

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan disalah satu SMA di kabupaten Kuningan. Subjek penelitian ini adalah delapan orang siswa SMA kelas XI IPA yang terdiri dari dua orang siswa kemampuan tinggi, empat orang siswa kemampuan sedang, dan dua orang siswa kemampuan rendah. Subjek penelitian ini adalah siswa yang sudah mendapatkan materi termokimia.

#### B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif berusaha untuk menuturkan pemecahan masalah yang ada sekarang berdasarkan data-data, menyajikan data, menganalisis dan interpretasi (Narbuko dan Achmadi, 2009). Pada penelitian deskriptif melibatkan observasi suatu fenomena dalam *setting* alamiah (Wiersma & Jurs, 2009). Data dikumpulkan melalui observasi, interviu, atau kuesioner serta data mentahnya dapat berupa data kuantitatif dan/atau kualitatif (Firman, 2013).

#### C. Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Beberapa tahapan penelitian yang dilakukan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Lebih rinci tahapan-tahapan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

##### 1. Tahap Persiapan

Langkah awal yang dilakukan pada tahap persiapan adalah melakukan studi kepustakaan tentang karakteristik ilmu kimia dan model mental. Dari hasil studi kepustakaan mengenai karakteristik ilmu kimia kemudian menentukan topik kimia yang akan diteliti yang didasarkan pada jurnal-jurnal penelitian. Selanjutnya dilakukan analisis standar isi sesuai dengan kurikulum 2013. Hal ini dilakukan untuk menentukan kedalaman dan keluasan materi. Analisis konsep-konsep inti

juga dilakukan berdasarkan beberapa pustaka *textbook* kimia untuk menentukan ketepatan konsep. Berdasarkan hasil analisis standar isi dan konsep-konsep inti, kemudian ditentukan indikator butir soal untuk selanjutnya dikembangkan instrumen berupa pedoman wawancara model mental dengan TDM-*IAE* dan video mengenai percobaan pengukuran kalor reaksi penetralan menggunakan kalorimeter. Kemudian instrumen penelitian divalidasi oleh validator ahli, yaitu dua orang dosen kimia. Revisi instrumen perlu dilakukan jika instrumen tidak valid. Jika instrumen sudah valid, maka dilakukan uji coba instrumen kepada beberapa siswa. Hasil uji coba instrumen dianalisis, bila perlu instrumen TDM-*IAE* direvisi kembali.

## 2. Tahap Pelaksanaan

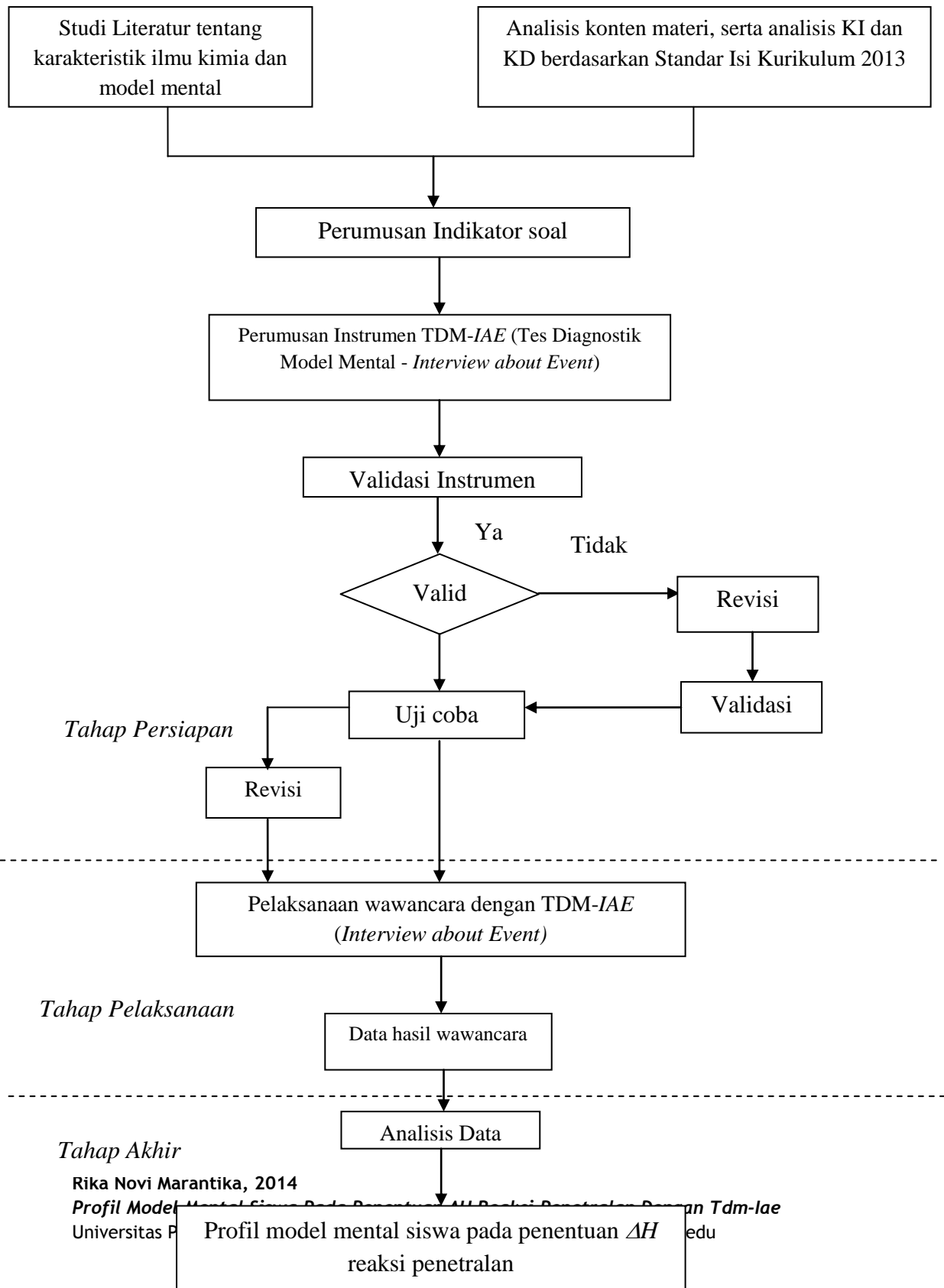
Tahap pelaksanaan merupakan tahap pengambilan data. Pengambilan data dilakukan melalui wawancara dengan TDM- *IAE* dengan siswa SMA di salah satu sekolah di kabupaten Kuningan. Sebelum diwawancarai kondisi siswa dibuat nyaman mungkin sehingga diharapkan mampu menjawab pertanyaan dengan optimal. Kemudian siswa diberi tayangan video tentang percobaan pengukuran kalor reaksi penetralan yang harus diamati. Pada saat proses wawancara berlangsung siswa dapat memutar kembali video yang ditayangkan. Selanjutnya siswa diberi beberapa pertanyaan umum yang harus dijawab. Jika jawaban siswa belum optimal maka diajukan beberapa pertanyaan khusus berupa pertanyaan *probing* untuk menggali jawaban siswa. Siswa bebas mengekspresikan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Saat proses wawancara berlangsung, jika kondisi siswa tidak nyaman maka siswa diberi waktu istirahat beberapa menit agar suasana menjadi santai kembali dan siswa merasa nyaman. Baru kemudian wawancara dilanjutkan kembali.

Wawancara dilakukan secara perorangan. Siswa lain tidak diperbolehkan berada dalam satu ruangan dengan siswa yang sedang diwawancarai dan mendengarkan percakapan saat wawancara. Semua percakapan saat wawancara didokumentasikan melalui alat perekam. Selanjutnya, hasil wawancara kemudian dianalisis.

### 3. Tahap Akhir

Pada tahap akhir dilakukan analisis data hasil wawancara. Hasil wawancara dalam bentuk rekaman ditranskripsikan kedalam bentuk tulisan dan dilakukan penyederhanaan tanpa mengubah makna jawaban siswa. Jawaban pertanyaan setiap siswa dianalisis satu per satu. Dari hasil analisis, dilakukan pengelompokkan berdasarkan jawaban setiap pertanyaan yang diajukan kepada siswa. Pengelompokkan didasarkan pada kemampuan siswa, apakah dapat menjawab pertanyaan secara optimal tanpa pertanyaan *probing*, dapat menjawab pertanyaan dengan bantuan pertanyaan *probing*, dan sama sekali tidak dapat menjawab pertanyaan meskipun dengan bantuan pertanyaan *probing*. Hasil analisis dipetakan dalam suatu pola model mental setiap siswa.

Secara lebih ringkas, tahapan penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.



#### D. Definisi Opera Gambar 3.1. Alur Penelitian

Untuk menghindari kesalahan penafsiran berberapa definisi pada penelitian ini, maka disajikan beberapa definisi operasional sebagai berikut :

1. Profil model mental adalah gambaran atau representasi intrinsik dari suatu objek, ide, atau proses yang digenerasikan dalam pikiran siswa untuk memberikan alasan, menjelaskan, atau memprediksi suatu fenomena.
2. TDM-IAE (*Tes Diagnostik Model Mental-Interview about Event*) adalah suatu tes diagnostik model mental melalui wawancara yang digunakan untuk menyelidiki pemahaman siswa mengenai suatu konsep melalui penyajian fenomena.

#### E. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pedoman wawancara berdasarkan TDM-IAE yang berisi indikator dan butir soal berupa pertanyaan umum dan pertanyaan khusus (*probing*). Pada pedoman wawancara, ada 11 pertanyaan umum. Setiap pertanyaan umum memiliki beberapa pertanyaan *probing*. Pertanyaan *probing* digunakan untuk menggali jawaban siswa jika siswa memberikan jawaban dari pertanyaan umum dengan kurang optimal. Selain pertanyaan umum dan pertanyaan *probing*, jawaban yang mungkin dari butir pertanyaan juga tersedia dalam pedoman wawancara tersebut.

