

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Lokasi dan Subjek Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di salah satu SMA Negeri di kabupaten Garut. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa SMA yang telah mempelajari materi termokimia. Jumlah siswa yang dijadikan subjek penelitian adalah 35 siswa kelas XI jurusan IPA. Rekapitulasi jumlah siswa dapat dilihat pada lampiran 4, surat izin penelitian dapat dilihat pada Lampiran 5, dan dokumentasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 6.

#### **B. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Menurut Gay (1976) penelitian deskriptif melibatkan pengumpulan data untuk menjawab pertanyaan mengenai status subjek penelitian. Penelitian deskriptif tidak memberikan kontrol, perlakuan, atau manipulasi, tetapi hanya menggambarkan suatu kondisi apa adanya. Penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha mendeskripsikan gejala, peristiwa, dan kejadian yang terjadi pada saat sekarang dimana penelitian berusaha memotret peristiwa dan kejadian yang menjadi pusat perhatian untuk kemudian digambarkan sebagaimana adanya.

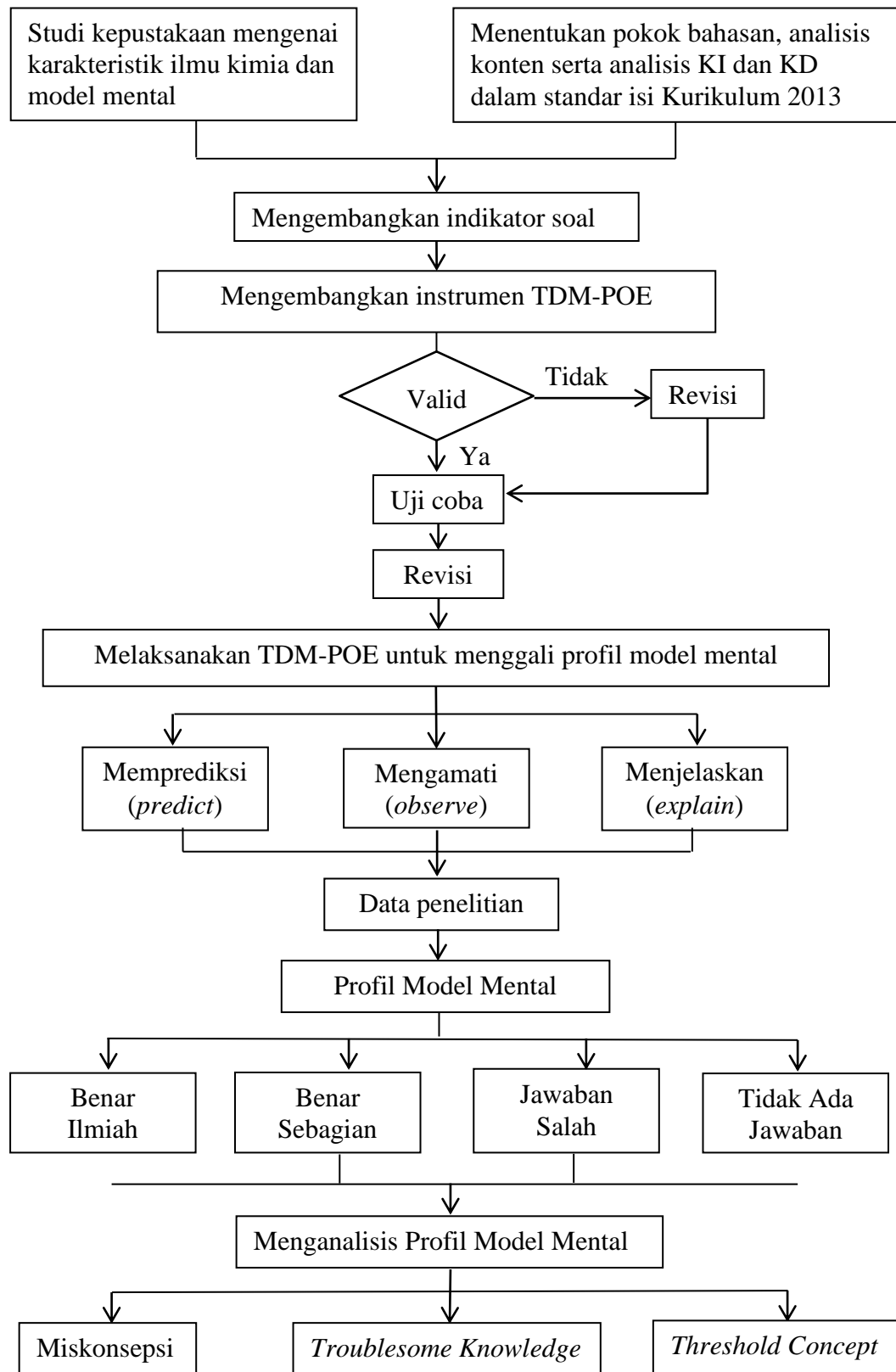
Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan berbagai kondisi, situasi, atau berbagai fenomena realitas sosial yang ada di masyarakat. Selain itu berupaya menarik realitas ke permukaan sebagai suatu ciri, karakter, sifat, model, tanda, atau gambaran tentang kondisi, situasi, ataupun fenomena tertentu (Bungin, 2007). Metode penelitian deskriptif digunakan untuk memecahkan sekaligus menjawab permasalahan yang terjadi pada masa sekarang (Ali, 1982). Penelitian deskriptif dilakukan dengan menempuh langkah-langkah pengumpulan, klasifikasi dan analisis atau pengolahan data, membuat kesimpulan dan laporan dengan

tujuan utama untuk membuat gambaran tentang subjek penelitian dalam suatu deskripsi. Dalam penelitian deskriptif disajikan satu gambaran yang terperinci mengenai satu masalah, dan dalam penelitian ini satu gambaran terperinci tersebut adalah profil model mental siswa.

