gain	0,79	vs	0,72	0,009	Berbeda

Pada Tabel 3 ditunjukkan rata-rata KBK sebelum dan setelah perlakuan serta selisih nilai siswa tiap kelas sampel berbeda. Perbedaan ini harus dibuktikan dengan uji statistik yaitu uji-t. Jika hasil uji-t memiliki nilai signifikansi lebih kecil dari 0,050, maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan antara KBK siswa pada kelas eksperimen 1 dan pada kelas eksperimen 2. Berdasarkan hasil uji-t terhadap kemampuan berpikir kritis yang tertera pada tabel 3 dapat disimpulkan bahwa selisih KBK siswa pada kelas eksperimen 1 lebih tinggi dibandingkan pada kelas eksperimen 2. Hal ini dibuktikan dari hasil uji-t, diperoleh nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,050 yaitu 0,035. Adapun perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Deskripsi Data Kemampuan Berpikir Kritis

Aspek KBK	Eksperimen 1				Eksperimen 2			
	X	Y	Gain (Y-X)	N-Gain	X	Y	Gain (Y-X)	N-Gain
Memberikan penjelasan sederhana	8.82	93.14	84.32	0.92	6.21	94.12	87.91	0.94
Keterampilan membuat keputusan	1.96	33.33	31.37	0.32	0.00	44.12	44.12	0.44
Menyimpulkan	0.00	79.08	79.08	0.79	0.00	71.57	71.57	0.72
Memberikan penjelasan lanjutan	0.00	85.29	85.29	0.85	0.00	61.76	61.76	0.62
Mengatur strategi dan teknik	0.00	81.85	81.85	0.82	0.00	70.78	70.78	0.71
Rata-rata	2.16	74.54	72.38	0.74	1.24	68.47	67.23	0.69
Ketuntasan klaksikal	61,76%				35,29%			

Keterangan:

- X = KBK sebelum perlakuan
 Y = KBK setelah perlakuan
 Gain score = Selisih KBK sebelum dan setelah perlakuan
 N-Gain = Peningkatan KBK
 Ketuntasan Klaksikal = Jumlah siswa yang memperoleh nilai diatas KKM (78)

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data, kemampuan berpikir kritis akhir siswa pada kelas eksperimen 1 lebih tinggi dibandingkan siswa kelas eksperimen 2. Hasil uji-t menunjukkan bahwa ada perbedaan kemampuan berpikir kritis akhir antara siswa pada kedua kelas sampel, sebab nilai signifikansinya lebih kecil dari 0,05. Perbedaan kemampuan berpikir kritis akhir siswa pada kedua kelas sampel menunjukkan adanya pengaruh penggunaan diagram Ve pada pembelajaran *problem solving*.

Diagram Ve merupakan sebuah diagram yang mempunyai sisi konseptual (berpikir) dan sisi metodologis (bekerja). Kedua sisi diagram Ve menekankan aspek belajar yang saling bergantung yaitu teori (*thinking*) dan praktik (*doing*). Pada kedua sisi diagram Ve secara aktif saling berinteraksi selama penggunaan pertanyaan fokus, alur tersebut mengintegrasikan proses berpikir kritis, sehingga secara langsung juga melatih kemampuan berpikir kritis pada siswa ketika siswa mengikuti proses alur diagram Ve. Kemampuan berpikir kritis dapat membantu siswa dalam bernalar, refleksi, dan membuat keputusan (Brookhart, 2010; Stobaugh, 2013). Kemampuan berpikir kritis juga dapat membantu siswa dalam mengolah informasi dan membuat keputusan yang logis (Stobaugh, 2013).

Pada tahap membuat pertanyaan pada diagram Ve, siswa terbantu untuk melatih kemampuan memfokuskan pertanyaan, bertanya, dan menjawab pertanyaan. Tahapan teori, prinsip, dan konsep dalam diagram Ve melatih kemampuan mempertimbangkan sumber yang dapat dipercaya atau tidak dan mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi dalam aspek kemampuan berpikir kritis. Tahap transformasi dapat melatih penentuan suatu tindakan dan interaksi dengan orang lain. Pada tahap terakhir yaitu tahap kesimpulan, memberikan kesempatan pada siswa untuk menyimpulkan hal-hal yang telah dipelajarinya mulai dari awal hingga akhir pembelajaran. Kemampuan berpikir kritis siswa dalam penelitian ini bisa dilihat dari skor hasil kerja siswa dalam mengerjakan diagram Ve. Berikut contoh perbandingan hasil kerja siswa yang memiliki nilai diagram Ve tinggi, sedang, dan rendah (Gambar 1, 2, dan 3) dan contoh hasilnya (Tabel 5).