Pertanyaan umum 1 diberikan setelah siswa mengamati tayangan video mengenai percobaan pengukuran kalor reaksi menggunakan kalorimeter. Pada pertanyaan umum 1, siswa diminta untuk mengemukakan kembali hasil pengamatannya mengenai percobaan dalam tayangan video. Pertanyaan umum 1 berbunyi “Berdasarkan percobaan yang ditayangkan dalam video, kemukakanlah

hasil pengamatan anda?”. Jika jawaban yang diberikan siswa dari pertanyaan umum 1 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 1

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
Mendeskripsikan percobaan pengukuran kalor reaksi penetralan berdasarkan video yang ditayangkan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coba perhatikan kembali video yang ditayangkan, alat apa yang digunakan ?</li> <li>• Apa pengertian kalorimeter?</li> <li>• Apa fungsi dari kalorimeter?</li> <li>• Berdasarkan video yang ditayangkan, pereaksi apa saja yang digunakan?</li> <li>• Coba amati kembali video, ada alat apalagi di dalam kalorimeter?</li> <li>• Fungsi dari termometer untuk apa?</li> <li>• Bagaimana dengan suhu larutannya setelah kedua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alat yang digunakan adalah kalorimeter</li> <li>Kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk menentukan kalor reaksi</li> <li>• Untuk menentukan kalor reaksi dengan mengukur perubahan suhu lingkungan.</li> <li>• Pereaksi yang digunakan adalah larutan HCl dan larutan NaOH</li> <li>• Ada termometer</li> <li>• Termometer berfungsi untuk mengukur suhu larutan</li> <li>• Suhu larutan mengalami kenaikan</li> </ul>

	<p>pereaksi dicampurkan?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coba perhatikan kembali video, adakah bahan lain yang digunakan?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ada, yaitu kertas lakmus merah dan biru</li> </ul>
--	---	---

Tabel 3.1. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 1 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apa yang anda amati dengan kertas lakmus?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kertas lakmus biru yang dicelupkan kedalam larutan HCl berubah menjadi warna merah, kertas lakmus merah yang dicelupkan kedalam larutan NaOH menjadi warna biru. Setelah reaksi selesai campuran larutan tidak merubah warna kertas lakmus merah maupun lakmus biru.</li> </ul>

Setelah siswa menjawab pertanyaan umum 1 dengan optimal, pertanyaan dilanjutkan ke pertanyaan umum 2. Pada pertanyaan umum 2, siswa diminta untuk menyebutkan data-data yang dibutuhkan untuk menghitung kalor reaksi. Pertanyaan umum 2 berbunyi “Berdasarkan percobaan yang ditayangkan dalam video, dapatkah anda menyebutkan data-data apa saja yang harus diketahui untuk menghitung kalor reaksi?”. Jika jawaban yang diberikan siswa dari pertanyaan umum 2 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 2

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
Menyebutkan data-data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berdasarkan video</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setelah larutan HCl</li> </ul>

yang dibutuhkan untuk menghitung kalor reaksi	<p>yang anda amati, bagaimana dengan suhu larutan ketika dicampurkan?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berapakah kenaikan suhu larutan HCl dan larutan NaOH</li> </ul>	<p>dan larutan NaOH dicampurkan terjadi kenaikan suhu larutan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenaikan suhu larutan adalah 5°C.</li> </ul>
---	--	--

Tabel 3.2. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 2 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	<p>setelah dicampurkan?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kira-kira, jika yang dicampurkan adalah larutan yang berbeda apakah kenaikan suhunya akan sama?</li> <li>• Kalau begitu, apa yang membedakannya?</li> <li>• Kira-kira menurut anda, kenaikan suhu larutan di dalam kalorimeter yang dihasilkan akan tergantung pada apa?</li> <li>• Apa pengertian kalor jenis (c)?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak</li> <li>• Reaksinya</li> <li>• Kenaikan suhu yang dihasilkan tergantung pada kalor jenis (c) dan kapasitas kalor kalorimeternya (<math>C_k</math>)</li> <li>• c (kalor jenis) larutan yaitu sejumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram zat sebesar 1 °C atau 1 K.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apa pengertian <math>C_k</math> ?</li> <li>• Setelah anda mengetahui perubahan suhu, <math>C_k</math>, dan <math>c</math> (kalor jenis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>C_k</math> (kapasitas kalor kalorimeter), yaitu sejumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu kalorimeter sebesar <math>1^\circ\text{C}</math> atau <math>1\text{ K}</math></li> <li>• Data lain yang dibutuhkan adalah massa jenis larutan (<math>\rho</math>)</li> </ul>
--	--	---

Tabel 3.2. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 2 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	larutan) kira-kira data apalagi yang diperlukan untuk menghitung kalor reaksi? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apa pengertian massa jenis larutan (<math>\rho</math>) ?</li> <li>• Menurut anda, untuk apa data massa jenis larutan?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massa jenis larutan (<math>\rho</math>) adalah massa larutan per satuan volume.</li> <li>• Dari data massa jenis (<math>\rho</math>) dan volume larutan dapat diperoleh massa larutan dari perkalian massa jenis dengan volume larutan.</li> </ul>

Setelah siswa menjawab pertanyaan umum 2 dengan optimal, pertanyaan dilanjutkan ke pertanyaan umum 3. Pertanyaan umum 3 berbunyi “Berdasarkan video yang ditayangkan, mengapa terjadi kenaikan suhu larutan? Hubungkan dengan sistem dan lingkungan!”. Jika jawaban yang diberikan siswa dari

pertanyaan umum 3 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 3

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
Menjelaskan sistem dan lingkungan serta hubungannya dengan kalor yang berkaitan dengan percobaan reaksi penetralan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berdasarkan video yang anda amati, dengan adanya kenaikan suhu adakah energi yang terlibat? Jika ada energi apakah itu?</li> <li>• Apa pengertian kalor?</li> <li>• Dengan adanya pertukaran kalor, apakah yang melepas kalor?</li> <li>• Coba, bisa anda jelaskan pengertian sistem?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ada. Energi yang terlibat adalah energi kalor.</li> <li>• Kalor (atau energi termal, simbol q) adalah energi yang ditransfer antara sistem dan lingkungan sebagai hasil dari perbedaan suhu.</li> <li>• Sistemnya akan melepas kalor</li> <li>• Sistem adalah bagian dari semesta yang mengalami</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kira-kira apa yang bertindak sebagai sistemnya?</li> </ul>	<p>perubahan kimia atau perubahan fisika dan yang menjadi pusat perhatian</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikel <math>H^+</math>, <math>Cl^-</math>, <math>Na^+</math>, dan <math>OH^-</math> yang berinteraksi membentuk <math>H_2O</math> bertindak sebagai sistem</li> </ul>
--	---	---

Tabel 3.3. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 3 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jika ada yang melepas kalor, kemudian kalor yang dilepaskan tersebut akan diterima oleh apa ?</li> <li>• Coba, bisa anda jelaskan pengertian lingkungan?</li> <li>• Kalau begitu apa yang bertindak sebagai lingkungannya?</li> <li>• Jadi, kalau begitu bagaimana perbandingan antara jumlah kalor yang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalor yang dilepaskan oleh sistem akan diterima oleh lingkungan</li> <li>• Lingkungan adalah segala sesuatu diluar sistem</li> <li>• Larutan dan kalorimeter sederhana bertindak sebagai lingkungan, yaitu yang menerima kalor</li> <li>• Jumlah kalor yang dilepas oleh sistem akan sama dengan jumlah kalor yang</li> </ul>

	dilepas dengan kalor yang diterima?	diterima oleh lingkungannya.
--	-------------------------------------	------------------------------

Setelah siswa menjawab pertanyaan umum 3 dengan optimal, pertanyaan dilanjutkan ke pertanyaan umum 4. Pada pertanyaan umum 4, siswa diminta untuk menghitung kalor reaksi penetralan antara larutan HCl dan larutan NaOH. Pertanyaan umum 4 berbunyi “Berdasarkan data yang sudah anda peroleh dari video, hitunglah kalor reaksi antara 50 mL larutan HCl 1M dan 50 mL larutan NaOH 1M?”. Jika jawaban yang diberikan siswa dari pertanyaan umum 4 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 4

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
Menghitung kalor reaksi penetralan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berdasarkan video yang anda amati, berapakan suhu awal masing-masing pereaksi?</li> <li>Berapakah suhu akhir setelah larutan HCl dicampurkan dengan larutan NaOH?</li> <li>Berapakah perubahan suhu larutan?</li> <li>Hitunglah massa larutannya!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suhu awal masing-masing pereaksi adalah 25°C</li> <li>Suhu akhir larutan adalah 30°C</li> <li>Perubahan suhu larutan adalah 5°C</li> <li>Menghitung massa larutan :  <math display="block">\text{Massa}_{\text{larutan}} = V_{\text{larutan}} \times \rho_{\text{larutan}}</math> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagaimana hubungan jumlah kalor yang dilepaskan dengan jumlah kalor yang diterima?</li> </ul>	$= 100 \text{ mL} \times \frac{1,00 \text{ g}}{\text{mL}}$ $= 100 \text{ g}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jumlah kalor yang dilepas akan sama dengan jumlah kalor yang diterima.</li> </ul>
--	--	---

Tabel 3.4. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 4 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hitunglah besarnya kalor reaksi antara 50 mL larutan HCl 1M dan 50 mL larutan NaOH 1M !</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai dengan hukum kekekalan energi,  <math>q_{\text{sistem}} + q_{\text{lingkungan}} = 0</math>  <math>q_{\text{sistem}} = q_{\text{reaksi}}</math>  <math>q_{\text{lingkungan}} = q_{\text{kalorimeter}} + q_{\text{larutan}}</math>, maka  <math>q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}</math>  <math>q_{\text{reaksi}} = -(q_{\text{kalorimeter}} + q_{\text{larutan}})</math>  <math>q_{\text{reaksi}} = -[(C_k \times \Delta t) + (m_{\text{larutan}} \times c_{\text{larutan}} \times \Delta t)]</math>  <math>q_{\text{reaksi}} = -[(55,78 \text{ J}^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C}) + (100\text{g} \times 4,184 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C})]</math>  <math>q_{\text{reaksi}} = -[(278,90 \text{ J} + 2092\text{J})]</math></li> </ul>

		$q_{\text{reaksi}} = -2370,9\text{J} = -2,37\text{kJ}$ kalor yang dilepas dari reaksinya adalah 2,37kJ
--	--	---

Setelah siswa menjawab pertanyaan umum 4 dengan optimal, pertanyaan dilanjutkan ke pertanyaan umum 5. Pada pertanyaan umum 5, siswa diminta untuk menjelaskan hubungan kenaikan suhu dengan interaksi partikel. Pertanyaan umum 5 berbunyi “Dapatkah anda menjelaskan hubungan kenaikan suhu dengan interaksi partikel yang terjadi (atom, ion, atau molekul) saat larutan HCl dicampur dengan larutan NaOH dalam kalorimeter sederhana?”. Jika jawaban yang diberikan siswa dari pertanyaan umum 5 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.5.