### C. Desain Penelitian

Desain dalam penelitian ini menggambarkan secara terperinci mengenai profil model mental siswa pada materi termokimia khususnya penentuan  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl berdasarkan Hukum Hess, data  $\Delta H_f^o$ , dan hasil pengamatan pengukuran  $\Delta H$  reaksi penetralan menggunakan kalorimeter. Pada penelitian ini profil model mental siswa digali dengan menggunakan TDM-POE. Siswa yang dijadikan subjek penelitian adalah siswa yang telah mempelajari materi termokimia. Selanjutnya, diberikan tes diagnostik model mental berdasarkan TDM-POE kepada siswa tersebut. Jawaban siswa mencerminkan profil model mental yang dimilikinya. Kemudian jawaban siswa untuk setiap soal dikelompokkan ke dalam empat profil model mental sesuai dengan hasil kajian literatur dari Şendur dkk. (2010) yang telah dimodifikasi. Keempat profil model mental tersebut yaitu benar ilmiah, benar sebagian, jawaban salah, dan tidak ada jawaban. Dari hasil pengelompokan, profil model mental siswa yang diperoleh kemudian dianalisis lebih lanjut untuk menentukan miskonsepsi, *troublesome knowledge*, dan *threshold concept* pada materi termokimia dengan menggunakan TDM-POE. Adapun alur dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1. Alur Penelitian

#### D. Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahan penafsiran terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, maka diperlukan penjelasan mengenai beberapa definisi operasional, yaitu:

1. Profil model mental adalah ikhtisar yang memberikan fakta-fakta tentang representasi internal mengenai kemampuan siswa dalam menggunakan dan mempertautkan ketiga level representasi kimia untuk menggambarkan dan menjelaskan suatu fenomena kimia.
2. TDM-POE adalah salah satu jenis tes diagnostik model mental yang digunakan untuk menggali kemampuan siswa dalam menggunakan dan mempertautkan ketiga level representasi kimia untuk menggambarkan dan menjelaskan suatu fenomena kimia melalui tiga tahap tes yaitu *predict*, *observe*, dan *explain*.

#### E. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah TDM-POE dalam bentuk tes tertulis berupa esai pada materi termokimia. Soal disajikan mengikuti tahapan dalam TDM-POE dan mengaitkan ketiga level representasi kimia. Konsep termokimia yang menjadi materi kajian dalam penelitian ini adalah penentuan  $\Delta H$  reaksi penetralan, khususnya reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl berdasarkan hukum Hess, data  $\Delta H_f^o$ , dan data hasil pengamatan pengukuran  $\Delta H$  reaksi penetralan menggunakan kalorimeter.

Instrumen TDM-POE dalam penelitian ini terdiri tiga tahap yaitu *predict*, *observe*, dan *explain*. Jumlah pertanyaan dalam instrumen TDM-POE ini adalah enam pertanyaan dengan rincian dua pertanyaan pada tahap *predict*, satu pertanyaan pada tahap *observe*, dan tiga pertanyaan pada tahap *explain*. Instrumen

ini berupaya semaksimal mungkin untuk dapat mengungkapkan profil model mental yang dimiliki oleh siswa.

Tahap *predict* terdiri dari dua pertanyaan dimana pertanyaan ini mengungkapkan kemampuan siswa dalam memprediksikan  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl berdasarkan Hukum Hess dan data  $\Delta H_f^\circ$  pada level simbolik. Sementara itu, pada tahap *observe* terdiri dari satu pertanyaan dimana pertanyaan ini mengungkapkan kemampuan siswa dalam menentukan  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl berdasarkan hasil pengamatan pengukuran  $\Delta H$  reaksi penetralan menggunakan kalorimeter pada level makroskopik yang diungkapkan melalui level simbolik. Selanjutnya, pada tahap *explain* terdiri dari tiga pertanyaan dimana pertanyaan ini mengungkap kemampuan siswa pada level submikroskopik dan level simbolik dalam menjelaskan  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl yang terkait dengan hasil pengamatan. Pada tahap *explain* ini, ada keterkaitan ketiga level representasi kimia. Instrumen TDM-POE dapat dilihat pada Lampiran 2.

## F. Proses Pengembangan Instrumen

Instrumen dalam penelitian ini dikembangkan berdasarkan indikator yang dirumuskan. Sebelum merumuskan indikator soal, terlebih dahulu dilakukan analisis konten dan standar isi dari materi tersebut. Analisis konten materi termokimia didasarkan atas kajian pustaka beberapa buku teks *general chemistry* dengan rincian sebagai berikut:

1. Buku teks karya Whitten dkk. edisi ketujuh tahun 2004 yang berjudul “*General Chemistry*”.
2. Buku teks karya Silberberg tahun 2007 yang berjudul “*Principles of General Chemistry*”.
3. Buku teks karya Brady dkk. edisi kelima tahun 2009 yang berjudul “*Chemistry*”.