Tujuan: Melalui percobaan, siswa dapat menjelaskan kebenaran Hukum Hess

TEORI dan PRINSIP
 Hukum Hess muncul berdasarkan fakta bahwa banyak pembentukan senyawa dari unsur-unsurnya yang tidak dapat diukur perubahan entalpinya secara laboratorium. Seorang ilmuwan, Jerman Hess, telah melakukan beberapa penelitian perubahan entalpi ini dan hasilnya adalah bahwa perubahan entalpi dari suatu reaksi tidak bergantung pada jalannya reaksi, apakah reaksi tersebut berlangsung satu tahap atau beberapa tahap. Penemuan ini dikenal dengan Hukum Hess yang berbunyi: "Perubahan entalpi reaksi hanya tergantung pada keadaan awal dan akhir sistem, tidak bergantung pada jalannya reaksi".
 Hukum Hess juga menyatakan bahwa entalpi suatu reaksi merupakan jumlah total dari penjumlahan kalor reaksi tiap mol dari masing-masing tahap atau orde reaksi. Sehingga besarnya perubahan entalpi (ΔH) dapat ditentukan hanya dengan mengetahui kalor reaksi dari setiap tahap reaksi yang terlibat dalam reaksi itu. Dasar dari hukum Hess ini adalah bahwa entalpi atau energi internal adalah besaran yang tidak tergantung pada jalannya reaksi. Suatu reaksi kadang-kadang tidak hanya berlangsung melalui satu jalur akan tetapi bisa juga melalui jalur lain dengan hasil perolehan yang sama.

PERTANYAAN FOKUS
 Berdasarkan data dan hasil perhitungan ΔH yang didapat, apakah Hukum Hess benar?

KESIMPULAN:

- Hukum Hess menyatakan bahwa entalpi suatu reaksi tidak tergantung pada jalannya reaksi, tetapi tergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir reaksi.
- Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksoterm karena adanya kenaikan suhu dan perubahan entalpinya bernilai negatif.
- Berdasarkan data dan hasil perhitungan ΔH yang didapat, Hukum Hess terbukti, karena menurut hasil percobaan nilai $\Delta H_1 = (\Delta H_2 + \Delta H_3)$.

TRANSFORMASI Hasil Pengamatan

Perc	Awal	Suhu (°C) akhir	ΔT	ΔH
A	T _{HCl} = 23 °C	T _{HCl} + NaOH = 33 °C	10 °C	$\Delta H = -84$ kJ/mol
PERCOBAAN II				
B	T _{air} = 27 °C	T _{air} + NaOH = 33 °C	6 °C	$\Delta H = -25,2$ kJ/mol
C	T _{HCl} = 28 °C	T _{HCl} + NaOH = 35 °C	7 °C	$\Delta H = -58,8$ kJ/mol

PERCOBAAN I
 a. Diagram siklus
 Perubahan A menjadi C dapat berlangsung 2 tahap
 Tahap I (secara langsung) $A \rightarrow C$ ΔH_1
 Tahap II (secara tidak langsung) $A \rightarrow B$ ΔH_2
 $B \rightarrow C$ ΔH_3
 $A \rightarrow C$ ΔH_1
 Berdasarkan hukum Hess maka harga $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

PERCOBAAN II
 b. Diagram tingkat energi
 Tahap I (secara langsung) $A \rightarrow C$ ΔH_1
 Tahap II (secara tidak langsung) $A \rightarrow B$ ΔH_2
 $B \rightarrow C$ ΔH_3
 Berdasarkan hukum Hess maka harga $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

KONSEP
 Diketahui diagram Hess reaksi $A \rightarrow C$

PERISTIWA DAN / ATAU OBJEK
 Eksperimen Membuktikan Kebenaran Hukum Hess

PEMBAHASAN:

a. $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
 larutan = m. C. ΔT
 $= 100 \text{ g} \times 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 10^\circ\text{C}$
 $= 4.200 \text{ J} = -4,2 \text{ kJ}$
 Jumlah mol NaOH = m/Mr = 2/40 = 0,05
 Untuk 1 mol NaOH $\Delta H = -q/n = -4,2 \text{ kJ} / 0,05 \text{ mol} = -84 \text{ kJ/mol}$