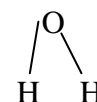
Tabel 3.5. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 5

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
Menjelaskan proses reaksi netralisasi berdasarkan interaksi partikel dan hubungannya dengan kenaikan suhu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berdasarkan video yang diamati, apa saja pereaksi yang digunakan ?</li> <li>Kira-kira dalam larutan HCl dan larutan NaOH ada partikel apa saja?</li> <li>Coba tuliskan ion-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pereaksi yang digunakan adalah larutan HCl dan larutan NaOH</li> <li>Partikel – partikel dalam larutan HCl adalah ion <math>\text{H}^+</math> dan ion <math>\text{Cl}^-</math>, sedangkan partikel – partikel dalam larutan NaOH adalah ion <math>\text{Na}^+</math> dan ion <math>\text{OH}^-</math></li> <li>Ion <math>\text{H}^+</math>, ion <math>\text{Cl}^-</math>, ion</li> </ul>

	<p>ionnya !</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apakah ion <math>H^+</math> dan ion <math>Cl^-</math> dalam larutan HCl serta ion <math>Na^+</math> dan ion <math>OH^-</math> dalam larutan NaOH berikatan atau terpisah?</li> <li>• Kira – kira ion-ion apa saja yang kemungkinan berinteraksi?</li> <li>• Interaksi ion-ion manakah yang akan menghasilkan hasil reaksi?</li> </ul>	<p><math>Na^+</math>, ion <math>OH^-</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ion <math>H^+</math> dan ion <math>Cl^-</math> dalam larutan HCl maupun ion <math>Na^+</math> dan ion <math>OH^-</math> dalam larutan NaOH terpisah dan dapat bergerak bebas.</li> <li>• Ion <math>H^+</math> akan berinteraksi dengan ion <math>OH^-</math> dan ion <math>Cl^-</math>, ion <math>OH^-</math> akan berinteraksi dengan ion <math>H^+</math> dan ion <math>Na^+</math>, ion <math>Na^+</math> akan berinteraksi dengan ion <math>Cl^-</math> dan ion <math>OH^-</math></li> <li>• Ion <math>H^+</math> akan berinteraksi dengan ion <math>OH^-</math> membentuk molekul <math>H_2O</math></li> </ul>
--	--	--

Tabel 3.5. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 5 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apa saja partikel-partikel dalam <math>NaCl(aq)</math> dan <math>H_2O(l)</math> ?</li> <li>• Apakah partikel-partikel <math>NaCl(aq)</math> dan <math>H_2O(l)</math> berikatan atau terpisah?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikel <math>NaCl(aq)</math> adalah ion <math>Na^+</math> dan ion <math>Cl^-</math>, partikel <math>H_2O(l)</math> adalah molekul <math>H_2O</math></li> <li>• Ion <math>Na^+</math> dan ion <math>Cl^-</math> tidak berikatan dan dapat bergerak bebas. Sedangkan atom O dan dua atom H dalam</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagaimana hubungan antara pembentukan molekul H<sub>2</sub>O dengan energi ?</li> <li>• Energi yang dilepaskan pada pembentukan molekul H<sub>2</sub>O dalam bentuk apa?</li> <li>• Berapa jumlah kalor yang dihasilkan dari reaksi netralisasi (pembentukan molekul H<sub>2</sub>O) yang telah anda peroleh dari hasil perhitungan?</li> </ul>	<p>molekul H<sub>2</sub>O saling berikatan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaksi pembentukan molekul H<sub>2</sub>O dari ion H<sup>+</sup> dan ion OH<sup>-</sup> akan melepaskan sejumlah energi.</li> <li>• Energi yang dilepaskan pada pembentukan molekul H<sub>2</sub>O adalah kalor.</li> <li>• Jumlah energi yang dilepaskan adalah 2,37 kJ.</li> </ul>
--	--	--

Tabel 3.5. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 5 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apa tanda/symbol untuk melepas kalor?</li> <li>• Kalor yang dilepaskan pada reaksi penetralan akan diterima oleh apa?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melepas kalor ditandai dengan – (negatif)</li> <li>• Kalor yang dilepaskan pada reaksi penetralan (pembentukan molekul H<sub>2</sub>O) akan diterima oleh</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jadi, secara keseluruhan reaksi netralisasi melepas atau memerlukan kalor?</li> <li>• Kalau begitu, disebut apakah reaksi yang melepas kalor?</li> </ul>	<p>larutan dan kalorimeter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Secara keseluruhan ,reaksi netralisasi akan melepas kalor</li> <li>• Karena reaksinya melepas kalor maka disebut eksoterm</li> </ul>
--	---	--

Setelah siswa menjawab pertanyaan umum 5 dengan optimal, pertanyaan dilanjutkan ke pertanyaan umum 6. Pada pertanyaan umum 6, siswa diminta untuk menghitung  $\Delta H$  reaksi penetralan antara larutan HCl dan larutan NaOH. Pertanyaan umum 6 berbunyi “Setelah anda memperoleh kalor reaksi, coba tentukanlah  $\Delta H$  reaksi penetralan 50 mL larutan HCl 1 M dan 50 mL larutan NaOH 1 M?”. Jika jawaban yang diberikan siswa dari pertanyaan umum 6 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 6

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
Menentukan $\Delta H$ reaksi penetralan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berapakah <math>q_{\text{reaksi}}</math> yang sudah anda peroleh dari perhitungan sebelumnya?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>q_{\text{reaksi}} = -2,37 \text{ kJ}</math></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adakah hubungan antara kalor reaksi dengan <math>\Delta H</math> reaksi? Jika ada apakah hubungannya?</li> <li>• Berdasarkan video yang diamati, 50 mL larutan HCl 1 M direaksikan dengan 50 mL larutan NaOH 1 M dalam suatu kalorimeter sederhana. Hitunglah jumlah mol HCl dan mol NaOH yang bereaksi!</li> <li>• Buatlah persamaan reaksi antara larutan HCl dengan larutan NaOH!</li> <li>• Pereaksi manakah yang akan habis bereaksi?</li> <li>• Berapa mol produk yang terbentuk?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ada. <math>\Delta H</math> diinterpretasikan sebagai perubahan kalor per mol reaksi.</li> <li>• <math>n(\text{HCl}) = M(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) = 1 \text{ M} \times 50 \text{ mL} = 50 \text{ mmol} = 0,05 \text{ mol}</math>  <math>n(\text{NaOH}) = M(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH}) = 1 \text{ M} \times 50 \text{ mL} = 50 \text{ mmol}</math>  <math>n(\text{NaOH}) = 0,05 \text{ mol}</math></li> </ul> $\begin{array}{rcccc} & \text{HCl(aq)} & + & \text{NaOH(aq)} & \rightarrow & \text{NaCl(aq)} & + & \text{H}_2\text{O(l)} \\ \text{m :} & 0,05\text{mol} & & 0,05\text{mol} & & - & & - \\ \text{rx:} & 0,05\text{mol} & & 0,05\text{mol} & & 0,05\text{mol} & & 0,05\text{mol} \\ \text{s :} & - & & - & & 0,05\text{mol} & & 0,05\text{mol} \end{array}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karena jumlah mol dan koefisien <math>\text{HCl(aq)}</math> dan <math>\text{NaOH(aq)}</math> sama, maka <math>\text{HCl(aq)}</math> maupun <math>\text{NaOH(aq)}</math> akan habis bereaksi.</li> <li>• Jumlah <math>\text{H}_2\text{O}</math> yang terbentuk adalah 0,05 mol</li> </ul>
--	---	--

Tabel 3.6. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 6 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jika <math>q_{\text{reaksi}} = 2,37 \text{ kJ}</math> hitunglah <math>\Delta H</math> reaksinya!</li> </ul>	$\Delta H \text{ reaksi} = \frac{2,37 \text{ kJ yang dilepas}}{0,05 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{\text{mol rxn}}$

		$= \frac{47,4 \text{ kJ yang dilepas}}{\text{mol rxn}} = -47,4 \text{ kJ/mol}$
--	--	--

Setelah siswa menjawab pertanyaan umum 6 dengan optimal, pertanyaan dilanjutkan ke pertanyaan umum 7. Pada pertanyaan umum 7, siswa diminta untuk menuliskan persamaan termokimia dari reaksi antara larutan HCl dan larutan NaOH. Pertanyaan umum 7 berbunyi “Tulislah persamaan termokimia dari reaksi yang terjadi di dalam kalorimeter sederhana!”. Jika jawaban yang diberikan siswa dari pertanyaan umum 7 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 7

<b>Indikator Butir Soal</b>	<b>Pertanyaan <i>Probing</i></b>	<b>Jawaban</b>
Menuliskan persamaan termokimia dari reaksi penetralan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coba amati kembali video, pereaksi apa saja yang digunakan? Apakah hasil reaksinya?</li> <li>• Periksa kembali persamaan termokimia anda apakah sudah setara. Jika belum, maka setarakanlah!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pereaksinya adalah larutan HCl dan larutan NaOH, hasil reaksinya adalah H<sub>2</sub>O dan larutan NaCl</li> <li>• <math>\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}</math></li> </ul>

Tabel 3.7. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 7 (lanjutan)

<b>Indikator Butir Soal</b>	<b>Pertanyaan <i>Probing</i></b>	<b>Jawaban</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuliskanlah fasa dari setiap zat yang terlibat dalam persamaan termokimia yang anda tulis!</li> <li>Coba tuliskan kembali persamaan reaksinya lengkap dengan nilai <math>\Delta H</math> reaksinya!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)} + \text{NaCl(aq)}</math></li> <li><math>\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)} + \text{NaCl(aq)} \quad \Delta H = -47,4 \text{ kJ/mol}</math></li> </ul>
--	---	--

