

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian analisis konsepsi, *threshold concept*, dan *troublesome knowledge* yang dilakukan merupakan penelitian kualitatif deskriptif. Desain penelitian ini adalah mendeskripsikan suatu fenomena secara terperinci (Lambert & Lambert, 2012). Pada penelitian kualitatif tidak membandingkan suatu variabel dengan variabel lainnya tetapi fenomena yang dijelaskan apa adanya (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2012). Fenomena yang terjadi dapat bersifat alamiah maupun rekayasa manusia. Kajian dari fenomena tersebut dapat berupa bentuk, aktivitas, karakteristik, perubahan, hubungan, kesamaan dan perbedaannya dengan fenomena yang lain (Sukmadinata, 2012).

Fenomena yang dikaji pada penelitian ini adalah konsepsi, *threshold concept*, dan *troublesome knowledge* pada mahasiswa calon guru. Untuk menggali ketiga variabel tersebut, mahasiswa tidak diberi perlakuan apapun sehingga data yang diperoleh sesuai dengan apa adanya. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini berupa tes diagnostik model mental *predict-observ-explain* (POE).

Jawaban yang diperoleh dari mahasiswa dengan instrumen tersebut akan disajikan berupa profil dan deskripsi konsepsi mahasiswa. Kemudian, konsepsi-konsepsi yang ditemukan dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui *threshold concept* dan *troublesome knowledge* yang dialami mahasiswa calon guru kimia. Dalam rangka menggali *threshold concept* dan *troublesome knowledge* secara mendalam, diperlukan konsepsi dari mahasiswa dengan latar belakang yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan secara *cross section*.

3.2 Partisipan Penelitian

Partisipan dalam penelitian ini yaitu mahasiswa calon guru kimia dari departemen pendidikan kimia. Mahasiswa yang dilibatkan sebanyak 67 orang berasal dari tingkat I sampai IV. Sebanyak 18 orang dari tingkat I, 15 orang dari tingkat II, 16 orang dari tingkat III, dan 18 orang dari tingkat IV. Berdasarkan

hasil analisis struktur kurikulum, semua mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini sudah memperoleh materi kesetimbangan kimia.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap akhir.

1) Tahap Persiapan

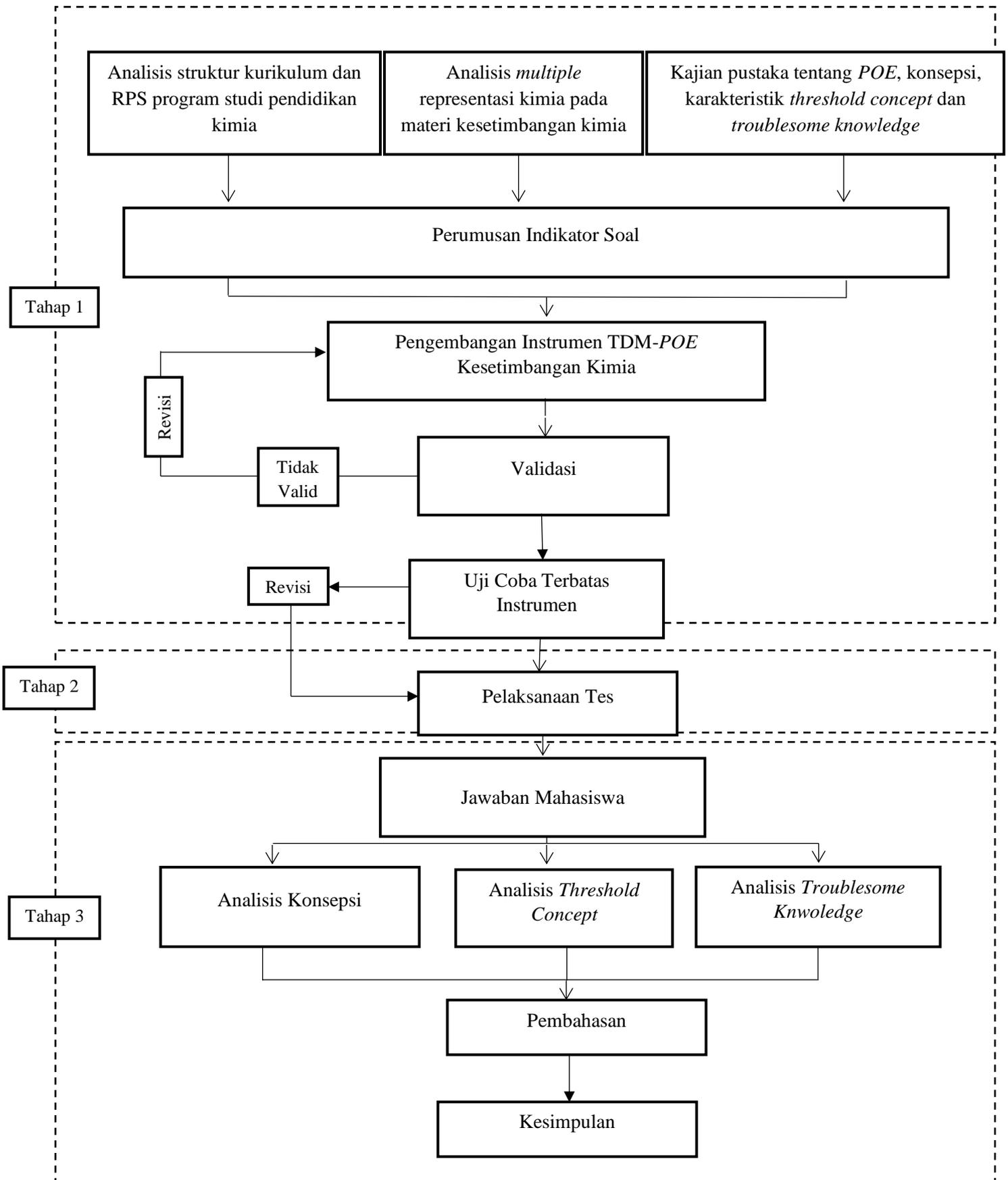
Tahap ini dilakukan untuk mempersiapkan berbagai kebutuhan yang menunjang dalam pengembangan instrumen penelitian. Kegiatan yang akan dilakukan pada tahap awal, adalah sebagai berikut.