Hasil analisis konten dari materi termokimia ini dijadikan acuan konsep yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan. Penelitian yang dilakukan dibatasi pada konsep penentuan  $\Delta H$  reaksi penetralan berdasarkan Hukum Hess, data  $\Delta H_f^\circ$ , dan kalorimetri.

Setelah dilakukan analisis konten, kemudian dilakukan analisis standar isi kurikulum 2013 pada materi termokimia. Standar isi kurikulum 2013 terdiri dari Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD). Analisis ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kedudukan, keluasan, dan kedalaman materi termokimia pada kurikulum 2013 yang dijadikan acuan dalam mengembangkan indikator soal yang digunakan pada penelitian ini. Berdasarkan hasil analisis standar isi kurikulum 2013, materi termokimia dipelajari di kelas XI semester 1. Adapun KI dan KD yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Kompetensi Inti

KI3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

KI4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

#### 2. Kompetensi Dasar (KD)

3.5 Menentukan  $\Delta H$  reaksi berdasarkan hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan.

4.5 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan penentuan  $\Delta H$  suatu reaksi.

Setelah dilakukan analisis standar isi kurikulum 2013 mengenai materi termokimia, kemudian dilakukan pengembangan indikator soal yang menjadi acuan dalam pengembangan TDM-POE pada materi termokimia. Adapun indikator soal yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

1. Memprediksikan  $\Delta H$  reaksi penetralan dengan menggunakan Hukum Hess.
2. Memprediksikan  $\Delta H$  reaksi penetralan dengan menggunakan data  $\Delta H_f^\circ$ .
3. Menentukan  $\Delta H$  reaksi penetralan dengan menggunakan kalorimeter.
4. Menjelaskan penentuan  $\Delta H$  reaksi penetralan berdasarkan Hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan kalorimeter.
5. Menganalisis peristiwa reaksi penetralan dalam kalorimeter pada level submikroskopik.
6. Menggambarkan diagram tingkat energi reaksi penetralan.

Berdasarkan indikator tersebut dikembangkan butir-butir pertanyaan yang sesuai dengan mempertimbangkan TDM-POE dan tiga level representasi kimia.

Instrumen penelitian telah divalidasi dan diuji cobakan. Validasi terdiri dari validasi indikator terhadap Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) berdasarkan standar isi kurikulum 2013, validasi pertanyaan dalam TDM-POE terhadap indikator, dan validasi jawaban terhadap pertanyaan dalam TDM-POE. Validasi dilakukan oleh empat orang dosen yaitu dua orang dosen yang memiliki latar belakang S3 di bidang pendidikan kimia dan dua orang dosen yang memiliki latar belakang S3 di bidang kimia fisika. Adapun hasil validasi dan uji coba instrumen yang telah dilakukan yaitu:

### **1. Hasil Validasi Kesesuaian Indikator Soal Terhadap Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)**

Validasi kesesuaian indikator soal terhadap KI dan KD bertujuan agar indikator yang telah dikembangkan pada penelitian ini sesuai dengan materi



termokimia pada kurikulum 2013. Hasil validasi dari keempat orang dosen yang menjadi validator menunjukkan bahwa indikator yang dikembangkan sudah valid, namun seorang dosen yang berperan sebagai validator menyatakan bahwa indikator yang dikembangkan belum mencakup semua KD yang ada. Indikator soal yang dikembangkan oleh peneliti disesuaikan dengan tujuan penelitian dan TDM-POE yang digunakan oleh peneliti sebagai instrumen penelitian. Pada penelitian ini peneliti tidak mengembangkan indikator soal mengenai penentuan  $\Delta H$  reaksi berdasarkan energi ikatan. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini reaksi yang ditentukan  $\Delta H$  reaksinya adalah reaksi penetralan larutan larutan NaOH dengan larutan HCl. Selain itu, peneliti juga tidak mengembangkan indikator mengenai merancang dan melakukan percobaan untuk menentukan  $\Delta H$  reaksi. Hal ini dikarenakan penelitian ini bertujuan untuk menggali profil model mental siswa atau kemampuan siswa pada ranah kognitif. Oleh karena itu, indikator yang dikembangkan hanya ranah kognitif.

Untuk indikator pertama dan kedua, hasil validasi dari keempat orang dosen menunjukkan bahwa indikator sudah valid, hanya saja seorang dosen yang bertindak sebagai validator menyatakan bahwa sebaiknya kata “memprediksikan” diganti dengan kata “menghitung”. Menurut validator tersebut, kata “memprediksikan” bersifat tebakan atau sesuatu yang tidak pasti sedangkan menentukan  $\Delta H$  reaksi berdasarkan Hukum Hess dan data perubahan entalpi pembentukan standar merupakan sesuatu yang pasti. Kemudian seorang validator menyatakan bahwa sebaiknya kata “penetralan” dihilangkan jika reaksi yang digunakan dalam penelitian ini bukan hanya reaksi penetralan. Namun, karena tujuan dari indikator yang dikembangkan oleh peneliti yaitu untuk mengungkap kemampuan siswa dalam memprediksikan  $\Delta H$  reaksi penetralan berdasarkan Hukum Hess dan data perubahan entalpi pembentukan standar sesuai dengan TDM-POE maka kata “memprediksikan” dan “penetralan” tetap digunakan pada indikator pertama dan kedua.