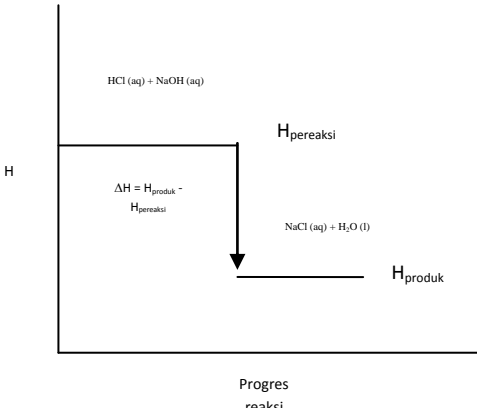
Setelah siswa menjawab pertanyaan umum 7 dengan optimal, pertanyaan dilanjutkan ke pertanyaan umum 8. Pada pertanyaan umum 8, siswa diminta untuk diagram energi dari reaksi antara larutan HCl dan larutan NaOH. Pertanyaan umum 8 berbunyi “ Gambarkan diagram energi dari reaksi netralisasi antara larutan HCl dengan larutan NaOH!”. Jika jawaban yang diberikan siswa dari pertanyaan umum 8 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 8

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
Menggambarkan diagram energi berdasarkan proses yang terjadi pada reaksi netralisasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reaksi yang terjadi antara larutan HCl dan larutan NaOH pada percobaan dalam tayangan video berlangsung seperti apa? Melepas/menyerap kalor?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reaksi antara larutan HCl dan larutan NaOH dalam tayangan video terjadi dengan melepas kalor dari sistem ke lingkungan sehingga reaksinya disebut eksoterm.</li> </ul>

Tabel 3.8. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 8 (lanjutan)

Indikator Butir	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
-----------------	---------------------------	---------

Soal		
<p>antara larutan HCl dan larutan NaOH</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada diagram energi, sumbu x dan sumbu y menunjukkan apa?</li> <li>• Bagaimana kedudukan <math>H</math> pereaksi dan <math>H</math> produk pada proses eksoterm?</li> <li>• Kalau begitu, bagaimana dengan <math>\Delta H</math> nya? Mengapa?</li> <li>• Berdasarkan prosesnya, gambarkan diagram energinya!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sumbu x pada diagram energi menunjukkan progres reaksi, yaitu jalannya reaksi berlangsung diawali dari pereaksi sampai menjadi produk. Sumbu y menunjukkan entalpi (<math>H</math>)</li> <li>• Entalpi (<math>H</math>) produk lebih rendah daripada <math>H</math> pereaksi.</li> <li>• Karena <math>H_{\text{produk}} &lt; H_{\text{pereaksi}}</math> dan <math>\Delta H</math> adalah <math>H_{\text{produk}} - H_{\text{pereaksi}}</math> maka <math>\Delta H &lt; 0</math>, sehingga <math>\Delta H</math> untuk reaksi eksoterm bertanda negatif.</li> <li>• Diagram energi reaksi netralisasi yang berlangsung secara eksoterm :</li> </ul> 

Setelah siswa menjawab pertanyaan umum 8 dengan optimal, pertanyaan dilanjutkan ke pertanyaan umum 9. Pada pertanyaan umum 9, siswa diminta untuk menghitung  $\Delta H$  reaksi antara larutan HCl dan larutan NaOH berdasarkan hukum Hess. Pertanyaan umum 9 berbunyi “Hitunglah  $\Delta H$  reaksi antara larutan

HCl dan larutan NaOH melalui hukum Hess berdasarkan beberapa persamaan reaksi yang diberikan !

- 1)  $\text{NaOH (s)} \rightarrow \text{NaOH (aq)} \quad \Delta H_{sol}^{\circ} = -43,75 \text{ kJ/mol}$
- 2)  $\text{HCl (g)} \rightarrow \text{HCl (aq)} \quad \Delta H_{sol}^{\circ} = -74,85 \text{ kJ/mol}$
- 3)  $\text{NaCl (s)} \rightarrow \text{NaCl (aq)} \quad \Delta H_{sol}^{\circ} = +4,34 \text{ kJ/mol}$
- 4)  $\text{Na (s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} + \frac{1}{2} \text{H}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{NaOH (s)} \quad \Delta H_f^{\circ} = -425,61 \text{ kJ/mol}$
- 5)  $\frac{1}{2} \text{H}_2 \text{ (g)} + \frac{1}{2} \text{Cl}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{HCl (g)} \quad \Delta H_f^{\circ} = -92,31 \text{ kJ/mol}$
- 6)  $\text{Na (s)} + \frac{1}{2} \text{Cl}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{NaCl (s)} \quad \Delta H_f^{\circ} = -411,15 \text{ kJ/mol}$
- 7)  $\text{H}_2 \text{ (g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)} \quad \Delta H_f^{\circ} = -285,83 \text{ kJ/mol}$

Jika jawaban yang diberikan siswa dari pertanyaan umum 9 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 9

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
Menghitung $\Delta H$ reaksi penetralan larutan HCl dan larutan NaOH berdasarkan hukum Hess	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coba tuliskan persamaan reaksi yang ingin anda ketahui nilai <math>\Delta H</math> reaksinya sebagai persamaan reaksi target!</li> <li>• Berdasarkan persamaan reaksi target yang sudah anda tulis, berapakah koefisien masing-masing reaktan dan produknya?</li> <li>• Bagaimana hubungan jumlah mol dengan koefisien?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persamaan reaksi target adalah : <math>\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)} + \text{NaCl(aq)}</math></li> <li>• Koefisien masing-masing reaktan dan produk adalah 1.</li> <li>• Jumlah mol akan sebanding dengan koefisiennya</li> </ul>

Tabel 3.9. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 9 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jadi, berapa jumlah mol masing-masing reaktan dan produknya?</li> <li>• Berdasarkan persamaan reaksi target yang anda tulis, identifikasi apa saja pereaksi dan hasil reaksinya?</li> <li>• Coba perhatikan beberapa persamaan reaksi termokimia yang diberikan. Tata ulang persamaan reaksi tersebut sehingga diperoleh persamaan reaksi target!</li> <li>• Berdasarkan persamaan reaksi target dan beberapa persamaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jumlah mol masing-masing reaktan dan produknya adalah 1</li> <li>• Pereaksinya adalah <math>\text{HCl}(aq)</math> dan <math>\text{NaOH}(aq)</math>, sedangkan hasil reaksinya adalah <math>\text{NaCl}(aq)</math> dan <math>\text{H}_2\text{O}(l)</math></li> <li>• Persamaan reaksi 1, 2, 4, 5, dan 6 dibalik. Jika persamaan reaksi dibalik maka tanda <math>\Delta H</math>nya juga berubah tanda.             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>\text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{NaOH}(s)</math> <math>\Delta H_{sol}^{\circ} = +43,75 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>4) <math>\text{NaOH}(s) \rightarrow \text{Na}(s) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) + \frac{1}{2} \text{H}_2(g)</math> <math>\Delta H_f^{\circ} = +425,61 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>2) <math>\text{HCl}(aq) \rightarrow \text{HCl}(g)</math> <math>\Delta H_{sol}^{\circ} = +74,85 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>5) <math>\text{HCl}(g) \rightarrow \frac{1}{2} \text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(g)</math> <math>\Delta H_f^{\circ} = +92,31 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>3) <math>\text{NaCl}(s) \rightarrow \text{NaCl}(aq)</math> <math>\Delta H_{sol}^{\circ} = +4,34 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>6) <math>\text{Na}(s) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{NaCl}(s)</math> <math>\Delta H_f^{\circ} = -411,15 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>7) <math>\text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)</math> <math>\Delta H_f^{\circ} = -285,83 \text{ kJ/mol}</math></li> </ol> <hr/> <math display="block">\text{HCl}(aq) + \text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) + \text{NaCl}(aq)</math> </li> <li>• Hubungan koefisien/mol juga sebanding dengan <math>\Delta H</math> nya. Karena koefisiennya setiap pereaksi pada persamaan target</li> </ul>

	termokimia yang diberikan, bagaimana	dan koefisien setiap pereaksi pada persamaan yang diketahui
--	--------------------------------------	---

Tabel 3.9. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 9 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Butir Soal	Jawaban
	<p>hubungan koefisien/ jumlah mol dengan harga <math>\Delta H</math>?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apa pengertian hukum Hess?</li> <li>• Hitunglah <math>\Delta H</math> reaksi berdasarkan hukum Hess</li> </ul>	<p>sudah sama, yaitu 1 maka harga <math>\Delta H</math> tidak berubah .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hukum Hess adalah hukum yang menyatakan bahwa perubahan entalpi reaksi adalah sama, baik terjadi dalam satu tahap maupun beberapa tahap.</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>\text{NaOH (aq)} \rightarrow \text{NaOH (s)}</math> <math>\Delta H_{sol}^{\circ} = +43,75 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>4) <math>\text{NaOH (s)} \rightarrow \text{Na (s)} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \text{ (g)} + \frac{1}{2}\text{H}_2 \text{ (g)}</math> <math>\Delta H_f^{\circ} = +425,61 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>2) <math>\text{HCl (aq)} \rightarrow \text{HCl (g)}</math> <math>\Delta H_{sol} = +74,85 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>5) <math>\text{HCl (g)} \rightarrow \frac{1}{2}\text{H}_2 \text{ (g)} + \frac{1}{2}\text{Cl}_2 \text{ (g)}</math> <math>\Delta H_f^{\circ} = +92,31 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>3) <math>\text{NaCl (s)} \rightarrow \text{NaCl (aq)}</math> <math>\Delta H_{sol}^{\circ} = +4,34 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>6) <math>\text{Na (s)} + \frac{1}{2}\text{Cl}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{NaCl (s)}</math> <math>\Delta H_f^{\circ} = -411,15 \text{ kJ/mol}</math></li> <li>7) <math>\text{H}_2 \text{ (g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)}</math> <math>\Delta H_f^{\circ} = -285,83 \text{ kJ/mol}</math></li> </ol> <hr/> <p><math>\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)} + \text{NaCl(aq)}</math> <math>\Delta H^{\circ} = -56,12 \text{ kJ/mol}</math></p>

Setelah siswa menjawab pertanyaan umum 9 dengan optimal, pertanyaan dilanjutkan ke pertanyaan umum 10. Pada pertanyaan umum 10, siswa diminta untuk menghitung  $\Delta H^{\circ}$  reaksi antara larutan HCl dan larutan NaOH berdasarkan



data  $\Delta H_f^\circ$ . Pertanyaan umum 10 berbunyi “Hitunglah  $\Delta H^\circ$  reaksi larutan HCl dan larutan NaOH melalui data perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ )?”