- a) Menganalisis struktur kurikulum dan rencana perkuliahan semester (RPS) program studi pendidikan kimia di salah satu Universitas. Tahap ini bertujuan untuk menentukan partisipan penelitian, materi kimia yang akan diteliti, dan kedalaman serta keluasannya.
- b) Menganalisis *multiple* representasi kesetimbangan kimia pada buku teks kimia dasar. Analisis ini dilakukan karena penyajian konten kimia dalam instrumen penelitian melibatkan 3 level representasi kimia, yaitu level makroskopik, level submikroskopik, dan level simbolik. Selain itu, tahap ini bertujuan untuk menganalisis konsep-konsep inti dan ketepatan dari konsep tersebut.
- c) Melakukan kajian pustaka tentang karakteristik *threshold concept* dan *troublesome knowledge*. Kajian ini bertujuan supaya soal yang dikembangkan di dalam instrumen dapat mengungkap *threshold concept* dan *troublesome knowledge*.
- d) Merumuskan indikator soal yang akan dikembangkan ke dalam instrumen penelitian. Indikator ini dirumuskan berdasarkan hasil analisis struktur kurikulum dan RPS program studi kimia, *multiple* representasi kimia pada buku teks, dan kajian pustaka tentang *threshold concept* dan *troublesome knowledge*. Indikator ini yang sudah dikembangkan pada penelitian Rusli (2018) dipertimbangkan pada penelitian ini.
- e) Mengembangkan instrumen penelitian yaitu tes diagnostik model mental *predict-observe-explain* (POE). Tes yang akan dikembangkan berupa tes

tertulis. Pengembangan instrumen ini mengacu pada indikator butir soal yang dirumuskan pada tahap sebelumnya. Instrumen yang dikembangkan mengacu pada instrumen pada penelitian Rusli (2018) untuk siswa Sekolah Menengah Atas (SMA).

- f) Melakukan validasi instrumen yang sudah dikembangkan. Validasi ini dilakukan secara internal dan eksternal ke dosen kimia.
 - g) Melakukan revisi instrumen berdasarkan hasil validasi. Saran dari validator akan dijadikan sebagai bahan perbaikan untuk instrumen yang akan digunakan.
 - h) Melakukan uji coba terbatas instrumen.
 - i) Melakukan revisi instrumen berdasarkan hasil uji coba.
- 2) Tahap Pelaksanaan
- Kegiatan yang akan dilakukan pada tahap ini yaitu melaksanakan tes diagnostik model mental POE terhadap mahasiswa calon guru kimia dari tingkat I sampai IV.
- 3) Tahap Akhir
- Kegiatan yang akan dilakukan pada tahap ini yaitu:
- a) Menganalisis konsepsi.
 - b) Menganalisis *threshold concept* dan *troublesome knowledge*.
 - c) Membahas hasil yang diperoleh.
 - d) Membuat kesimpulan.

Adapun tahapan penelitian ini secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Sisca Dwi Luviani, 2022
 ANALISIS KONSEPSI, TROUBLESOME KNOWLEDGE, DAN THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL PREDICT-OBSERV-EXPLAIN (TDM-POE) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal tes diagnostik model mental *predict-observ-explain* (POE) pada materi kesetimbangan kimia. Soal di dalam instrumen tersebut berupa uraian terbatas yang mengandung pertanyaan-pertanyaan untuk menggali model mental dan profil konsepsi mahasiswa pada materi kesetimbangan kimia. Pada penelitian ini setiap mahasiswa diberikan empat soal yang terdiri dari soal pertama mengenai tetapan kesetimbangan, soal kedua dan ketiga mengenai keberadaan pereaksi dan produk, reaksi kesetimbangan dapat dimulai dari sisi manapun, dan perhitungan konsentrasi saat setimbang, serta soal terakhir mengenai sifat dinamis dari reaksi kesetimbangan. Dalam keempat soal ini terdapat tahap prediksi, observasi, dan eksplanasi.

Pada tahap prediksi terdapat pertanyaan yang menggali pemahaman awal mahasiswa terhadap suatu fenomena. Kemudian pada tahap observasi terdapat gambar yang harus diamati oleh mahasiswa dan pertanyaan untuk mengetahui pemahaman awal mahasiswa berdasarkan hasil pengamatannya. Pada tahap akhir, yaitu eksplanasi, pemahaman mahasiswa digali lebih dalam melalui pertanyaan-pertanyaan mengenai hasil pengamatannya pada tahap observasi. Dari ketiga tahap tersebut dapat diketahui kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan konsep pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Selain itu, diketahui perbedaan pemahaman mahasiswa dalam setiap tahap.

3.4.1 Deskripsi Instrumen Penelitian

Setiap soal pada instrumen penelitian memiliki 1 siklus POE sehingga instrumen penelitian ini terbagi menjadi empat siklus POE. Keempat soal tersebut menggunakan fenomena yang sama, yaitu reaksi kesetimbangan yang melibatkan gas NO_2 dan N_2O_4 . Sebelum masuk ke tahap prediksi, terdapat informasi bahwa N_2O_4 dapat terurai menjadi NO_2 pada suhu 25° disertai dengan persamaan reaksinya.

Soal pertama berkaitan dengan tetapan kesetimbangan. Pada tahap prediksi, mahasiswa diminta untuk memprediksi keadaan akhir pada tabung 1 yang diisi oleh gas NO_2 dan N_2O_4 dengan jumlah mol setimbang setelah dibiarkan seiring

Sisca Dwi Luviani, 2022

ANALISIS KONSEPSI, TROUBLESOME KNOWLEDGE, DAN THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL PREDICT-OBSERV-EXPLAIN (TDM-POE) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

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

berjalannya waktu serta alasannya. Pada tahap observasi, mahasiswa mengamati gambar yang menunjukkan keadaan akhir dari tabung tersebut. Setelah itu, mahasiswa diminta untuk menuliskan kembali hasil pengamatannya dan menjelaskan alasannya. Pada tahap eksplanasi, terdapat 10 pertanyaan yang digunakan untuk menggali pemahaman siswa mengenai tetapan kesetimbangan berdasarkan fenomena pada tabung 1. Selain itu, pertanyaan-pertanyaan tersebut menggali kemampuan siswa dalam menjelaskan konsep tetapan kesetimbangan pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik.