Untuk indikator ketiga dan keempat, hasil validasi dari keempat orang dosen menunjukkan bahwa indikator sudah valid, hanya saja kata “kalorimeter” diganti dengan kata “kalorimetri”. Menurut validator, kalorimeter merupakan alat yang digunakan untuk menentukan kalor reaksi sedangkan kalorimetri merupakan metode pengukuran kalor reaksi dengan menggunakan kalorimeter. Oleh karena itu, kata “kalorimeter” pada indikator ketiga dan keempat diganti dengan kata “kalorimetri”.

Untuk indikator kelima, hasil validasi dari keempat orang dosen menunjukkan bahwa indikator sudah valid, hanya saja seorang validator menyatakan bahwa sebaiknya maksud kata “menganalisis” pada indikator tersebut harus lebih diperjelas. Kemudian seorang validator lain menyatakan bahwa sebaiknya kata “peristiwa” dihilangkan. Pada penelitian ini, tujuan dari indikator kelima ini adalah untuk mengungkap kemampuan siswa dalam menjelaskan perubahan entalpi reaksi penetralan pada level submikroskopik berdasarkan hasil pengamatan percobaan yang didemonstrasikan (level makroskopik). Oleh karena itu, kata “menganalisis” pada indikator kelima diganti dengan kata “menjelaskan” dan kata “peristiwa” dihilangkan. Kemudian untuk indikator keenam, hasil validasi dari keempat orang dosen menunjukkan bahwa indikator sudah valid.

Berdasarkan hasil validasi kesesuaian indikator soal dengan KI dan KD maka indikator yang dikembangkan direvisi menjadi:

- a. Memprediksikan  $\Delta H$  reaksi penetralan dengan menggunakan Hukum Hess.
- b. Memprediksikan  $\Delta H$  reaksi penetralan dengan menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar.
- c. Menentukan  $\Delta H$  reaksi penetralan berdasarkan kalorimetri.
- d. Menjelaskan penentuan  $\Delta H$  reaksi penetralan berdasarkan Hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan kalorimetri.
- e. Menjelaskan  $\Delta H$  reaksi penetralan pada level submikroskopik berdasarkan hasil pengamatan percobaan.

f. Menggambarkan diagram tingkat energi reaksi penetralan.

Rekapitulasi hasil validasi kesesuaian indikator terhadap KI dan KD dapat dilihat pada Lampiran 1.

## 2. Hasil Validasi Kesesuaian Butir Pertanyaan dalam TDM-POE Terhadap Indikator

Instrumen penelitian yaitu TDM-POE pada materi termokimia yang dikembangkan oleh peneliti divalidasi kesesuaiannya terhadap indikator yang telah dirumuskan. Hasil validasi dari keempat orang dosen menunjukkan bahwa indikator yang dikembangkan sudah valid, hanya saja ada beberapa kalimat pertanyaan dalam TDM-POE yang perlu diperbaiki agar sesuai dengan tujuan dari pertanyaan tersebut. Untuk pertanyaan no 1a dan 1b, seorang validator menyatakan bahwa sebaiknya kata “prediksikan” diganti dengan kata “menghitung”. Namun karena tujuan dari pertanyaan tersebut untuk menggali atau mengungkap kemampuan siswa dalam memprediksikan  $\Delta H$  reaksi penetralan berdasarkan Hukum Hess dan data  $\Delta H_f^\circ$  sesuai dengan indikator yang telah dirumuskan maka pada kata “prediksikan” tetap digunakan pada pertanyaan no 1a dan 1b. Untuk pertanyaan no 2, seorang validator menyatakan bahwa sebaiknya kata “yang akan dilakukan” dihapus dan kata “pengamatannya” diganti dengan kata “pengamatanmu” agar kalimat pertanyaan tersebut lebih jelas. Untuk pertanyaan no 3a, seorang validator menyatakan bahwa kalimat pada pertanyaan tersebut perlu dikaji ulang karena belum jelas. Kemudian seorang validator lain menyatakan bahwa sebaiknya maksud dari “jawaban prediksi” pada pertanyaan tersebut diperjelas kembali karena jawaban prediksi ada dua yaitu berdasarkan Hukum Hess dan data  $\Delta H_f^\circ$ . Oleh karena itu, pertanyaan no 3a direvisi menjadi “Bandingkan  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl yang diperoleh dari hasil prediksi berdasarkan Hukum Hess dan data  $\Delta H_f^\circ$  dengan  $\Delta H$  reaksi penetralan yang diperoleh berdasarkan hasil pengamatan! Apakah sesuai atau tidak? Jelaskan alasanmu!” Selanjutnya, untuk pertanyaan no 3b, seorang

validator menyatakan bahwa sebaiknya kata-kata “sehingga menghasilkan perubahan suhu” dihapus agar kalimat pertanyaan tersebut lebih jelas dan mudah dimengerti oleh siswa. Kemudian untuk pertanyaan no 3c, kalimat pertanyaan sudah valid dan jelas. Rekapitulasi hasil validasi kesesuaian pertanyaan dalam TDM-POE terhadap indikator dapat dilihat pada Lampiran 1.