Pereaksi	$\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
HCl (aq)	-167,16
NaOH (aq)	-469,36
H <sub>2</sub> O (l)	-285,83
NaCl (aq)	-406,81

Jika jawaban yang diberikan siswa dari pertanyaan umum 10 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 10

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
Menghitung $\Delta H^\circ$ reaksi penetralan berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menurut anda, apa pengertian perubahan entalpi pembentukan standar (<math>\Delta H_f^\circ</math>)?</li> <li>Coba tuliskan kembali persamaan reaksi setaranya!</li> <li>Berapakah koefisien masing-masing pereaksinya?</li> <li>Adakah hubungan koefisien dengan <math>\Delta H</math>nya? Jika ada, apa hubungannya?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perubahan entalpi pembentukan standar (<math>\Delta H_f^\circ</math>) merupakan perubahan entalpi pembentukan 1 mol campuran dari unsur-unsurnya dalam keadaan standar</li> <li><math>\text{HCl}(aq) + \text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) + \text{NaCl}(aq)</math></li> <li>Koefisiennya 1</li> <li>Ada, <math>\Delta H</math>nya sebanding dengan koefisien. Karena koefisien setiap pereaksi 1 maka <math>\Delta H</math> dikalikan 1.</li> </ul>

Tabel 3.10. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 10

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coba hitung kembali <math>\Delta H^{\circ}_{rxn}</math> berdasarkan data <math>\Delta H^{\circ}_f</math> !</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\Delta H^{\circ}_{rxn} = \Sigma m \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \Sigma n \Delta H^{\circ}_f \text{ pereaksi}</math>  <math>\Delta H^{\circ}_{rxn} = [1. \Delta H^{\circ}_f \text{H}_2\text{O}(l) + 1. \Delta H^{\circ}_f \text{NaCl}(aq)] - (1. \Delta H^{\circ}_f \text{HCl}(aq) + 1. \Delta H^{\circ}_f \text{NaOH}(aq))</math>  <math>\Delta H^{\circ}_{rxn} = (1. (-285,83) + 1. (-406,81)) \text{ kJ/mol} - (1. (-167,16) + 1. (-469,36)) \text{ kJ/mol}</math>  <math>\Delta H^{\circ}_{rxn} = -692,64 \text{ kJ/mol} - (-636,52) \text{ kJ/mol}</math>  <math>\Delta H^{\circ}_{rxn} = -56,12 \text{ kJ/mol}</math></li> </ul>

Setelah siswa menjawab pertanyaan umum 10 dengan optimal, pertanyaan dilanjutkan ke pertanyaan umum 11. Pada pertanyaan umum 11, siswa diminta untuk membandingkan  $\Delta H$  reaksi penetralan berdasarkan hasil percobaan, hukum Hess dan data  $\Delta H^{\circ}_f$ . Pertanyaan umum 11 berbunyi “Bandingkan hasil perhitungan  $\Delta H$  reaksi antara larutan HCl dan larutan NaOH yang sudah anda peroleh melalui percobaan, hukum Hess, dan data  $\Delta H^{\circ}_f$ ”. Jika jawaban yang diberikan siswa dari pertanyaan umum 11 kurang optimal, maka siswa mendapat pertanyaan *probing* yang tertera pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 11

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
Membandingkan hasil perhitungan $\Delta H$ reaksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanda positif atau negatif pada hasil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bukan. Positif negatif pada hasil</li> </ul>

penetralkan melalui percobaan, hukum Hess, dan data $\Delta H_f^0$	perhitungan $\Delta H$ melalui percobaan, hukum Hess dan data $\Delta H_f^0$ termasuk penentu besar kecilnya angka atau	perhitungan $\Delta H$ melalui percobaan, hukum Hess dan data $\Delta H_f^0$ merupakan simbol untuk melepas atau
--	---	--

Tabel 3.11. Pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 11 (lanjutan)

Indikator Butir Soal	Pertanyaan <i>Probing</i>	Jawaban
	<p>bukan?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagaimana dengan pengukuran kalor menggunakan kalorimeter sederhana?</li> <li>• Berdasarkan video, apakah reaksi penetralan sudah dalam keadaan standar ?</li> <li>• Apa pengertian keadaan standar termokimia untuk larutan?</li> </ul>	<p>menyerap kalor</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karena kalorimeter yang digunakan berupa kalorimeter sederhana yang terbuat dari <i>stereofom</i> maka kemungkinan akan ada sebagian kalor yang lepas sehingga tidak semua kalor terukur. Seharusnya nilai <math>\Delta H</math> reaksi penetralan berdasarkan percobaan yang dilakukan sama dengan perhitungan <math>\Delta H</math> melalui hukum Hess dan data <math>\Delta H_f^0</math></li> <li>• Sudah</li> <li>• Keadaan standar termokimia suatu larutan adalah pada konsentrasi 1 M.</li> </ul>

--	--	--

#### F. Proses Pengembangan Instrumen

Pengembangan instrumen yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari empat tahap, yaitu analisis standar isi kurikulum 2013, analisis konsep termokimia, perumusan indikator butir soal, dan pengembangan TDM-IAE. Pada tahap pertama yaitu analisis standar isi kurikulum 2013 dilakukan sebagai dasar untuk merancang indikator butir soal. Pada tahapan ini, kompetensi Dasar (KD) dari kurikulum 2013 dianalisis untuk mengetahui kedalaman dan keluasan materi agar pada saat merumuskan indikator butir soal lebih terarah. Hasil dari analisis ini diperoleh beberapa konsep pada materi termokimia. Hasil analisis dapat dilihat pada lampiran C.

Tahap kedua yaitu analisis konsep termokimia. Ketepatan konsep termokimia dianalisis dari beberapa *textbook general chemistry*. Kemudian konsep-konsep tersebut dibuat suatu definisi konsep dan deskripsi konsepnya. Definisi dan deskripsi konsep tersebut disusun sebagai salah satu dasar pengembangan instrumen TDM-IAE.

Tahap ketiga adalah perumusan indikator butir soal. Indikator butir soal dirumuskan berdasarkan hasil analisis standar isi kurikulum 2013 dan analisis konsep termokimia. Setelah indikator butir soal terumuskan, tahap selanjutnya adalah mengembangkan instrumen wawancara berdasarkan TDM-IAE. Karena TDM-IAE yang dikembangkan berfokus pada fenomena yang diamati dari video, maka sebelumnya dibuat video mengenai percobaan pengukuran kalor reaksi penetralan antara larutan HCl dan larutan NaOH menggunakan kalorimeter.

Instrumen pedoman wawancara berdasarkan TDM-IAE divalidasi oleh validator ahli yaitu dua orang dosen kimia. Jika instrumen belum valid, maka dilakukan revisi dan pengeditan ulang. Namun, jika instrumen sudah valid, instrumen tersebut dapat diuji cobakan kepada beberapa siswa. Pada proses validasi instrumen, dilakukan validasi kesesuaian indikator butir soal dengan Kompetensi Dasar (KD) pada kurikulum 2013 materi Termokimia dan kesesuaian

butir soal dengan indikator butir soal. Adapun secara lebih rinci, hasil validasinya adalah:

### **1. Validasi Kesesuaian Indikator Butir Soal dengan Kompetensi Dasar (KD) pada Kurikulum 2013**

Pada instrumen penelitian, Indikator butir soal ditentukan dari penurunan Kompetensi Dasar (KD) pada kurikulum 2013 yang terkait dengan materi termokimia. Berdasarkan KD tersebut, dikembangkan 11 indikator butir soal. Setiap butir soal kemudian dikembangkan menjadi pertanyaan umum. Dari hasil validasi, pada indikator butir soal 1 kata “menjelaskan” pada kalimat “Menjelaskan percobaan pengukuran kalor reaksi penetralan berdasarkan video yang ditayangkan” diganti menjadi kata “mendeskripsikan”. Pada indikator butir soal 5, kalimat “Menjelaskan harga kalor reaksi yang diperoleh dari hasil perhitungan berdasarkan interaksi partikel-partikel” diganti menjadi “Menjelaskan proses reaksi netralisasi berdasarkan interaksi partikel dalam larutan dan hubungannya dengan kenaikan suhu”. Pada indikator butir soal 7, kata “melalui video yang ditayangkan” dihilangkan menjadi “Menuliskan persamaan termokimia dari reaksi penetralan larutan HCl dan larutan NaOH”.

### **2. Validasi Kesesuaian Butir Soal dengan Indikator Butir Soal**

Butir-butir soal yang terdiri dari pertanyaan umum dan pertanyaan khusus (*probing*) divalidasi. Jawaban dari setiap butir soal juga divalidasi apakah sesuai dengan konsep ilmiah termokimia atau tidak. Berdasarkan hasil validasi, terdapat beberapa perbaikan. Indikator butir soal 5 harus disesuaikan dengan pertanyaan umumnya yaitu menghubungkan keterlibatan kalor dengan interaksi partikel. Dari hasil validasi, indikator butir soal 5 “menjelaskan proses reaksi netralisasi berdasarkan interaksi partikel dalam larutan HCl dan larutan NaOH” diganti menjadi “menjelaskan proses reaksi netralisasi berdasarkan interaksi partikel dalam larutan dan hubungannya dengan kenaikan suhu”. Pada pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 5 juga harus ditambah pertanyaan *probing* tentang hubungan pelepasan kalor dengan interaksi yang terjadi dalam campuran larutan.