b. $\text{NaOH}_{(s)} \rightarrow \text{NaOH}_{(aq)}$
 larutan = m. C. ΔT
 $= 50 \text{ g} \times 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 6^\circ\text{C}$
 $= 1.260 \text{ J} = -1,26 \text{ kJ}$
 Jumlah mol NaOH = m/Mr = 2/40 = 0,05
 Untuk 1 mol NaOH $\Delta H = -q/n = -1,26 \text{ kJ} / 0,05 \text{ mol} = -25,2 \text{ kJ/mol}$

c. $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
 larutan = m. C. ΔT
 $= 50 \text{ g} \times 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 7^\circ\text{C}$
 $= 1.940 \text{ J} = -1,94 \text{ kJ}$
 Jumlah mol NaOH = m/Mr = 2/40 = 0,05
 Untuk 1 mol NaOH $\Delta H = -q/n = -1,94 \text{ kJ} / 0,05 \text{ mol} = -38,8 \text{ kJ/mol}$

Diagram tingkat energi dan diagram siklus dari percobaan

a. Diagram tingkat energi
 $\Delta H_1 = -84 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H_2 = -25,2 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H_3 = -58,8 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 = (-25,2) + (-58,8) = -84 \text{ kJ}$

b. Diagram siklus jalannya reaksi
 $\Delta H_1 = -84 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H_2 = -25,2 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H_3 = -58,8 \text{ kJ/mol}$

Gambar 1. Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis tinggi

Tujuan: Melalui percobaan, siswa dapat menjelaskan kebenaran Hukum Hess

TEORI dan PRINSIP
 Hukum Hess muncul berdasarkan fakta bahwa banyak pembentukan senyawa dari unsur-unsurnya yang tidak dapat diukur perubahan entalpinya secara laboratorium. Seorang ilmuwan, Jerman Hess, telah melakukan beberapa penelitian perubahan entalpi ini dan hasilnya adalah bahwa perubahan entalpi dari suatu reaksi tidak bergantung pada jalannya reaksi, apakah reaksi tersebut berlangsung satu tahap atau beberapa tahap. Penemuan ini dikenal dengan Hukum Hess yang berbunyi: "Perubahan entalpi reaksi hanya tergantung pada keadaan awal dan akhir sistem, tidak bergantung pada jalannya reaksi".
 Hukum Hess juga menyatakan bahwa entalpi suatu reaksi merupakan jumlah total dari penjumlahan kalor reaksi tiap mol dari masing-masing tahap atau orde reaksi. Sehingga besarnya perubahan entalpi (ΔH) dapat ditentukan hanya dengan mengetahui kalor reaksi dari setiap tahap reaksi yang terlibat dalam reaksi itu. Dasar dari hukum Hess ini adalah bahwa entalpi atau energi internal adalah besaran yang tidak tergantung pada jalannya reaksi. Suatu reaksi kadang-kadang tidak hanya berlangsung melalui satu jalur akan tetapi bisa juga melalui jalur lain dengan hasil perolehan yang sama.

PERTANYAAN FOKUS
 Berdasarkan data dan hasil perhitungan ΔH yang didapat, apakah Hukum Hess benar?

KESIMPULAN:

- Hukum Hess menyatakan bahwa entalpi suatu reaksi tidak tergantung pada jalannya reaksi, tetapi tergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir reaksi.
- Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksoterm karena adanya kenaikan suhu dan perubahan entalpinya bernilai negatif.
- Berdasarkan data dan hasil perhitungan ΔH yang didapat, Hukum Hess terbukti, karena menurut hasil percobaan nilai $\Delta H_1 = (\Delta H_2 + \Delta H_3)$.

TRANSFORMASI Hasil Pengamatan

Perc	Awal	Suhu (°C) akhir	ΔT	ΔH
A	T _{HCl} = 28 °C	T _{HCl} + NaOH = 38 °C	10 °C	$\Delta H = -84$ kJ/mol
PERCOBAAN II				
B	T _{air} = 27 °C	T _{air} + NaOH = 33 °C	6 °C	$\Delta H = -25,2$ kJ/mol
C	T _{HCl} = 28 °C	T _{HCl} + NaOH = 35 °C	7 °C	$\Delta H = -58,8$ kJ/mol

PERCOBAAN I
 a. Diagram siklus
 Perubahan A menjadi C dapat berlangsung 2 tahap
 Tahap I (secara langsung) $A \rightarrow C$ ΔH_1
 Tahap II (secara tidak langsung) $A \rightarrow B$ ΔH_2
 $B \rightarrow C$ ΔH_3
 $A \rightarrow C$ ΔH_1
 Berdasarkan hukum Hess maka harga $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