### **3. Hasil Validasi Kesesuaian Jawaban Terhadap Pertanyaan dalam TDM-POE**

Secara umum, jawaban pertanyaan sudah sesuai dengan pertanyaan yang dikembangkan dalam TDM-POE. Namun, ada beberapa jawaban yang harus diperbaiki agar sesuai dengan tujuan dari pertanyaan yang dikembangkan dalam TDM-POE pada materi termokimia. Jawaban pertanyaan hasil validasi yang telah direvisi dijadikan sebagai acuan kriteria profil model mental ilmiah dalam pengelompokan profil model mental siswa. Rekapitulasi hasil validasi kesesuaian jawaban terhadap pertanyaan dalam TDM-POE dapat dilihat pada Lampiran 1. Jawaban hasil validasi yang telah direvisi dapat dilihat pada Lampiran 3.

### **4. Hasil Uji Coba Aspek Keterbacaan TDM-POE**

Uji coba TDM-POE dilakukan di salah satu SMA Negeri di kabupaten Garut. Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui aspek keterbacaan pertanyaan-pertanyaan dalam TDM-POE pada materi termokimia. Berdasarkan hasil uji coba dapat disimpulkan bahwa siswa memahami maksud dari pertanyaan-pertanyaan dalam TDM-POE pada materi termokimia yang telah dirumuskan oleh peneliti. Namun, pada pertanyaan no 3b siswa mengalami kesulitan memahami maksud dari kata “perubahan pada tingkat partikel”. Oleh karena itu, agar lebih mudah dipahami oleh siswa, pertanyaan no 3b direvisi menjadi “Jelaskan reaksi penetralan yang terjadi di dalam kalorimeter berdasarkan persamaan ion bersih dan  $\Delta H$  reaksi tersebut!”. Instrumen TDM-POE yang telah direvisi dapat dilihat pada Lampiran 2.

## **G. Teknik Pengumpulan Data**

Intan Fitriyani, 2014

*Profil model mental siswa pada materi termokimia dengan menggunakan TIM\_POE*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pengumpulan data dilakukan pada 35 siswa SMA kelas XI yang sudah mempelajari materi termokimia di salah satu SMA Negeri di kabupaten Garut. Setiap siswa diberi TDM-POE pada materi termokimia untuk dikerjakan. Pengumpulan data dengan menggunakan TDM-POE ini diawali dengan tahap *predict*, yaitu siswa diminta untuk memprediksikan  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl berdasarkan Hukum Hess dan data  $\Delta H_f^o$ . Kemudian pada tahap kedua yaitu tahap *observe*, siswa diminta memperhatikan demonstrasi yang dilakukan untuk menentukan  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan menggunakan kalorimeter. Selanjutnya siswa menuliskan hasil pengamatan dan menentukan  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl berdasarkan hasil pengamatan. Setelah itu, pada tahap terakhir yaitu tahap *explain*, siswa diminta untuk menjelaskan  $\Delta H$  reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl yang diperoleh dari hasil prediksi dan hasil pengamatan. Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah jawaban siswa pada TDM-POE.

## H. Analisis Data

Berdasarkan instrumen yang digunakan maka dilakukan pengolahan data secara deskriptif pada jawaban siswa. Jawaban yang diberikan siswa bermacam-macam karena model mental yang dimiliki setiap individu adalah khas. Jawaban siswa yang bermacam-macam dikelompokkan berdasarkan kemiripan jawaban yang kemudian dilabeli dengan profil model mental tertentu sesuai dengan karakteristik atau kriterianya. Terdapat empat profil model mental siswa yang dijadikan acuan dalam mengelompokkan model mental siswa. Berikut adalah keempat profil model mental yang dapat mengindikasikan tingkat pemahaman siswa:

1. Benar ilmiah yaitu jawaban siswa yang memiliki konsep yang lengkap dan benar secara keilmuan.

2. Benar sebagian yaitu jawaban siswa yang sudah memiliki sebagian konsep yang benar secara keilmuan atau tidak lengkap.
3. Jawaban salah yaitu jawaban siswa yang tidak benar atau tidak sesuai dengan pertanyaan.
4. Tidak ada jawaban yaitu tidak menjawab dan tidak memberikan penjelasan berkaitan dengan pertanyaan.

Secara lebih detail, pengelompokan profil model mental di atas untuk setiap pertanyaan dalam TDM-POE pada materi termokimia adalah sebagai berikut

Tabel 3.1. Pengelompokan Profil Model Mental Siswa dalam Memprediksikan  $\Delta H$  Reaksi Penetralan Larutan NaOH dengan Larutan HCl Berdasarkan Hukum Hess