Perbaikan pada jawaban butir soal terdapat pada jawaban butir soal 8 yaitu tentang gambar diagram energi. Perbaikan yang dilakukan yaitu pada sumbu y diagram seharusnya menunjukkan entalpi ( $H$ ) bukan  $\Delta H$ . Pada pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 9 tentang pengertian hukum Hess, “walaupun” dan “atau” diganti dengan kata “baik” dan “maupun” sehingga kalimat lengkap untuk pengertian hukum Hess menjadi “hukum Hess adalah hukum yang menyatakan bahwa perubahan entalpi reaksi adalah sama, baik terjadi dalam satu tahap maupun beberapa tahap”.

Instumen hasil validasi yang telah direvisi kemudian diuji cobakan kepada siswa. Uji coba dilakukan di dua sekolah di Bandung . Uji coba dilakukan untuk mengetahui apakah bahasa dalam butir-butir soal mudah dipahami oleh siswa atau tidak. Selain itu, dari hasil uji coba instrumen dapat diperoleh gambaran profil model mental yang akan dijadikan dasar pertimbangan pengelompokan tipe model mental.

Berdasarkan hasil uji coba, ada beberapa perbaikan terkait instrumen yang digunakan baik video maupun pedoman wawancara. Pada video percobaan, dilakukan perbaikan berupa penambahan judul video di awal tayangan. Judul yang digunakan adalah “Pengukuran Kalor Reaksi Netralisasi menggunakan Kalorimeter”. Hal ini dilakukan sebagai salah satu cara untuk menggali jawaban siswa khususnya mengenai alat yang digunakan untuk mengukur kalor. Pada pedoman wawancara, dilakukan perbaikan pada pertanyaan umum 5 yang berbunyi “Dapatkah anda menjelaskan proses reaksi netralisasi berdasarkan interaksi partikel saat larutan HCl dicampur dengan larutan NaOH dalam kalorimeter sederhana?” menjadi “Dapatkah anda menjelaskan hubungan kenaikan suhu dengan interaksi partikel (atom, ion, atau molekul) yang terjadi saat larutan HCl dicampur dengan larutan NaOH dalam kalorimeter sederhana?”. Perbaikan ini dilakukan karena pertanyaan tersebut tidak dipahami siswa. Selain itu, ada tambahan dua pertanyaan *probing* untuk pertanyaan umum 5 yang berbunyi “Adakah antaraksi antara partikel-partikel dalam larutan NaCl dan  $H_2O(l)$ ?” dan “Bagaimana hubungan kalor yang lepaskan atau kalor yang

diperlukan untuk mengatasi antaraksi dan membentuk antaraksi tersebut?”. Tambahan pertanyaan *probing* ini dilakukan untuk lebih menggali jawaban siswa pada level submikroskopik mengenai interaksi partikel dalam larutan HCl dan larutan NaOH.

Perbaikan lain yang dilakukan pada pedoman wawancara adalah tambahan pertanyaan berupa pertanyaan umum 11 tentang membandingkan hasil perhitungan  $\Delta H$  reaksi berdasarkan percobaan, hukum Hess dan data  $\Delta H_f^\circ$  beserta pertanyaan *probingnya*. Pertanyaan umum 11 dapat dilihat pada tabel pedoman wawancara pada lampiran B.

Perbaikan hasil uji coba ini kemudian divalidasi kembali oleh validator. Instrumen hasil validasi digunakan untuk memperoleh data penelitian.

#### G. Teknik Pengumpulan Data

Dalam rangka mengumpulkan data penelitian, dilakukan wawancara terhadap delapan orang siswa yang terdiri dari dua orang siswa kemampuan tinggi, empat orang siswa kemampuan sedang, dan dua orang siswa kemampuan rendah. Kedelapan orang siswa tersebut dipilih secara acak berdasarkan hasil diskusi dengan guru mata pelajaran kimia kelas XI IPA. Pengelompokan siswa dilakukan berdasarkan prestasi yang diraih siswa-siswa tersebut pada mata pelajaran kimia selama dua semester di kelas XI. Sebelum dilakukan wawancara, peneliti melakukan pendekatan kepada siswa dengan menanyakan kabar dan diminta untuk menceritakan pengalaman belajar kimia di sekolahnya serta pertanyaan lain agar suasana nyaman dan siswa tidak merasa tegang. Jika dirasa siswa sudah nyaman dan tidak tegang, tahapan wawancara dimulai dengan memutar video percobaan pengukuran kalor reaksi netralisasi antara larutan HCl dan larutan NaOH menggunakan kalorimeter. Pada saat proses wawancara berlangsung, jika dirasa siswa tidak fokus dan tegang maka siswa diberi waktu *break* selama beberapa menit agar kondisi siswa kembali nyaman. Jika siswa dirasa sudah kembali nyaman, maka wawancara dilanjutkan kembali.

Proses pengambilan data dilakukan secara bertahap diluar jam pelajaran. Waktu pelaksanaan wawancara disesuaikan dengan waktu luang siswa sehingga

tidak mengganggu aktivitas siswa. Proses wawancara berlangsung sekitar 60-120 menit dan dilakukan secara perorangan. Lamanya proses wawancara untuk setiap siswa berbeda-beda. Setiap siswa disediakan alat tulis berupa pensil dan kertas serta alat hitung untuk memudahkan siswa menjelaskan, menghitung dan menuliskan jawabannya.

Pada pedoman wawancara terdapat pertanyaan umum dan pertanyaan khusus. Pertanyaan-pertanyaan umum diajukan berdasarkan video yang ditayangkan. Jika jawaban siswa kurang optimal maka diajukan pertanyaan-pertanyaan khusus berupa pertanyaan *probing* untuk menggali jawaban siswa yang akan mengungkap model mentalnya. Dari hasil wawancara ini diperoleh data berupa jawaban siswa yang kemudian dianalisis. Setiap proses wawancara direkam dengan rekaman video untuk memudahkan proses analisis data.

#### H. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari empat tahap. Pada tahap pertama adalah mentranskripsikan jawaban siswa. Hasil wawancara siswa dalam bentuk rekaman video dan tulisan-tulisan siswa mengenai penjelasan jawabannya dari pertanyaan yang diajukan selama proses wawancara ditranskripsikan kedalam bentuk tulisan. Kemudian pada tahap kedua untuk mempermudah analisis data, transkripsi jawaban siswa kemudian diinterpretasikan dengan melakukan penghalusan jawaban siswa dan menyederhanakannya tanpa mengurangi makna jawaban siswa. Tahap selanjutnya, dari hasil transkripsi jawaban siswa akan dituangkan ke dalam pola jawaban yang menggambarkan model mentalnya. Profil model mental yang diperoleh dari pola jawaban siswa kemudian dilakukan pengelompokan tipe model mental dan dibahas lebih lanjut.

Pada pola jawaban siswa terdapat kata kunci yang menunjukkan pertanyaan umum dan pertanyaan *probing* dari setiap pertanyaan umum yang ada. Adapun kata kunci pada pola jawaban siswa adalah sebagai berikut.

1. Kata kunci “fenomena pengukuran kalor reaksi antara larutan HCl dan larutan NaOH dalam kalorimeter sederhana”



Kata kunci ini menunjukkan penjelasan siswa pada level makroskopik melalui pengamatan dari video percobaan pengukuran kalor reaksi antara larutan HCl dan larutan NaOH menggunakan kalorimeter. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan umum 1. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah “percobaan dalam video merupakan percobaan pengukuran kalor reaksi antara 50 mL larutan HCl 1 M dan 50 mL larutan NaOH 1 M pada kalorimeter sederhana dan terjadi kenaikan suhu larutan dengan suhu awal masing-masing larutan adalah 25°C dan suhu akhir setelah dicampurkan yaitu 30°C. Sebelum direaksikan larutan HCl dapat memerahkan lakmus biru sedangkan larutan NaOH dapat membirukan lakmus merah. Setelah reaksi selesai, larutan campuran tidak merubah warna lakmus merah maupun lakmus biru”. Jika jawaban siswa belum optimal maka siswa mendapatkan pertanyaan *probing* dengan kata kunci kalorimeter, pereaksi yang terlibat, kenaikan suhu, perubahan kertas lakmus merah dan lakmus biru.

2. Kata kunci “data-data yang dibutuhkan untuk menghitung kalor reaksi”  
Kata kunci ini menunjukkan penjelasan siswa sebagai salah satu prasyarat untuk menjawab pertanyaan umum empat tentang menghitung kalor reaksi yang berada pada level simbolik. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan umum 2. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah “Untuk dapat menghitung kalor reaksi diperlukan data-data seperti (a)  $C_k$  (kapasitas kalor kalorimeter), yaitu sejumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu kalorimeter sebesar 1°C atau 1 K; (b) Nilai perubahan suhu yang dapat diperoleh dari kenaikan suhu larutan; (c)  $c$  (kalor jenis), yaitu sejumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram zat sebesar 1°C atau 1 K; (d) Massa jenis larutan ( $\rho$ ), yaitu massa larutan persatuan volume. Massa jenis ini selanjutnya digunakan untuk menghitung massa larutannya”. Jika jawaban siswa belum optimal maka siswa mendapatkan

pertanyaan *probing* dengan kata kunci kenaikan suhu, kapasitas kalor kalorimeter ( $C_k$ ), kalor jenis ( $c$ ), massa jenis ( $\rho$ ) dan massa larutan.

3. Kata kunci “hubungan kenaikan suhu dengan sistem dan lingkungan”

Kata kunci ini menjelaskan jawaban siswa pada level submikroskopik. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan umum 3. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah “Kenaikan suhu larutan terjadi karena adanya pertukaran kalor dari sistem ke lingkungan. Yang bertindak sebagai sistem adalah reaksi antara larutan HCl dan larutan NaOH, sedangkan yang bertindak sebagai lingkungannya adalah larutan dan kalorimeter. Sistem adalah bagian dari semesta yang mengalami perubahan kimia atau perubahan fisika dan yang menjadi pusat perhatian. Sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu diluar sistem. Besarnya kalor yang dilepas oleh sistem akan sama dengan besarnya kalor yang diterima oleh lingkungannya”. Jika jawaban siswa kurang optimal maka siswa mendapatkan pertanyaan *probing* dengan kata kunci kalor, membedakan sistem/lingkungan yang melepaskan/menerima kalor, pengertian sistem, pengertian lingkungan, dan azas Black.