Soal kedua berkaitan dengan keberadaan pereaksi dan produk serta reaksi kesetimbangan dapat dimulai dari sisi manapun. Pada tahap prediksi, mahasiswa diminta untuk memprediksikan perubahan yang terjadi pada tabung 2 yang diisi oleh gas NO_2 dan tabung 3 yang diisi oleh gas N_2O_4 . Setelah itu, mahasiswa mengamati perubahan yang terjadi pada masing-masing tabung dan menjelaskan alasannya. Pada tahap eksplanasi, mahasiswa diminta untuk menjawab 20 pertanyaan untuk mengetahui pemahamannya terkait keberadaan pereaksi dan produk dalam keadaan setimbang serta konsentrasinya. Selain itu, pemahamaannya mengenai reaksi kesetimbangan dapat dimulai dari sisi manapun akan terlihat.

Pemahaman mahasiswa mengenai reaksi kesetimbangan dapat dimulai dari sisi manapun masih digali pada soal ketiga. Soal ini juga berkaitan dengan perhitungan konsentrasi pereaksi dan produk saat setimbang. Pertanyaan pada tahap prediksi, meminta mahasiswa untuk memprediksi perubahan yang terjadi pada tabung 4 yang diisi oleh campuran gas NO_2 dan N_2O_4 dengan jumlah mol yang sama. Pada tahap observasi, seperti soal sebelumnya mahasiswa diminta untuk mengamati keadaan tabung 4 dan menjelaskan alasannya. Setelah itu, pemahamannya digali lebih dalam dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada tahap eksplanasi.

Soal terakhir berkaitan dengan sifat dinamis dari reaksi kesetimbangan. Fenomena pada soal ini dihubungkan juga dengan FTIR untuk membuktikan sifat dinamis tersebut. Sebelum menjawab pertanyaan pada tahap prediksi, mahasiswa diberikan informasi terlebih dahulu mengenai FTIR. Alat FTIR ini dapat mengidentifikasi adanya isotop N^{15} yang ada di dalam senyawa NO_2 maupun N_2O_4 .

Mahasiswa diminta untuk memprediksi keberadaan isotop N^{15} di dalam tabung 5 yang diisi oleh campuran NO_2 dengan sedikit $N^{15}O_2$ dan N_2O_4 dengan konsentrasi setimbang. Setelah mengamati bahwa isotop N^{15} yang awalnya hanya ada di NO_2 ternyata ditemukan juga di N_2O_4 , mahasiswa diminta untuk menjelaskan alasannya. Pada tahap eksplanasi, mahasiswa diminta untuk menjawab 9 pertanyaan yang berkaitan dengan fenomena dalam tabung 5. Pertanyaan-pertanyaan tersebut dapat menggali pemahaman mahasiswa mengenai sifat dinamis dari reaksi kesetimbangan. Instrumen penelitian secara rinci disajikan pada lampiran 5.

3.4.2 Pengembangan Instrumen Penelitian

3.4.2.1 Pengembangan Instrumen Penelitian

Proses pengembangan instrumen penelitian ini diawali dengan analisis struktur kurikulum dan rancangan pembelajaran semester (RPS) jurusan Pendidikan kimia S1. Analisis ini bertujuan untuk memperoleh informasi terkait mata kuliah yang mencakup materi kesetimbangan kimia, keluasaan, dan kedalaman materinya. Berdasarkan hasil analisis RPS, materi kesetimbangan kimia terdapat pada mata kuliah kimia dasar 2, kimia fisika 1, dan kimia sekolah 2. Berikut indikator capaian pembelajaran terkait materi kesetimbangan kimia pada masing-masing mata kuliah.

Tabel 3.1 Indikator Capaian Pembelajaran pada Mata Kuliah Kimia Dasar 2, Kimia Fisika 1, dan Kimia Sekolah 2

Kimia Dasar 2	Kimia Fisika 1	Kimia Sekolah 2
<ul style="list-style-type: none"> - Menjelaskan makna kesetimbangan dinamis dan tetapan kesetimbangan. - Menentukan tetapan kesetimbangan dari persamaan reaksi kimia dan hukum aksi massa. - Menjelaskan hubungan antara kesetimbangan kimia dan energi Gibbs. - Menghitung tetapan dan atau komposisi zat dalam sistem kesetimbangan kimia pada berbagai keadaan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mendeskripsikan tentang kesetimbangan fasa dan sistem satu komponen serta biner yang melibatkan uap. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengkonstruksi multi representasi konsep-konsep esensial pada materi kesetimbangan kimia. - Menganalisis konsep prasyarat, kesulitan, dan miskonsepsi pada materi kesetimbangan kimia. - Membuat rumusan pertanyaan

Sisca Dwi Luviani, 2022

ANALISIS KONSEPSI, TROUBLESOME KNOWLEDGE, DAN THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL PREDICT-OBSERV-EXPLAIN (TDM-POE) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

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

Kimia Dasar 2	Kimia Fisika 1	Kimia Sekolah 2
<ul style="list-style-type: none"> - Menerapkan prinsip Le Chatelier dalam sistem kesetimbangan kimia. - Menerapkan prinsip kesetimbangan dan Le Chatelier dalam mengoptimasi proses produksi amonia, asam sulfat, dan asam nitrat. 		<p>penelitian, masalah atau proyek yang sesuai dengan materi kesetimbangan kimia.</p>