PERCOBAAN II
 b. Diagram tingkat energi
 Tahap I (secara langsung) $A \rightarrow C$ ΔH_1
 Tahap II (secara tidak langsung) $A \rightarrow B$ ΔH_2
 $B \rightarrow C$ ΔH_3
 Berdasarkan hukum Hess maka harga $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

KONSEP
 Diketahui diagram Hess reaksi $A \rightarrow C$

PERISTIWA DAN / ATAU OBJEK
 Eksperimen Membuktikan Kebenaran Hukum Hess

PEMBAHASAN:

a. $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
 larutan = m. C. ΔT
 $= 100 \text{ g} \times 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 10^\circ\text{C}$
 $= 4.200 \text{ J} = -4,2 \text{ kJ}$
 Jumlah mol NaOH = m/Mr = 2/40 = 0,05
 Untuk 1 mol NaOH $\Delta H = -q/n = -4,2 \text{ kJ} / 0,05 \text{ mol} = -84 \text{ kJ/mol}$

b. $\text{NaOH}_{(s)} \rightarrow \text{NaOH}_{(aq)}$
 larutan = m. C. ΔT
 $= 50 \text{ g} \times 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 6^\circ\text{C}$
 $= 1.260 \text{ J} = -1,26 \text{ kJ}$
 Jumlah mol NaOH = m/Mr = 2/40 = 0,05
 Untuk 1 mol NaOH $\Delta H = -q/n = -1,26 \text{ kJ} / 0,05 \text{ mol} = -25,2 \text{ kJ/mol}$

c. $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
 larutan = m. C. ΔT
 $= 50 \text{ g} \times 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 7^\circ\text{C}$
 $= 1.940 \text{ J} = -1,94 \text{ kJ}$
 Jumlah mol NaOH = m/Mr = 2/40 = 0,05
 Untuk 1 mol NaOH $\Delta H = -q/n = -1,94 \text{ kJ} / 0,05 \text{ mol} = -38,8 \text{ kJ/mol}$

Gambar 2. Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis sedang

Tujuan: Melalui percobaan, siswa dapat menjelaskan kebenaran Hukum Hess

TEORI dan PRINSIP
 Hukum Hess muncul berdasarkan fakta bahwa banyak pembentukan senyawa dari unsur-unsurnya yang tidak dapat diukur perubahan entalpinya secara laboratorium. Seorang ilmuwan, Jerman Hess, telah melakukan beberapa penelitian perubahan entalpi ini dan hasilnya adalah bahwa perubahan entalpi dari suatu reaksi tidak bergantung pada jalannya reaksi, apakah reaksi tersebut berlangsung satu tahap atau beberapa tahap. Penemuan ini dikenal dengan Hukum Hess yang berbunyi: "Perubahan entalpi reaksi hanya tergantung pada keadaan awal dan akhir sistem, tidak bergantung pada jalannya reaksi".
 Hukum Hess juga menyatakan bahwa entalpi suatu reaksi merupakan jumlah total dari penjumlahan kalor reaksi tiap mol dari masing-masing tahap atau orde reaksi. Sehingga besarnya perubahan entalpi (ΔH) dapat ditentukan hanya dengan mengetahui kalor reaksi dari setiap tahap reaksi yang terlibat dalam reaksi itu. Dasar dari hukum Hess ini adalah bahwa entalpi atau energi internal adalah besaran yang tidak tergantung pada jalannya reaksi. Suatu reaksi kadang-kadang tidak hanya berlangsung melalui satu jalur akan tetapi bisa juga melalui jalur lain dengan hasil perolehan yang sama.

PERTANYAAN FOKUS
 Berdasarkan data dan hasil perhitungan ΔH yang didapat, apakah Hukum Hess benar?

KESIMPULAN:

- Hukum Hess menyatakan bahwa entalpi suatu reaksi tidak tergantung pada jalannya reaksi, tetapi tergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir reaksi.
- Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksoterm karena adanya kenaikan suhu dan perubahan entalpinya bernilai negatif.
- Berdasarkan data dan hasil perhitungan ΔH yang didapat, Hukum Hess terbukti, karena menurut hasil percobaan nilai $\Delta H_1 = (\Delta H_2 + \Delta H_3)$.