4. Kata kunci “menghitung kalor reaksi penetralan 50 mL larutan HCl 1 M dan 50 mL larutan NaOH 1 M”

Kata kunci ini menjelaskan penjelasan siswa pada level simbolik. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan umum 4. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah “Tahap yang harus dilakukan pertama adalah menghitung massa larutan terlebih dahulu.

$$\begin{aligned} \text{Massa}_{\text{larutan}} &= V_{\text{larutan}} \times \rho_{\text{larutan}} \\ &= 100 \text{ mL} \times \frac{1,00 \text{ g}}{\text{mL}} = 100 \text{ g} \end{aligned}$$

Sesuai dengan hukm kekekalan energi,

$$Q_{\text{sistem}} + Q_{\text{lingkungan}} = 0$$

$$Q_{\text{sistem}} = Q_{\text{reaksi}}$$

$$Q_{\text{lingkungan}} = Q_{\text{kalorimeter}} + Q_{\text{larutan}}, \text{ maka}$$

$$Q_{\text{sistem}} = -Q_{\text{lingkungan}}$$

$$Q_{\text{reaksi}} = -(Q_{\text{kalorimeter}}) + (Q_{\text{larutan}})$$

$$Q_{\text{reaksi}} = -[(C_k \times \Delta t) + (m_{\text{larutan}} \times C_{\text{larutan}} \times \Delta t)]$$

$$Q_{\text{reaksi}} = -[(55,78 \text{ J/}^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C}) + (100\text{g} \times 4,184 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C})]$$

$$Q_{\text{reaksi}} = -[(278,90 \text{ J} + 2092\text{J})]$$

$$Q_{\text{reaksi}} = -2370,9\text{J} = -2,37\text{kJ}$$

kalor yang dilepas dari reaksinya adalah 2,37kJ

Jika jawaban siswa kurang optimal maka siswa mendapatkan pertanyaan *probing* dengan kata kunci menghitung massa larutan dan menghitung kalor reaksi.

5. Kata kunci “menjelaskan proses reaksi netralisasi berdasarkan interaksi partikel dalam larutan HCl dan larutan NaOH”

Kata kunci ini menunjukkan penjelasan siswa pada level submikroskopik. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan umum 5. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah “pada larutan HCl sebelum pencampuran terdapat ion  $\text{H}^+$  dan ion  $\text{Cl}^-$ , sedangkan pada larutan NaOHsebelum pencampuran terdapat ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{OH}^-$ . Ketika kedua larutan dicampurkan, akan terjadi interaksi antara ion  $\text{H}^+$  dengan ion  $\text{OH}^-$ , menghasilkan molekul  $\text{H}_2\text{O}$  dengan melepaskan energi dalam bentuk kalor.Sedangkan ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{Cl}^-$  tetap berada dalam ion-ionnya. Kalor yang dilepaskan dari reaksi pembentukan molekul  $\text{H}_2\text{O}$  diserap oleh larutan dan kalorimeter sederhana sebesar 2,37kJ. Karena secara keseluruhan reaksi netralisasi antara ion  $\text{H}^+$  dan ion  $\text{OH}^-$  membentuk molekul  $\text{H}_2\text{O}$  melepaskan energi, maka reaksinya adalah eksoterm”. Jika jawaban siswa

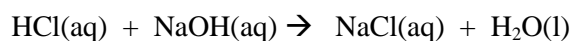
kurang optimal maka siswa mendapatkan pertanyaan *probing* dengan kata kunci partikel-partikel pereaksi, keadaan partikel-partikel pereaksi, interaksi ion-ion, hasil reaksi dari interaksi partikel, partikel-partikel dalam hasil reaksi, keadaan partikel-partikel hasil reaksi, energi kalor, dan proses eksoterm.

6. Kata kunci “menghitung  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan HCl dan larutan NaOH”

Kata kunci ini menunjukkan penjelasan siswa pada level simbolik. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan umum 6. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah “ $\Delta H$  diinterpretasikan sebagai perubahan entalpi per mol reaksi sehingga harus dihitung dulu jumlah mol yang bereaksi :

$$n(\text{HCl}) = M(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) = 1 \text{ M} \times 50 \text{ mL} = 50 \text{ mmol} = 0,05 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = M(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH}) = 1 \text{ M} \times 50 \text{ mL} = 50 \text{ mmol} = 0,05 \text{ mol}$$



m :	0,05mol	0,05mol	-	-
rx:	0,05mol	0,05mol	0,05mol	0,05mol
s :	-	-	0,05mol	0,05mol

Karena jumlah mol dan koefisien HCl (aq) dan NaOH (aq) sama, maka HCl (aq) dan NaOH (aq) akan habis bereaksi.

Produk yang terbentuk reaksi netralisasi adalah molekul H<sub>2</sub>O sebanyak 0,05 mol.

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ reaksi} &= \frac{2,37 \text{ kJ yang dilepas}}{0,05 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{\text{mol rxn}} = \\ &= \frac{47,4 \text{ kJ yang dilepas}}{\text{mol rxn}} = - 47,4 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Jika jawaban siswa kurang optimal maka siswa mendapatkan pertanyaan *probing* dengan kata kunci hubungan kalor reaksi dengan  $\Delta H$ , mol yang bereaksi dan mol yang habis bereaksi, dan  $\overline{\Delta H}$ .

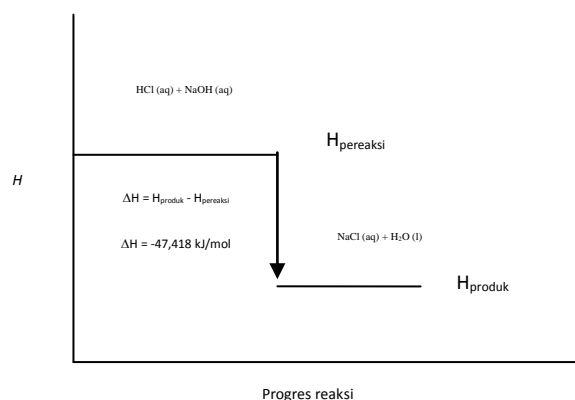
7. Kata kunci “persamaan termokimia”

Kata kunci ini menunjukkan penjelasan dari jawaban siswa pada level simbolik. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan 7. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah “ $\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)} + \text{NaCl(aq)} \Delta H = -47,4 \text{ kJ/mol}$ ”. Jika jawaban siswa kurang optimal maka siswa mendapatkan pertanyaan *probing* untuk menggali jawaban siswa dengan kata kunci pereaksi dan hasil reaksi, koefisien, fasa, dan  $\Delta H$  molar.

8. Kata kunci “menggambarkan diagram energi”

Kata kunci ini menunjukkan penjelasan dari jawaban pada level simbolik. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan umum 8. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah :

“Karena reaksi netralisasi (reaksi antara ion  $\text{H}^+$  dan ion  $\text{OH}^-$  menghasilkan  $\text{H}_2\text{O}$ ) merupakan reaksi eksoterm, maka diagram energinya

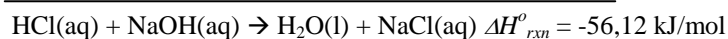
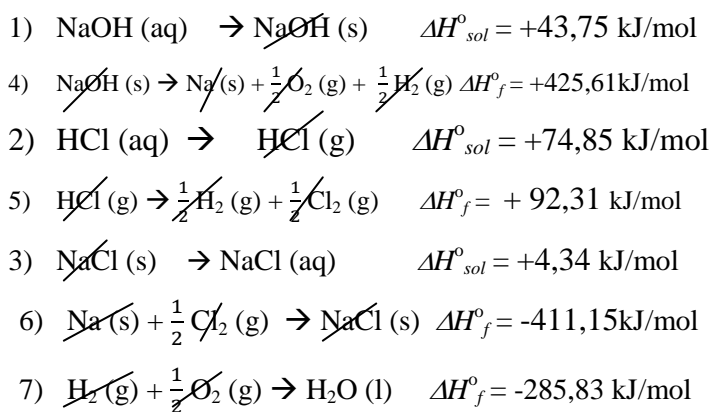


Jika jawaban siswa kurang optimal maka siswa mendapatkan pertanyaan *probing* untuk menggali jawaban siswa dengan kata kunci proses pada

reaksi netralisasi, sumbu x dan sumbu y pada diagram energi, kedudukan entalpi pereaksi dan entalpi produk,  $\Delta H$  reaksi proses netralisasi, dan gambar diagram energi.

9. Kata kunci “menghitung  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan HCl dan larutan NaOH berdasarkan hukum Hess”

Kata kunci ini menunjukkan penjelasan siswa pada level simbolik. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan umum 9. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah :

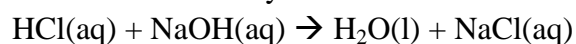


Jika jawaban siswa kurang optimal maka siswa mendapatkan pertanyaan *probing* untuk menggali jawaban siswa dengan kata kunci identifikasi persamaan reaksi target, manipulasi persamaan yang diketahui, dan hukum Hess.

10. Kata kunci “menghitung  $\Delta H^{\circ}$  reaksi penetralan larutan HCl dan larutan NaOH berdasarkan data  $\Delta H_f^{\circ}$ ”

Kata kunci ini menunjukkan penjelasan siswa pada level simbolik. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan umum 10. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah :

“Persamaan reaksinya :



$$\Delta H_{rxn}^{\circ} = \sum m \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \sum n \Delta H_f^{\circ} \text{ pereaksi}$$

$$\Delta H^{\circ}_{rxn} = [1. \Delta H^{\circ}_f \text{H}_2\text{O}(l) + 1. \Delta H^{\circ}_f \text{NaCl}(aq)] - [1. \Delta H^{\circ}_f \text{HCl}(aq) + 1. \Delta H^{\circ}_f \text{NaOH}(aq)]$$

$$\Delta H^{\circ}_{rxn} = (1. (-285,83) + 1. (-406,81)) \text{ kJ/mol} - (1. (-167,16) + 1. (-469,36)) \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{rxn} = -692,64 \text{ kJ/mol} - (-636,52) \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{rxn} = -56,12 \text{ kJ/mol.}$$

Jika jawaban siswa kurang optimal maka siswa mendapatkan pertanyaan *probing* untuk menggali jawaban siswa dengan kata kunci pengertian  $\Delta H^{\circ}_f$ , persamaan reaksi setara, koefisien, hubungan koefisien dengan  $\Delta H$ , menghitung  $\Delta H^{\circ}$  reaksi berdasarkan data  $\Delta H^{\circ}_f$ .