Berdasarkan analisis struktur kurikulum, mata kuliah kimia dasar 2 diberikan untuk mahasiswa semester 1, mata kuliah kimia fisika 1 untuk mahasiswa semester 2, dan mata kuliah kimia sekolah 2 untuk mahasiswa semester 5. Penelitian ini dilakukan pada akhir semester ganjil sehingga mahasiswa tingkat I sudah memperoleh mata kuliah kimia dasar 2, mahasiswa tingkat II sudah memperoleh mata kuliah kimia dasar 2 dan kimia fisika 1, serta mahasiswa tingkat III dan IV sudah memperoleh mata kuliah kimia dasar 2, kimia fisika 1, dan kimia sekolah 2. Mahasiswa tingkat I pun sudah memperoleh materi kesetimbangan kimia pada tingkat sekolah menengah kelas XI sesuai dengan kompetensi dasar kelas XI menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 37 Tahun 2018 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Kurikulum 2013. Selain itu, materi kesetimbangan pada mata kimia dasar 2 mencakup kesetimbangan dinamis, rumus tetapan kesetimbangan, hubungan kesetimbangan kimia dan energi Gibbs, perhitungan komposisi setimbang, dan pergeseran kesetimbangan. Pada mata kuliah kimia fisika 1, materi kesetimbangan kimia berkaitan dengan kesetimbangan fasa. Konsep-konsep esensial mengenai kesetimbangan kimia pada mata kuliah kimia sekolah 2 digunakan untuk pengembangan proses pembelajaran. Oleh karena itu, indikator capaian pembelajaran dan materi pada ketiga mata kuliah tersebut tidak digunakan semuanya dalam proses pengembangan instrumen.

Indikator dan materi yang dikembangkan dalam instrumen pada penelitian ini merupakan indikator yang mencakup materi yang sudah dipelajari oleh semua mahasiswa dari tingkat I sampai IV. Materi yang digunakan pada penelitian ini dibatasi hanya pada submateri kesetimbangan dinamis dan tetapan kesetimbangan. Indikator yang digunakan hanya beberapa dari mata kuliah kimia dasar 2, yaitu menjelaskan makna kesetimbangan dinamis dan tetapan kesetimbangan,

Sisca Dwi Luviani, 2022

ANALISIS KONSEPSI, TROUBLESOME KNOWLEDGE, DAN THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL PREDICT-OBSERV-EXPLAIN (TDM-POE) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

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

menentukan tetapan kesetimbangan dari persamaan reaksi kimia dan hukum aksi massa, serta menghitung tetapan dan atau komposisi zat dalam sistem kesetimbangan kimia pada berbagai keadaan. Ketiga indikator tersebut dikembangkan lebih lanjut menjadi indikator butir soal. Namun, sebelum perumusan indikator, dilakukan analisis konten mengenai konsep pada submateri kesetimbangan dinamis, dan tetapan kesetimbangan serta, karakteristik soal POE, konsepsi, *threshold concept*, dan *troublesome knowledge*. Analisis konten kedua submateri dilakukan dengan mengaji *multiple* representasi dalam beberapa buku teks *general chemistry* berikut ini.

1. Buku teks yang ditulis oleh Mahan, B. H. tahun 1975 berjudul *University Chemistry 3rd Edition*.
2. Buku teks yang ditulis oleh Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., Bissonette, C tahun 2011 yang berjudul *General Chemistry: Principles and Modern Application. Tenth Edition*.
3. Buku yang ditulis oleh Silberberg, M. S. tahun 2007 yang berjudul *Principles Of General Chemistry*.
4. Buku teks yang ditulis oleh Brady, J. E., Jespersen, N. D., & Hyslop, A. tahun 2021 berjudul *Chemistry the molecular nature of matter*.
5. Buku teks yang ditulis Brown. T.E., Lemay, H. E., & Bruce, E. tahun 2012 yang berjudul *Chemsitry: The Central Science 12th edition*.
6. Biku teks yang ditulis Chang, R. & Overby, J. tahun 2011 yang berjudul *General Chemistry: The Essential Concepts, Sixth Edition*.
7. Buku teks yang ditulis oleh Whitten, K.W., Davis, R. E, Peck, M. L., & Stanley, G. G. tahun 2010 berjudul *General chemistry 10th edition*.
8. Buku yang ditulis oleh Zumdahl, S. S. & Zumdahl, S. L. tahun 2010 berjudul *Chemistry (eighth edition)*.
9. Buku yang ditulis oleh Lewis, R. & Wynne, E. tahun 2006 berjudul *Chemistry third edition*.
10. Buku teks yang ditulis McMurry, J. & Fay, R. C. tahun 2003 yang berjudul *Chemistry: Fourth Edition*.

Hasil analisis *multiple* representasi dari kesepuluh buku teks tersebut disajikan pada lampiran 1.

Setelah analisis struktur kurikulum, indikator capaian pembelajaran, dan konten, pada penelitian ini dilakukan juga analisis miskonsepsi pada materi kesetimbangan kimia dari berbagai penelitian yang sudah ada. Selain itu, dilakukan analisis karakteristik *threshold concept* dan *troublesome knowledge* supaya instrumen yang dikembangkan dapat menggali keduanya. Kemudian, tahap berikutnya adalah pengembangan indikator soal. Indikator soal ini diturunkan berdasarkan indikator capaian pembelajaran mata kuliah dasar kimia dasar 2 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kesesuaian Indikator Soal dengan Indikator Capaian Pembelajaran Mata Kuliah Kimia Dasar 2

ICP mata kuliah Kimia Dasar 2	Indikator soal
1. Menjelaskan makna kesetimbangan dinamis dan tetapan kesetimbangan kimia.	1.1 Menjelaskan sifat dinamis dari reaksi kesetimbangan kimia.
	1.2 Menjelaskan keberadaan reaktan dan produk pada keadaan kesetimbangan.
	1.3 Menjelaskan bahwa reaksi kesetimbangan dapat dimulai dari sisi pereaksi, produk, atau campuran keduanya.
	1.4 Menjelaskan makna tetapan kesetimbangan (K).
2. Menghitung tetapan dan atau komposisi zat dalam sistem kesetimbangan kimia pada berbagai keadaan	2.1 Menjelaskan hubungan kuosien (Q) dan tetapan kesetimbangan (K).
	2.2 Menghitung tetapan kesetimbangan (K).
	2.3 Menghitung konsentrasi reaktan dan produk pada keadaan setimbang berdasarkan data konsentrasi awal dan tetapan kesetimbangan.