TRANSFORMASI Hasil Pengamatan

Perc	Awal	Suhu (°C) akhir	ΔT	ΔH
A	T _{HCl} = 28 °C	T _{HCl} + NaOH = 38 °C	10 °C	$\Delta H = -84$ kJ/mol
PERCOBAAN II				
B	T _{air} = 27 °C	T _{air} + NaOH = 33 °C	6 °C	$\Delta H = -25,2$ kJ/mol
C	T _{HCl} = 28 °C	T _{HCl} + NaOH = 35 °C	7 °C	$\Delta H = -58,8$ kJ/mol

PERCOBAAN I
 a. Diagram siklus
 Perubahan A menjadi C dapat berlangsung 2 tahap
 Tahap I (secara langsung) $A \rightarrow C$ ΔH_1
 Tahap II (secara tidak langsung) $A \rightarrow B$ ΔH_2
 $B \rightarrow C$ ΔH_3
 $A \rightarrow C$ ΔH_1
 Berdasarkan hukum Hess maka harga $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

PERCOBAAN II
 b. Diagram tingkat energi
 Tahap I (secara langsung) $A \rightarrow C$ ΔH_1
 Tahap II (secara tidak langsung) $A \rightarrow B$ ΔH_2
 $B \rightarrow C$ ΔH_3
 Berdasarkan hukum Hess maka harga $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

KONSEP
 Diketahui diagram Hess reaksi $A \rightarrow C$

PERISTIWA DAN / ATAU OBJEK
 Eksperimen Membuktikan Kebenaran Hukum Hess

Gambar 3. Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis rendah

Tabel 5. Contoh Hasil Diagram Ve Siswa dengan Kategori Tinggi, Sedang, dan Rendah

No. Absen	Aspek yang dinilai dari diagram Ve															Jumlah Skor	Kategori							
	1			2			3			4			5											
	(Pertanyaan Fokus)			(Peristiwa/Objek)			(Teori dan Prinsip/Konsep)			(Transformasi)			(Kesimpulan)											
0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	4	0	1	2	3	0	1	2	3				
3	—	—	—	√	—	—	—	√	—	—	—	—	√	—	—	—	√	—	—	—	—	√	100	Tinggi
18	—	—	—	√	—	—	—	√	—	—	—	—	√	—	—	—	√	—	—	—	—	√	88	Sedang
11	—	—	—	√	√	—	—	—	—	—	—	—	√	—	—	—	√	—	—	—	—	√	69	Rendah

Gambar 1, 2, dan 3 merupakan contoh perbandingan hasil kerja siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang tinggi, sedang, dan rendah pada materi penentuan perubahan entalpi menggunakan hukum Hess. Hasil penelitian terhadap diagram Ve terlihat pada tabel 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa bisa dilihat dari pengisian teori, konsep dan prinsip, tahap transformasi dan kesimpulan. Pada gambar 1 siswa yang menuliskan konsep-konsep, teori, dan prinsip yang relevan, ada pengumpulan data kemudian diubah jadi grafik dan ada pembahasan kemudian ada kesimpulan memiliki skor yang lebih besar dibandingkan siswa yang menuliskan ada konsep teori dan prinsip, ada pengumpulan data, tetapi belum sesuai dengan pertanyaan fokus dan tidak ada pembahasan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Sementara itu, siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang rendah adalah siswa yang sama sekali tidak atau kurang menuliskan konsep dan teori, sedikit pengumpulan data dan tidak ada pembahasan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.

Berpikir kritis merupakan kemampuan untuk berpikir pada level yang kompleks dan menggunakan proses analisis dan evaluasi (Duron, Limbach, & Waugh, 2006). Hasil penelitian ini menunjukkan hasil bahwa pembelajaran *problem solving* menggunakan LKS berbantuan diagram Ve terbukti efektif terhadap meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Peningkatan tersebut didukung dengan hasil N-gain rerata sebesar 0,74 dengan kategori tinggi, sedangkan yang tidak menggunakan diagram Ve N-gain rerata sebesar 0,69 dengan kategori sedang.

Kajian penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Rahman (2017) yang menunjukkan bahwa penggunaan diagram Ve dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil penelitian ini diperkuat oleh hasil penelitian (Immonen-orpana & Ahlberg, 2010) yang menyatakan bahwa praktikum berbantuan diagram Ve juga dapat mengarahkan siswa untuk memperoleh prestasi yang lebih tinggi. Hal ini diduga karena dengan belajar melalui praktikum dan diagram Ve menjadikan kegiatan pembelajaran menjadi lebih bermakna.

SIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian dan pembahasan adalah bahwa model pembelajaran *problem solving* menggunakan LKS berbantuan diagram Ve dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, maka model pembelajaran ini baik dan layak untuk diterapkan pada pembelajaran kimia di SMA, baik pada materi termokimia maupun dari materi-materi kimia yang lain, misalnya laju reaksi dan kesetimbangan kimia.

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang terdapat dalam penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan sebagai berikut. (1) Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan meneliti variabel terikat lain, misalnya kemampuan berpikir kreatif dan pemahaman konsep siswa. (2) Diagram Ve dapat dipadukan dengan model pembelajaran lain yang sesuai dengan pendekatan konstruktivistik.

DAFTAR RUJUKAN

- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach. Ninth Edition*. New York: McGraw Hill.
- Behar-Horenstei, L. S., Garvan, C. W., & Niu., L. (2013). Do Instructional Interventions Influence College Students Critical Thinking Skills? A Meta Analysis. *Educational Research Review*, 114-128.
- Brookhart, S. M. (2010). *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*. Virginia USA: ASCD Alexandria.
- Chang, R. (2001). *Chemistry Sixth edition*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Chukwuyenum, A. N. (2013). Impact of Critical Thinking on Performance in Mathematics among Senior Secondary School Students in Lagos State. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 18-25.
- Cock, M. D., Tiruneh, D. T., & Weldeclassie, A. G. (2016). Measuring Critical Thinking in Physics: Development and Validation of a Critical Thinking Test in Electricity and Magnetism. *International Journal of Science and Mathematics Educations*.
- Duron, R., Limbach, B., & Waugh, W. (2006). Critical Thinking Framework for Any Discipline. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 160-166.
- Effendy. (2007). *A-Level chemistry Volume 1 A*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Ennis, R. H. (2011). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*, (Online)
- Elen, J., Tiruneh, D. T., & Verburgh, A. (2014). Effectiveness of Critical Thinking in Higher Education: A Systematic Review of Intervention Studies. *Higher Education Studies*, 1-17.

- Immonen-orpana, P., & Ahlberg. (2010). Collaborative Learning Developing (IBD) using concept maps and Vee diagrams. In Torres, P., Marriott, R. (Eds) Hanbook of Research on Colaborative Learning Using Concept Mapping. *Hershey, NY. IGI GLOBAL* , 215-235.
- Indrayana, T. P., Santyasa, W. I., & Artawan, P. (2015). Pengaruh Model Problem Solving dan Scaffolding terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa Kelas XI IPA. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIX HFI Jateng & DIY*. Yogyakarta.
- Judge, B., Jones, P., & McCreery, E. (2009). *Critical Thinking for Education Students*. Britain: Learning Matter.
- Keles, Ozgul., & Sibel. (2009). Pree-Service Teachers' Attitudes Toward Use of Vee Diagrams In General Physics Laboratory. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1 (3), 125-140.
- Khasanah, Wartono, & Yuliati, L. (2016). Analysis of Mental Model of Students Using Isomorphic Problems in Dynamics of Rotational Motion Topic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5 (2), 186-192.
- Nugraha, M. G., Kaniawati, I., Rusdiana, D., & Kira. (2016). Combination of Inquiry Learning Model and Computer Simulation to Improve Mastery Concept and Correlation with Critical Thinking Skills. *Proceeding of International Seminar on mathemtics*.
- Peter, E. E. (2012). Critical Thinking: Essence for Teachiing Mathematics and Mathematics Problem Solving Skill. *African Journal of Mathematics and Computer Science Research*, 5 (3), 39-43. <https://doi.org/10.5897/AJMCSR11.161>.
- Rahman, K. 2016. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis dan Penguasaan Konsep Fisika dalam Cooperative Learning Tipe co-op co-op dengan Diagram Vee. Tesis tidak diterbitkan. Pascasarjana Universitas Negeri Malang, Malang.
- Roth, W. M., & Browen, M. (1998). The Unfolding Vee. *Science Scope* , 28-32.
- Saptorini. (2007). *Strategi Belajar Mengajar Kimia*. Semarang: UNNES.
- Silberbeg. (2007). *Principles of General Chemistry Mc. Graw Hill Companies inc*. New York: Mc. Graw Hill Companies inc.
- Snyder, L. G., & Snyder, M. J. (2008). Teaching Critical and Problem Solving Skills. *The Delta Phi Epsilon Journal* , 90-99.
- Stobaugh, R. (2013). *Assessing Critical Thinking in Middle and High Schools. Meeting the Common Core*. New York: Taylor & Francis.