Profil Model Mental	Kriteria Jawaban
Benar ilmiah	Memprediksikan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan benar, lengkap, dan menjawab secara utuh, yaitu: $\text{HCl(g)} \rightarrow \frac{1}{2}\text{H}_2\text{(g)} + \frac{1}{2}\text{Cl}_2\text{(g)} \quad \Delta H^\circ = 92,31 \text{ kJ/mol}$ $\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{HCl(g)} \quad \Delta H^\circ = 74,85 \text{ kJ/mol}$ $\text{NaOH(s)} \rightarrow \text{Na(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{(g)} \quad \Delta H^\circ = 425,61 \text{ kJ/mol}$ $\text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{NaOH(s)} \quad \Delta H^\circ = 43,75 \text{ kJ/mol}$ $\text{Na(s)} + \frac{1}{2}\text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{NaCl(s)} \quad \Delta H^\circ = -411,15 \text{ kJ/mol}$ $\text{NaCl(s)} \rightarrow \text{NaCl(aq)} \quad \Delta H^\circ = 4,34 \text{ kJ/mol}$ $\text{H}_2\text{(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H^\circ = -285,83 \text{ kJ/mol}$ <hr/> $\text{NaOH(aq)} + \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{NaCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H^\circ = -56,12 \text{ kJ/mol}$
Benar Sebagian	Memprediksikan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan benar namun tidak lengkap atau memprediksikan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan tidak benar namun sebagian konsep yang digunakan untuk memprediksikan $\Delta H$ reaksi penetralan benar.
Jawaban Salah	Memprediksikan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan tidak benar.
Tidak Ada Jawaban	Tidak ada Jawaban: mengosongkan jawaban, menuliskan kembali pertanyaan atau data yang diketahui.

Tabel 3.2. Pengelompokan Profil Model Mental Siswa dalam Memprediksikan  $\Delta H$  Reaksi Penetralan Larutan NaOH dengan Larutan HCl Berdasarkan data  $\Delta H_f^\circ$

Profil Model	Kriteria Jawaban
--------------	------------------

Mental	
Benar Ilmiah	<p>Memprediksikan <math>\Delta H</math> reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan benar, lengkap, dan menjawab secara utuh, yaitu:</p> $\Delta H^{\circ} = (\sum \Delta H_f^{\circ} \text{ produk}) - (\sum \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan})$ $\Delta H^{\circ} = [\Delta H_f^{\circ} \text{ NaCl}(aq) + \Delta H_f^{\circ} \text{ H}_2\text{O}(\ell)] - [\Delta H_f^{\circ} \text{ NaOH}(aq) + \Delta H_f^{\circ} \text{ HCl}(aq)]$ $\Delta H^{\circ} = [(-406,81 \text{ kJ/mol}) + (-285,83 \text{ kJ/mol})] - [(-469,36 \text{ kJ/mol}) + (-167,16 \text{ kJ/mol})]$ $\Delta H^{\circ} = [(-636,53 \text{ kJ/mol}) - (-692,64 \text{ kJ/mol})]$ $\Delta H^{\circ} = -56,12 \text{ kJ/mol}$ <p>atau,</p> $\text{HCl}(aq) \rightarrow \frac{1}{2}\text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(g) \quad \Delta H^{\circ} = 167,16 \text{ kJ/mol}$ $\text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{Na}(s) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) + \frac{1}{2}\text{H}_2(g) \quad \Delta H^{\circ} = 469,36 \text{ kJ/mol}$ $\text{Na}(s) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{NaCl}(aq) \quad \Delta H^{\circ} = -406,81 \text{ kJ/mol}$ $\frac{1}{2}\text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell) \quad \Delta H^{\circ} = -285,83 \text{ kJ/mol}$ <hr/> $\text{NaOH}(aq) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \quad \Delta H^{\circ} = -56,12 \text{ kJ/mol}$
Benar Sebagian	Memprediksikan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan benar namun tidak lengkap atau memprediksikan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan tidak benar namun sebagian konsep yang digunakan untuk memprediksikan $\Delta H$ reaksi penetralan benar.
Jawaban Salah	Memprediksikan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan tidak benar.
Tidak Ada Jawaban	Tidak ada Jawaban: mengosongkan jawaban, menuliskan kembali pertanyaan atau data yang diketahui.

Tabel 3.3. Pengelompokan Profil Model Mental Siswa dalam Menentukan  $\Delta H$  Reaksi Penetralkan Larutan NaOH dengan Larutan HCl Berdasarkan Hasil Pengamatan