Pengembangan soal-soal dilakukan berdasarkan indikator-indikator tersebut yang disajikan dengan tahapan POE. Soal-soal tersebut disusun hingga diperoleh instrument TDM-POE. Instrumen yang sudah disusun selanjutnya divalidasi oleh beberapa dosen Pendidikan kimia. Hasil validasi instrumen secara rinci disajikan pada lampiran 2, 3, dan 4.

3.4.2.2 Validasi Instrumen Penelitian

Instrumen pada penelitian ini divalidasi oleh 5 dosen di departemen Pendidikan kimia. Validasi instrumen ini terbagi menjadi 3 bagian, yaitu validasi kesesuaian

indikator soal dengan indikator capaian pembelajaran mata kuliah kimia dasar 2, validasi kesesuaian soal dengan indikator, dan validasi kesesuaian soal dengan jawaban. Hasil validasi pada ketiga bagian tersebut dipaparkan sebagai berikut.

3.4.2.2.1 Hasil Validasi Kesesuaian Indikator Soal dengan Indikator Capaian Pembelajaran

Berdasarkan hasil validasi ini dilakukan perbaikan dalam penyusunan kalimat, penggunaan istilah, dan penyesuaian kembali indikator soal dan indikator capaian pembelajaran. Salah satu validator memberikan saran pada indikator soal 1.1 menjelaskan kedinamisan suatu reaksi kesetimbangan kimia, yaitu menjadi menjelaskan sifat dinamis dari reaksi kesetimbangan kimia. Saran tersebut diterima karena sepakat dengan pendapat validator bahwa dinamis merupakan karakteristik dari reaksi kesetimbangan.

Saran lain terkait penggunaan kalimat terdapat pada indikator menjelaskan keberadaan reaktan dan produk pada reaksi kesetimbangan. Penggunaan kata “reaksi” pada indikator tersebut sebaiknya diganti dengan “keadaan”. Saran tersebut diterima karena indikator ini berkaitan dengan keberadaan reaktan dan produk saat setimbang bukan saat terjadinya reaksi kesetimbangan sehingga indikator diubah menjadi menjelaskan keberadaan reaktan dan produk pada keadaan kesetimbangan.

Adapun saran terkait istilah yang perlu dikaji lagi, yaitu istilah “tetapan kesetimbangan kimia” yang terdapat dalam indikator menjelaskan makna tetapan kesetimbangan kimia (K). Validator meminta untuk mengkaji lagi bagaimana penggunaan kata “tetapan kesetimbangan kimia” dalam berbagai buku teks. Setelah dikaji, sebagian besar buku teks menggunakan kata “tetapan kesetimbangan”, tidak disertai kata kimia ataupun hanya tetapan saja. Oleh karena itu, indikator diperbaiki menjadi menjelaskan makna tetapan kesetimbangan (K).

Selanjutnya, saran terkait kesesuaian indikator “menjelaskan hubungan kuosien (Q) dan tetapan kesetimbangan kimia (K)”. Indikator tersebut lebih relevan dengan indikator capaian pembelajaran poin 2, yaitu menghitung tetapan dan atau komposisi zat dalam sistem kesetimbangan kimia pada berbagai keadaan. Saran ini

diterima karena indikator tersebut mencakup perhitungan komposisi zat saat setimbang.

3.4.2.2.2 Hasil Validasi Kesesuaian Soal dengan Indikator

Berdasarkan hasil validasi ini, dilakukan penambahan penjelasan pada bagian fenomena pada semua soal, perbaikan redaksi kalimat soal pada soal A, perbaikan gambar pada soal B, penggunaan fenomena serta perbaikan bagian observasi pada soal D.

Pada bagian fenomena, salah satu validator menyarankan perbaikan redaksi kalimat. Perbaikan tersebut dilakukan supaya redaksi kalimat pada bagian fenomena tidak terkesan diulang-ulang sehingga tidak mendistraksi mahasiswa yang akan mengerjakan soal. Selain itu, pada bagian fenomena diberi tambahan terkait warna awal dari gas NO_2 dan N_2O_4 .

Pada soal A, dua validator menyarankan bahwa soal ini sebaiknya tidak disimpan di bagian awal, tetapi di bagian akhir setelah soal terkait percobaan yang dimulai dari NO_2 saja, N_2O_4 saja, dan keduanya. Perhitungan K dapat dilakukan dengan membandingkan konsentrasi gas NO_2 dan N_2O_4 dari setiap percobaan. Perbaikan tersebut tidak dilakukan karena pada soal selanjutnya nilai K digunakan dalam menggambar partikel. Selain itu dalam menghitung komposisi yang membutuhkan nilai K dan nilai tersebut tidak langsung diberi tahu di soal. Nilai K diperoleh dengan mengamati sistem yang sudah setimbang dari keadaan awal. Dengan begitu, pemahaman mahasiswa mengenai makna tetapan kesetimbangan dapat digali lebih dalam. Selain itu, validator juga menyarankan bahwa set alat yang disajikan dapat menimbulkan miskonsepsi pada mahasiswa karena tidak diberi tahu bagaimana warna awal dari gas NO_2 dan N_2O_4 . Saran ini diterima supaya tujuan penelitian untuk menganalisis miskonsepsi dapat tercapai, bukan malah menimbulkan miskonsepsi. Hanya penambahan warna kedua gas ini ditempatkan di bagian fenomena. Adapun saran lain pada soal A terkait kelogisan dalam mencampurkan zat dalam konsentrasi setimbang. Konsentrasi setimbang yang diketahui pada soal sudah disesuaikan dengan nilai K pada suhu 25°C . Selain itu, warna yang ditampilkan pada gambar dari awal hingga akhir sama karena komposisi yang dicampurkan sudah setimbang. Apabila dihubungkan dengan nilai

Q, nilai Q pada keadaan awal hingga akhir akan sama sehingga $Q = K$. Oleh karena itu, soal ini masih dapat digunakan.