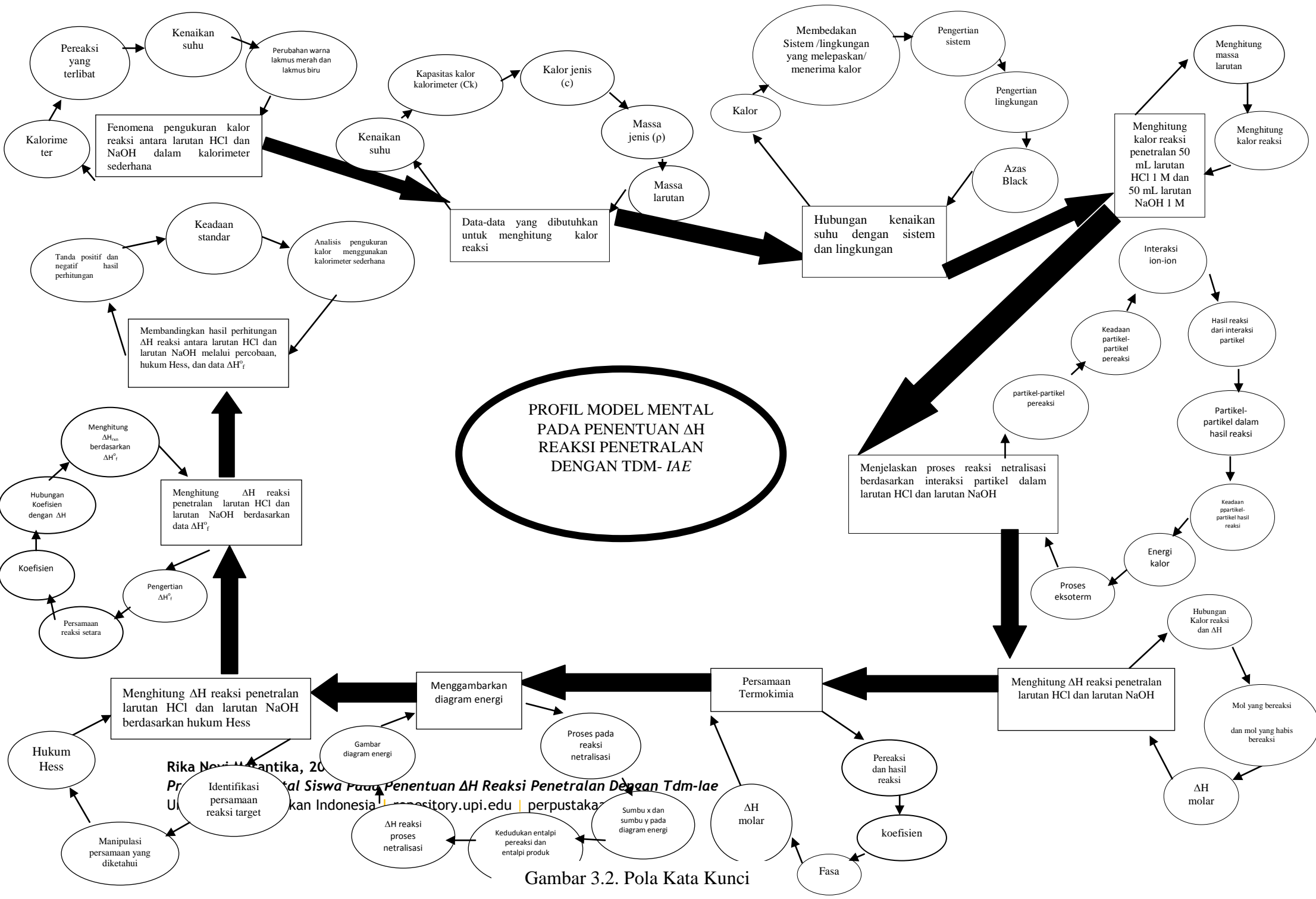
11. Kata kunci “membandingkan hasil perhitungan  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan HCl dan larutan NaOH berdasarkan percobaan, hukum Hess, dan data  $\Delta H^{\circ}_f$ ” Kata kunci ini menunjukkan jawaban siswa mengenai hasil analisisnya dari hasil perhitungan  $\Delta H$  reaksi penetralan melalui tiga cara. Kata kunci ini adalah kata kunci untuk pertanyaan umum 11. Jawaban benar untuk kata kunci ini adalah “ $\Delta H$  reaksi melalui percobaan hasilnya  $\Delta H = -47,4 \text{ kJ/mol}$  yaitu lebih kecil dibandingkan dengan hasil melalui hukum Hess dan data  $\Delta H^{\circ}_f$  yaitu  $\Delta H^{\circ}_r = -56,12 \text{ kJ/mol}$ . Nilai  $\Delta H$  melalui percobaan lebih kecil karena sebagian kalor yang lepas dan tidak terukur oleh kalorimeter karena alat yang digunakan berupa kalorimeter sederhana. Penentuan  $\Delta H$  reaksi berdasarkan kalorimetri sudah berada dalam keadaan standar termokimia, yaitu keadaan standar termokimia untuk larutan adalah pada konsentrasi 1 M.”. Jika jawaban siswa kurang optimal maka siswa mendapatkan pertanyaan *probing* untuk menggali jawaban siswa dengan kata kunci tanda positif dan negatif hasil perhitungan, keadaan standar termokimia, dan analisis pengukuran kalor menggunakan kalorimeter sederhana.

Berdasarkan Gambar 3.2. dari sebelas pertanyaan umum kemudian dibuat suatu pola kata kunci. Kata kunci untuk pertanyaan umum dibuat dalam suatu kotak. Sedangkan kata kunci untuk pertanyaan *probing* dibuat dalam bulatan-bulatan elips. Setiap kata kunci dari pertanyaan umum dihubungkan oleh tanda panah hitam dengan cetakan tebal yang menunjukkan alur jawaban siswa. Setiap

kata kunci untuk pertanyaan *probing* dihubungkan oleh tanda panah dengan cetakan tipis. Jawaban siswa yang diperoleh dari hasil wawancara kemudian disesuaikan dengan pola kata kunci yang sudah dibuat.

Pada analisis data, kata kunci untuk pertanyaan *probing* yang dilalui siswa digambarkan dengan bulatan elips berwarna. Jika jawaban siswa benar digambarkan dengan bulatan elips berwarna hijau dengan garis penuh, jika jawaban siswa salah digambarkan dengan bulatan elips berwarna merah dengan garis penuh. Bulatan elips berwarna hijau dengan garis putus-putus berwarna merah menunjukkan jawaban siswa yang hanya benar sebagian. Kata kunci untuk pertanyaan *probing* yang tidak dilalui siswa digambarkan dengan bulatan elips yang tidak berwarna. Bulatan elips tak berwarna dengan garis hitam utuh menunjukkan jawaban siswa benar tanpa melalui pertanyaan *probing*. Sedangkan bulatan elips tak berwarna dengan garis putus-putus berwarna merah menunjukkan jawaban siswa yang salah tanpa melalui pertanyaan *probing*. Kata kunci pada pertanyaan umum berwarna hijau untuk jawaban siswa benar. Jika kata kunci tersebut berwarna hijau dengan garis putus-putus berwarna merah maka jawaban siswa hanya benar sebagian. Untuk jawaban siswa yang salah, kata kunci pada pertanyaan umum akan berwarna merah seluruhnya.





Gambar 3.2. Pola Kata Kunci

Hasil transkripsi jawaban siswa yang dibuat kedalam pola-pola jawaban, kemudian dikelompokkan kedalam tipe model mental. Pengelompokan tipe model mental didasarkan pada kategori menurut Sendur (2011) yaitu :

1. *Scientifically Correct* (SC), yaitu siswa yang menjawab benar secara keilmuan dan memberikan penjelasan benar
2. *Partially Correct* (PC), yaitu siswa yang menjawab benar secara keilmuan tetapi memberikan penjelasan yang salah atau menjawab salah secara keilmuan tetapi memberikan penjelasan yang benar.
3. *Specific Misconception* (SM), yaitu siswa yang menjawab salah secara keilmuan dan memberikan penjelasan yang salah.
4. *No Response* (NR), yaitu siswa yang tidak memberikan respon apapun dan tidak memberikan jawaban sama sekali.

Pada penelitian ini, instrumen yang digunakan adalah pedoman wawancara sehingga semua siswa akan memberikan tanggapan pada pertanyaan yang diajukan. Maka dari itu, kategori NR tidak digunakan pada pengelompokan dalam penelitian ini. Adapun kategori pengelompokan pada penelitian ini yang diadopsi dari Sendur (2011) terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.12. Tipe Model Mental Siswa

Tipe	Kategori Pengelompokan
1 (SC)	1.a. Jawaban siswa benar dan menjawab tanpa pertanyaan <i>probing</i> 1.b. Jawaban siswa benar dan menjawab dengan pertanyaan <i>probing</i>
2 (PC)	2.a. Jawaban siswa hanya benar sebagian dan menjawab tanpa pertanyaan <i>probing</i> 2.b. Jawaban siswa hanya benar sebagian dan menjawab dengan pertanyaan <i>probing</i>
3 (SM)	Jawaban siswa salah

Jawaban setiap siswa dari hasil pengelompokan tipe model mental kemudian dibahas lebih lanjut satu persatu sesuai kata kuncinya. Setelah pembahasan setiap jawaban siswa pada setiap kata kunci, kemudian dibuat

rangkuman secara keseluruhan dan ditarik kesimpulan tipe model mental siswa.

Rika Novi Marantika, 2014

*Profil Model Mental Siswa Pada Penentuan  $\Delta H$  Reaksi Penetralkan Dengan Tdm-lae*

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)