Profil Model Mental	Kriteria Jawaban
Benar Ilmiah	<p>Menuliskan data hasil pengamatan dengan benar dan lengkap, menentukan <math>\Delta H</math> reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan benar dan lengkap, serta menjawab secara utuh, yaitu:</p> <p>Data pengamatan demonstrasi:            Suhu awal 50 mL larutan NaOH 1 M adalah 25°C. Pada larutan NaOH, kertas lakmus merah berubah menjadi biru dan lakmus biru tetap biru, artinya larutan bersifat basa. Suhu awal 50 mL larutan HCl 1 M 25°C. Pada larutan HCl kertas lakmus merah tetap merah dan lakmus biru berubah menjadi merah, artinya larutan bersifat asam. Setelah kedua larutan dicampurkan, suhu akhir larutan menjadi 30,7°C dan lakmus merah tetap berwarna merah serta lakmus biru tetap berwarna biru, artinya larutan bersifat netral. Reaksi penetralan larutan NaOH dan larutan HCl melepaskan sejumlah kalor yang mengakibatkan kenaikan suhu pada larutan yang ada dalam kalorimeter. Besarnya kalor reaksi yang dilepaskan sama dengan kalor yang diserap oleh larutan dan kalorimeter. Untuk mengetahui besarnya kalor reaksi yang dilepaskan yaitu sebagai berikut:</p> <p>Volume larutan = volume larutan NaOH + volume larutan HCl            Volume larutan = 50 mL + 50 mL = 100 mL            Massa larutan = Massa jenis larutan × Volume larutan            Massa larutan = 1 g/mL × 100 mL = 100 g  <math>\Delta t = t \text{ akhir} - t \text{ awal} = 30,7^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 5,7^\circ\text{C}</math>            Jumlah mol larutan NaOH = <math>M \times V = 1 \text{ M} \times 0,05 \text{ L} = 0,05 \text{ mol}</math>            Jumlah mol larutan HCl = <math>M \times V = 1 \text{ M} \times 0,05 \text{ L} = 0,05 \text{ mol}</math></p> <p><math>q_{\text{sistem}} + q_{\text{lingkungan}} = 0</math>  <math>q_{\text{reaksi}} + q_{\text{larutan}} + q_{\text{kalorimeter}} = 0</math>  <math>q_{\text{reaksi}} = -(q_{\text{larutan}} + q_{\text{kalorimeter}})</math>  <math>q_{\text{reaksi}} = -((m \times c \times \Delta t) + (C_k \times \Delta t))</math>  <math>q_{\text{reaksi}} = -((100 \text{ g} \times 4,184 \text{ J}^\circ\text{C}^{-1} \text{ g} \times 5,7^\circ\text{C}) + (55,78 \text{ J}^\circ\text{C}^{-1} \times 5,7^\circ\text{C}))</math>  <math>q_{\text{reaksi}} = -(2384,88 \text{ J} + 317,946 \text{ J})</math>  <math>q_{\text{reaksi}} = -2702,826 \text{ J}</math>  <math>q_{\text{reaksi}} = -27,02826 \text{ kJ}</math></p> <p>Kalor yang dilepaskan pada reaksi penetralan 0,05 mol larutan HCl dengan 0,05 mol NaOH membentuk 0,05 mol air yaitu sebesar 27,02826 kJ. Jika 1 mol air yang terbentuk, maka kalor yang dilepaskan yaitu:</p> $q_{\text{reaksi}} = \frac{-27,02826 \text{ kJ}}{0,05 \text{ mol}} = -54,06 \text{ kJ/mol}$ <p>Karena percobaan dilakukan pada tekanan tetap maka <math>q = \Delta H</math></p>



	$\Delta H_{reaksi} = -54,06 \text{ kJ/mol}$
Benar Sebagian	Menuliskan data hasil pengamatan dengan benar dan menentukan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan benar namun tidak lengkap.

Tabel 3.3. Pengelompokan Profil Model Mental Siswa dalam Menentukan  $\Delta H$  Reaksi Penetralan Larutan NaOH dengan Larutan HCl Berdasarkan Hasil Pengamatan (Lanjutan)

Profil Model Mental	Kriteria Jawaban
Jawaban Salah	Tidak menuliskan data hasil pengamatan dan menentukan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan tidak benar.
Tidak Ada Jawaban	Tidak ada Jawaban: mengosongkan jawaban, menuliskan kembali pertanyaan atau data yang diketahui, atau menjawab dengan langkah kerja

Tabel 3.4 Pengelompokan Profil Model Mental Siswa dalam Menjelaskan Penentuan  $\Delta H$  Reaksi Penetralan Larutan NaOH dengan Larutan HCl

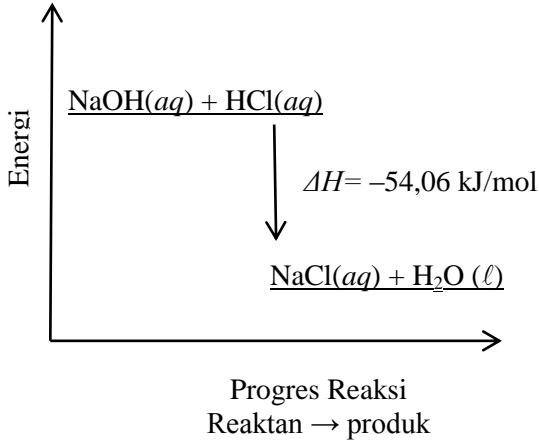
Tipe Model Mental	Kriteria Jawaban
Benar Ilmiah	Menjawab dengan tepat dan memberikan penjelasan dengan benar, lengkap, dan menjawab secara utuh yaitu: $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl yang diperoleh dengan menggunakan Hukum Hess dan data $\Delta H_f^o$ yaitu -56,12 kJ/mol sedangkan $\Delta H$ reaksi penetralan yang diperoleh berdasarkan kalorimetri yaitu -54,06 kJ/mol. Berdasarkan kedua $\Delta H$ reaksi penetralan yang diperoleh dengan menggunakan ketiga cara tersebut memiliki nilai yang hampir sama atau dapat dikatakan sesuai. Entalpi merupakan fungsi keadaan, sehingga $\Delta H$ hanya ditentukan keadaan awal dan akhir. $\Delta H$ reaksi penetralan dapat ditentukan dengan berbagai cara diantaranya (1) dengan menggunakan Hukum Hess yaitu dengan menjumlahkan $\Delta H^o$ dari setiap tahap reaksinya, (2) dengan menggunakan data $\Delta H_f^o$ dengan cara menghitung jumlah $\Delta H_f^o$ produk dikurangi jumlah $\Delta H_f^o$ reaktan, dan (3) berdasarkan hasil percobaan yaitu penentuan kalor reaksi penetralan menggunakan kalorimeter pada tekanan tetap dengan mengukur perubahan suhu ketika reaksi penetralan melepaskan energi dalam bentuk kalor. Kalor yang dilepaskan oleh reaksi penetralan sama dengan kalor yang diterima oleh larutan dan kalorimeter. Adapun sedikit perbedaan atau selisih nilai $\Delta H$ reaksi penetralan yang diperoleh disebabkan karena kesalahan pada saat percobaan seperti kalorimeter yang digunakan merupakan kalorimeter sederhana sehingga memungkinkan terjadinya perpindahan kalor dari dalam kalorimeter ke luar kalorimeter yang mengakibatkan $\Delta H$ reaksi penetralan yang diperoleh dari hasil pengamatan tidak sama persis dengan $\Delta H$ reaksi penetralan yang diperoleh dengan