Pada soal B, salah satu validator menyarankan bahwa dalam menggambarkan partikel sistem yang menuju keadaan setimbang tidak diperlukan nilai K. Penentuan jumlah partikel tersebut masih dapat dilakukan dengan mengamati perubahan warna yang terjadi. Perbaikan tersebut tidak dilakukan karena apabila gambar partikel dalam keadaan setimbang tidak sesuai dengan nilai K, maka hasil penelitian yang diperoleh dapat menjadi bias karena tidak akurat dan hanya mengira-ngira. Untuk mencegah hal itu, maka tetap diperlukan nilai K. Selain itu, validator lain meminta untuk mengkaji ulang mengenai penguraian N_2O_4 saat suhu kamar. Hasil kajian dari buku yang ditulis oleh Silberberg (2007) menunjukkan bahwa apabila cairan N_2O_4 dimasukkan ke dalam labu tertutup yang disimpan pada suhu $200^\circ C$, maka langsung teramati terjadinya perubahan. Cairan tersebut menguap (titik didih = $21^\circ C$) dan gas mulai menjadi cokelat pucat. Kemudian warnanya menjadi gelap dan setelah beberapa saat warnanya berhenti berubah. Saran lain dalam soal ini adalah terkait warna gas pada bagian observasi berdasarkan saran validator. Perbaikan tersebut dilakukan supaya perubahan warna yang terjadi seiring berjalannya waktu dapat terlihat dengan jelas oleh mahasiswa.

Pada soal C, saran yang diberikan oleh salah satu validator adalah perbaikan set alat yang digunakan menjadi bejana berhubungan. Saran tersebut bertujuan untuk memperlihatkan bagaimana keadaan warna awal dari masing-masing gas. Perbaikan set alat tidak dilakukan supaya alat yang digunakan tetap sama dari soal awal hingga akhir. Namun, perbaikan mengenai warna awal dari masing-masing gas dilakukan dan disajikan di bagian fenomena.

Pada soal D, dua validator menyarankan untuk menggunakan fenomena yang sama dengan soal sebelumnya. Sistem kesetimbangan yang digunakan pada soal ini adalah kesetimbangan heterogen (penguraian $CaCO_3$), sedangkan pada soal sebelumnya menggunakan sistem kesetimbangan homogen (penguraian N_2O_4). Perbaikan tersebut dilakukan untuk menghindari terjadinya pemahaman yang salah untuk mahasiswa, seperti sifat dinamis hanya terjadi pada kesetimbangan heterogen. Selain itu, set alat yang ditampilkan pada soal terlalu sederhana sehingga

dapat menimbulkan pemahaman bahwa percobaan dapat dilakukan di laboratorium dengan alat seadanya. Berdasarkan saran tersebut, soal D diganti dengan menggunakan fenomena penguraian N_2O_4 yang dikaitkan dengan keberadaan isotop ^{14}N dan ^{15}N untuk membuktikan sifat dinamis reaksi kesetimbangan. Selain itu, pada soal ini dihubungkan dengan spektrum FTIR untuk membuktikan keberadaan kedua isotop tersebut dalam molekul gas yang sulit teramati. Namun, materi terkait FTIR hanya dipelajari oleh mahasiswa tingkat akhir. Supaya tidak mendistraksi pemahaman mengenai sifat dinamis, maka pada bagian fenomena diberikan hasil analisis spektrumnya sesuai dengan saran validator. Saran lain pada soal D yang baru, yaitu penggunaan simbol isotop, penghapusan satu pertanyaan, dan penambahan satu pertanyaan. Simbol isotop yang awalnya ^{15}N diganti menjadi *N supaya tidak menyulitkan mahasiswa dalam menuliskan rumus kimia sesuai dengan saran validator. Adapun pertanyaan yang dihapus mengenai keberadaan gas pada keadaan akhir karena sudah terdapat pada penjelasan hasil analisis spektrum di bagian observasi. Satu pertanyaan ditambahkan sesuai saran validator, yaitu mengenai persamaan reaksi dengan mempertimbangkan urgensinya dalam reaksi kesetimbangan.

3.4.2.2.3 Hasil Validasi Kesesuaian Soal dengan Jawaban

Perbaikan yang dilakukan berdasarkan hasil validasi bagian ini adalah penjelasan makna persamaan reaksi dan penulisan satuan pada soal A, gambar partikel pada soal B, serta penggunaan warna spektrum, penjelasan jumlah partikel di setiap keadaan, dan gambar partikel pada soal D.

Pada soal A, salah satu validator menyarankan dalam penjelasan makna persamaan reaksi. Saran yang diberikan adalah makna persamaan reaksi langsung dihubungkan dengan mol, bukan hanya dengan jumlah molekul. Perbaikan tersebut dilakukan karena pada soal sudah diberikan data jumlah mol juga. Adapun konsep yang perlu dikaji lagi terkait soal A, yaitu makna tetapan kesetimbangan, apakah nilai K menunjukkan konsentrasi reaktan dan produk tetap atau rasionya yang tetap. Berdasarkan hasil kajian, nilai K menunjukkan hasil kali konsentrasi produk saat setimbang dipangkatkan koefisiennya dibagi dengan hasil kali konsentrasi pereaksi saat setimbang dipangkatkan koefisiennya. Nilai K untuk suatu sistem pada suhu

Sisca Dwi Luviani, 2022

ANALISIS KONSEPSI, TROUBLESOME KNOWLEDGE, DAN THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL PREDICT-OBSERV-EXPLAIN (TDM-POE) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

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

tetap akan sama dan tidak dipengaruhi oleh konsentrasi awal. Selain itu, komposisi reaktan tidak selalu sama tetapi akan memberikan nilai K yang sama pada suhu tetap. Oleh karena itu, nilai K menunjukkan rasio reaktan dan produk yang tetap. Namun, konsentrasi yang diketahui pada soal sudah dalam komposisi setimbang sehingga konsentrasi pereaksi dan produk akan tetap. Berdasarkan konsentrasi tersebut, maka nilai K dapat langsung dihitung untuk suhu yang diketahui pada soal. Nilai tersebut akan tetap sama apabila kesetimbangan dimulai dari reaktan saja, produk saja, atau campuran keduanya meskipun konsentrasi saat setimbangnya dapat berbeda-beda. Saran lain untuk soal A terkait dengan penulisan satuan konsentrasi, yaitu $0,1 \text{ mol}/1\text{L}$ menjadi $0,1 \text{ mol}/\text{L}$. Saran tersebut dilakukan sesuai karena per liter sudah menunjukkan per 1 liter.

Pada soal B, saran yang diberikan salah satu validator adalah penggunaan warna dalam menggambarkan partikel sehingga tidak diperlukan nilai K . Perbaikan tetap dilakukan tetapi tetap mempertimbangkan nilai K dalam menggambar partikel untuk mencegah terjadinya bias dalam hasil penelitian. Masih terkait gambar partikel, validator menyarankan untuk memperhatikan konsentrasi yang diketahui dalam menggambar partikel. Perbaikan tersebut dilakukan supaya jumlah partikel di setiap keadaan sesuai dengan perubahan warna yang terjadi dan pada saat setimbang sesuai dengan nilai K . Selain itu, validator juga menyarankan terkait komparasi ukuran atom O dan N yang perlu disesuaikan dengan data jari-jari atom. Perbaikan tersebut juga dilakukan untuk menghindari adanya pemahaman yang salah dari ukuran atom tersebut. Adapun saran lain, yaitu ukuran atom diperkecil dan jarak antar partikelnya lebih jauh. Perbaikan tersebut dilakukan supaya dapat menunjukkan bahwa zat berada dalam wujud gas.

Pada soal D, salah satu validator menyarankan jawaban pertanyaan mengenai gas yang dimasukkan ke dalam tabung sebaiknya disesuaikan dengan warna atau spektrum awal. Perbaikan tersebut dilakukan untuk memperjelas perbedaan warna gas. Saran lain pada soal D, yaitu penjelasan pada jawaban pertanyaan mengenai keadaan molekul yang mengandung isotop ^{15}N dan ^{14}N seiring berjalannya waktu. Perbaikan tersebut dilakukan karena reaksi kesetimbangan terus terjadi sehingga jumlah molekul yang mengandung unsur radioaktif tidak dapat ditentukan secara

pasti. Selain itu, perbaikan yang dilakukan adalah memperkecil ukuran partikel dan membuat jarak antar partikelnya lebih jauh dalam gambar partikel supaya sesuai dengan kondisi gas serta perbaikan mengenai jumlah unsur radiokatif di keadaan awal dan akhir.

3.4.3 Uji Coba Keterbacaan Soal

Uji coba keterbacaan soal dilakukan terhadap 11 orang siswa dan mahasiswa yang telah mempelajari materi kesetimbangan kimia. Hasil uji coba ini menunjukkan bahwa diperlukan beberapa penekanan kalimat dan gambar pada bagian observasi. Jawaban yang diharapkan pada tahap observasi terkait dengan tekanan dan warna gas tabung di setiap keadaan. Namun, beberapa mahasiswa hanya fokus pada tekanan sehingga pada diberi penekanan pada bagian observasi bahwa yang perlu diamati adalah tekanan dan warna. Selain itu, gambar pada bagian observasi menunjukkan keadaan gas dalam tabung seiring berjalannya waktu ditambahkan gambar seperti jam untuk lebih menekankan keadaan waktunya juga. Adapun evaluasi terkait pelaksanaan pengambilan data berdasarkan hasil uji coba ini. Supaya dapat mengarahkan mahasiswa dengan baik, maka pelaksanaan pengambilan data dibantu dengan *slide power point* untuk menampilkan tahap prediksi dan observasi, sedangkan pertanyaan-pertanyaan disajikan dalam *google classroom*.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara tes tertulis. Tes ini merupakan tes diagnostik model mental POE pada materi kesetimbangan kimia dalam bentuk uraian. Tes model mental POE ini diberikan kepada 68 orang mahasiswa calon guru kimia dari tingkat I sampai IV. Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa jawaban mahasiswa terkait soal tes model mental POE. Tes ini terbagi menjadi 4 siklus POE. Dalam setiap siklus terdiri dari soal prediksi, observasi, dan eksplanasi. Pengambilan data dilakukan secara tatap maya melalui *google meet*. Bagian fenomena, tahap prediksi, dan observasi disajikan dengan bantuan *slide power point*. Pertanyaan-pertanyaan disajikan di *google classroom* dan jawaban mahasiswa dikirim kembali pada *google classroom*.

3.6 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil tes diagnostik model mental POE dianalisis melalui 3 tahap yaitu analisis konsepsi, *threshold concept*, serta *troublesome knowledge*.

1) Analisis konsepsi

Konsepsi mahasiswa pada materi kesetimbangan kimia yang diperoleh pada penelitian ini dikategorikan ke dalam level konsepsi. Kategori konsepsi yang digunakan mengikuti penelitian Supasorn (2015), yaitu *Sound Understanding (SU)*, *Partial Understanding (PU)*, *Partial Understanding with Specific Misunderstanding (PMU)*, *Specific Misunderstanding (SM)*, dan *No Understanding (NU)*. Kategori tersebut kemudian diterjemahkan dan dijabarkan menjadi sebagai berikut.

Tabel 3.3 Profil Konsepsi Mahasiswa

Level konsepsi	Deskripsi
Tidak paham konsep	Mahasiswa tidak menjawab, menulis kembali soal atau memiliki konsepsi yang tidak diketahui dasar jawabannya.
Miskonsepsi spesifik	Mahasiswa memiliki konsepsi yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah.
Paham sebagian konsep	Mahasiswa memiliki konsepsi yang benar tetapi hanya sebagian atau masih memiliki miskonsepsi.
Paham konsep	Mahasiswa memiliki konsepsi yang sesuai dengan konsep ilmiah.

Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa jumlah mahasiswa sehingga termasuk pada data nominal atau data diskrit. Data diskrit merupakan data yang diperoleh dari hasil menghitung (Sudjana, 2013). Data tersebut memiliki nilai tetap, hanya dapat digolongkan secara terpisah, dan tidak rasional sehingga tidak layak uji normalitas. Oleh karena itu, data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis dengan cara nonparametrik, yaitu uji modus.

Modus menyatakan fenomena yang paling sering muncul atau banyak terjadi (Sudjana, 2013). Pada penelitian ini, modus ditentukan terhadap konsepsi mahasiswa pada konsep keberadaan pereaksi dan produk saat setimbang, keadaan setimbang dapat dicapai dari sisi manapun, tetapan kesetimbangan, dan sifat dinamis reaksi kesetimbangan. Nilai modus yang

Sisca Dwi Luviani, 2022

ANALISIS KONSEPSI, TROUBLESOME KNOWLEDGE, DAN THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL PREDICT-OBSERV-EXPLAIN (TDM-POE) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

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

diperoleh pada setiap konsep kemudian dikategorikan ke dalam empat kelas berikut.

Tabel 3.4 Penentuan Kelas modus

Kelas	Jumlah mahasiswa
Pada umumnya	50 – 67
Sebagian besar	32 – 49
Sebagian kecil	14 – 31
Tidak ada	0 – 13

Berdasarkan kelas modus tersebut maka dapat ditarik kesimpulan bagaimana kecenderungan konsepsi mahasiswa pada setiap konsep dalam materi kesetimbangan kimia.

2) Analisis *Troublesome Knowledge*

Analisis *troublesome knowledge* pada kesetimbangan kimia dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama yaitu mengidentifikasi konsep-konsep yang sulit dengan cara membandingkan konsepsi mahasiswa yang termasuk pada level paham konsep dengan mahasiswa yang termasuk pada level paham konsep sebagian dan tidak paham konsep. Konsep yang dianggap sulit merupakan konsep yang dapat dipahami dengan benar oleh mahasiswa pada level paham konsep tetapi tidak dapat dipahami oleh mahasiswa pada level paham sebagian atau tidak paham. Berikut tabel analisis contoh konsep yang berpotensi *troublesome knowledge*.

Tabel 3.5 Analisis *Troublesome Knowledge*

Konsep pada Materi Kesetimbangan Kimia	Konsepsi			Keterangan
	Mahasiswa pada Level Paham Konsep	Mahasiswa pada Level Paham Sebagian	Mahasiswa pada Level Tidak Paham Konsep	
A	√	√	√	Bukan <i>Troublesome Knowledge</i>
B	√	√	-	<i>Troublesome Knowledge</i>
C	√	-	-	<i>Troublesome Knowledge</i>

Sisca Dwi Luviani, 2022

ANALISIS KONSEPSI, TROUBLESOME KNOWLEDGE, DAN THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL PREDICT-OBSERV-EXPLAIN (TDM-POE) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

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

Tahap selanjutnya yaitu *troublesome knowledge* yang diperoleh pada tahap sebelumnya dikategorikan ke dalam tipe-tipe *troublesome knowledge* menurut Perkins (1999, dalam Meyer & Land, 2003), yaitu sebagai berikut.

- 1) *Ritual Knowledge*
 - 2) *Inert Knowledge*
 - 1) *Conceptually Difficult Knowledge*
 - 2) *Alien Knowledge*
 - 3) *Tacit Knowledge*
 - 4) *Troublesome Language*
- 3) *Analisis Threshold Concept*

Salah satu karakteristik dari *threshold concept* yaitu *troublesome* sehingga konsep yang diperoleh dari hasil analisis *troublesome knowledge* berpotensi juga sebagai *threshold concept*. Kandidat *threshold concept* yang diperoleh dari analisis *troublesome knowledge* diseleksi lagi sehingga memenuhi dua karakteristik lainnya dari *threshold concept*, yaitu transformatif dan integratif (Davies, 2003; Hill, 2019).

Konsep yang memiliki karakteristik transformatif merupakan konsep yang perlu dipahami mahasiswa untuk mencapai pemahaman tertinggi (pemahaman target). Karakteristik transformatif diidentifikasi dengan cara memilih 3 mahasiswa pada level konsepsi paling tinggi dan dibandingkan konsepsinya dengan konsep target. Sebagai contoh, Tabel 3.5 menunjukkan analisis karakteristik transformatif. Berdasarkan jumlah benar dan salahnya, mahasiswa 1 memiliki pemahaman paling tinggi dari mahasiswa 2 dan 3. Namun, mahasiswa 1 masih belum mencapai pemahaman target. Konsep C merupakan konsep yang perlu dipahami mahasiswa 1 supaya mencapai pemahaman target sehingga konsep tersebut bersifat transformatif.

Tabel 3.6 Analisis Karakteristik Transformatif

Konsep target	Konsepsi mahasiswa 1	Konsepsi mahasiswa 2	Konsepsi mahasiswa 3	Keterangan
A	Benar	Salah	Salah	Tidak transformatif
B	Benar	Benar	Salah	Tidak transformatif
C	Salah	Salah	Salah	Transformatif

Karakteristik integratif dilakukan dengan cara melihat hubungan suatu konsep dengan konsep lain pada materi kesetimbangan kimia dan materi kimia lainnya. Apabila suatu konsep memiliki sifat integratif, transformatif, dan *troublesome*, maka konsep tersebut ditentukan sebagai *threshold concept*. Berikut tabel penentuan *threshold concept*.

Tabel 3.7 Karakterisasi *Threshold Concept*

Konsep	Transformatif	Integratif	<i>Troublesome</i>	Keterangan
A	-	-	√	Bukan <i>Threshold Concept</i>
B	√	-	√	Bukan <i>Threshold Concept</i>
C	√	√	√	<i>Threshold Concept</i>