	menggunakan Hukum Hess dan data $\Delta H_f^o$ .
Benar Sebagian	Memberikan penjelasan dengan tepat namun tidak lengkap.
Jawaban Salah	Memberikan penjelasan dengan tidak tepat.
Tidak Ada Jawaban	Tidak menuliskan jawaban dan tidak memberikan penjelasan apapun.

Tabel 3.5. Pengelompokan Profil Model Mental Siswa dalam Menjelaskan  $\Delta H$  Reaksi Penetralan Larutan NaOH dengan Larutan HCl pada Level Submikroskopik

Tipe Model Mental	Kriteria Jawaban
Benar Ilmiah	Menjelaskan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl pada level submikroskopik dengan benar dan lengkap, yaitu: $\text{NaOH}(aq) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$ $\text{Na}^+(aq) + \text{OH}^-(aq) + \text{H}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq) \rightarrow \text{Na}^+(aq) + \text{OH}^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$ $\text{OH}^-(aq) + \text{H}^+(aq) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell) \quad \Delta H = -54,06 \text{ kJ/mol}$ <p>Dalam larutan HCl mengandung ion <math>\text{Cl}^-</math> dan ion <math>\text{H}^+</math>, sedangkan larutan NaOH mengandung ion <math>\text{Na}^+</math> dan ion <math>\text{OH}^-</math>. Saat larutan HCl dan larutan NaOH direaksikan ion <math>\text{H}^+</math> bereaksi dengan ion <math>\text{OH}^-</math> membentuk <math>\text{H}_2\text{O}</math> sedangkan ion <math>\text{Cl}^-</math> dan ion <math>\text{Na}^+</math> tetap berada dalam keadaan ion-ion nya. Ketika ion <math>\text{H}^+</math> bereaksi dengan ion <math>\text{OH}^-</math> membentuk satu mol <math>\text{H}_2\text{O}</math> melepaskan kalor sebesar 54,06 kJ yang diserap oleh larutan dan kalorimeter sehingga mengakibatkan suhu larutan di dalam kalorimeter yang diukur menjadi meningkat.</p>
Benar Sebagian	Menjelaskan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl pada level submikroskopik namun ada sebagian penjelasan yang tidak benar atau hanya menuliskan persamaan ion bersih reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl.
Jawaban Salah	Menjelaskan $\Delta H$ reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl pada level submikroskopik dengan tidak benar.
Tidak Ada Jawaban	Mengosongkan jawaban, atau memberikan penjelasan yang tidak berkaitan dengan pertanyaan.

Tabel 3.6. Pengelompokan Profil Model Mental Siswa dalam Menjelaskan  $\Delta H$  Reaksi Penetralan dengan Menggambarkan Diagram Tingkat Energi Reaksi Penetralan Larutan NaOH dengan Larutan HCl

Tipe Model Mental	Kriteria Jawaban
Benar Ilmiah	<p>Menggambarkan diagram tingkat energi reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan benar dan lengkap, yaitu:</p>  <p style="text-align: center;">Progres Reaksi Reaktan → produk</p>
Benar Sebagian	Menggambarkan diagram tingkat energi reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan benar namun tidak lengkap
Jawaban Salah	Menggambarkan diagram tingkat energi reaksi penetralan larutan NaOH dengan larutan HCl dengan tidak benar
Tidak Ada Jawaban	Tidak menggambarkan diagram energi reaksi penetralan

Profil model mental siswa yang berhasil digali dengan menggunakan TDM-POE kemudian dianalisis lebih lanjut untuk menentukan miskonsepsi, *troublesome knowledge*, dan *threshold concept* pada materi termokimia. Miskonsepsi diperoleh dari hasil analisis profil model mental benar sebagian dan jawaban salah. Jawaban siswa yang termasuk miskonsepsi adalah jawaban siswa yang mengandung konsep yang kebenarannya tidak dapat diterima secara keilmuan. *Troublesome knowledge* dan *threshold concept* diperoleh berdasarkan hasil analisis profil model mental yang berhasil digali. Untuk menentukan *troublesome knowledge* dan *threshold concept*, profil model mental siswa yang tidak utuh yaitu benar sebagian dan jawaban salah dibandingkan dengan profil model mental yang utuh yaitu benar ilmiah. *Troublesome knowledge* merupakan kesulitan yang dialami oleh siswa yang memiliki profil model mental tidak utuh yang menjadi penyebab siswa tidak dapat menjawab pertanyaan dengan benar dan utuh. Kemudian, *threshold concept* merupakan konsep inti yang tidak dimiliki oleh siswa yang memiliki profil model mental tidak utuh sehingga sering terjadi kesalahan dalam konsep tersebut.