

KONSEP KIMIA; PENGEMBANGAN TES BERBANTUAN KOMPUTER UNTUK MENGUKUR KEMAMPUAN KONSEPTUAL SISWA SMA

Suandi Sidauruk

Dosen pada Prodi Pendidikan Kimia Univ. Palangkaraya (Unpar)

Abstract

The aim of this research is to produce a computer aid test of conceptual test of chemistry, at topic of stoichiometry, called Tes Konseptual Stoikiometri (TKS). Both logical review and empirical review is used to develop of TKS's item test. Logical review is conducted to know content validity of TKS. Empirical review is conducted to know the quality of indicator of test statistically. The result from the two reviews are obtained the quality of indicator of test is good enough. The computer aid test of TKS which developed in this research do not need the specification of special computer, both software and hardware. Result of this research indicate that item test which developed in this research can be used as instrument to diagnostic of student's difficulty of chemistry. Besides, this program which developed in this research have specification: a) is easy to operated by student, b) random problem is each time accessed by participant of test, c) the amount of item test and time consuming for taking the test can be arranged by administrator as according to situation, d) can give information concerning total score and score in each topics, e) can give the pattern of answer of participant for each item, and f) item test can be added and or edited by administrator easy to.

Key words: concept of chemistry – conceptual test of stoichiometry, computer aid test.

PENDAHULUAN

Di SMA, penyampaian ilmu kimia dilakukan secara terpadu, tidak berdasarkan pembagian bidang ilmu, seperti kimia analitik, kimia fisik, atau kimia anorganik. Satu hal yang perlu dicatat adalah adanya kecenderungan pembelajaran kimia mengutamakan konsep-konsep kimia yang terkait dengan kehidupan nyata. Hal ini terutama didorong oleh kenyataan bahwa kehidupan manusia sangat dipengaruhi oleh zat-zat kimia.

Kecenderungan ini berdampak pada perkembangan pendekatan pembelajaran kimia, yaitu dari menghafal bahan pelajaran tanpa pengertian, ke pembentukan konsep dan cara berpikir yang sistematis sehingga kegiatan belajar menjadi lebih bermakna bagi siswa. Ilmu kimia merupakan pengetahuan empiris

yang dapat dipelajari melalui indera, yaitu melihat, mendengar, meraba, mengecap, dan mencium. Kegiatan penginderaan terhadap suatu objek yang diikuti proses mental akan menghasilkan suatu pengertian terhadap konsep (*meaningful learning*), serta dapat menumbuhkan sikap positif siswa dan bermuara pada menumbuhkan berpikir kreatif, mengadakan analisis, dan memecahkan masalah (Bretz, 2001; Funk, Fiel, & Okey, et al., 1985: 2).

Tujuan utama perbaikan kurikulum kimia adalah untuk meningkatkan kompetensi siswa, termasuk kompetensi akademik siswa dalam bidang ilmu kimia, yaitu mengembangkan kemampuan konseptual siswa terhadap ilmu kimia. Cara yang paling tepat untuk mengembangkan kemampuan ini adalah pendekatan pembelajaran yang berfokus pada siswa. Perubahan perbaikan terhadap pendekatan pembelajaran kimia dari *teacher-centered* ke *student-centered* belum diikuti oleh sebagian besar guru. Pendapat ini mendukung hasil penelitian Muth & Guzman (2001) yang melaporkan bahwa 80% kegiatan belajar mengajar kimia di kelas berfokus pada guru (*"telling is teaching"*), dan dua pertiga siswa yang mengikuti pelajaran menggunakan pendekatan seperti ini belajar secara tidak efisien.

Artinya, upaya memperkenalkan berbagai ragam pendekatan pembelajaran belum mampu mengubah pendekatan pembelajaran kimia yang biasa dilakukan guru di kelas, yaitu berfokus pada guru. Kelemahan yang dilakukan untuk mengubah pendekatan pembelajaran yang dilakukan guru kimia adalah tidak diikuti dengan peningkatan pengetahuan guru dalam mengembangkan tes konseptual. Kerlinger (1990) menyatakan sebagian besar tes yang digunakan di sekolah tidak memadai untuk mengukur prestasi siswa dalam memahami konsep. Pendapat ini mendukung hasil penelitian Herron & Greenbowe (1986) yang melaporkan bahwa sebagian besar alat seleksi yang digunakan di sekolah tidak mampu mengidentifikasi kemampuan konseptual siswa terhadap kimia.

Nurrenbern & Pickering (1987), Sawrey (1990), dan Mulford (1996) melaporkan bahwa (maha)siswa lebih mudah menyelesaikan soal-soal bentuk tradisional (dapat dijawab menggunakan strategi aljabar atau prosedural) dibandingkan dengan soal bentuk konseptual (dapat dijawab menggunakan

pengetahuan deklaratif). Selanjutnya, Mei (2001) melaporkan keberhasilan siswa menyelesaikan soal-soal perhitungan (kimia) bukan menjadi jaminan siswa memiliki konsep yang benar untuk menjawab pertanyaan konseptual. Hasil penelitian ini menjelaskan *algorithmic-dependent* siswa dalam memecahkan soal-soal kimia disebabkan siswa kurang memahami konsep-konsep kimia yang terkandung dalam soal tersebut.

Salah satu penyebab ketergantungan ini adalah guru dalam menyampaikan materi pelajaran kimia sangat menekankan penerapan rumus matematika (Carter & Brikhouse 1989). Untuk mengetahui keterampilan siswa menerapkan rumus ini, guru memberikan soal-soal bentuk tradisional.

Uraian di atas menjelaskan bahwa rancangan strategi pembelajaran yang dibuat oleh guru mempengaruhi bentuk soal yang digunakan untuk menelusuri kemampuan siswa, juga sebaliknya. Oleh karena itu, peningkatan pengetahuan guru dalam mengembangkan soal-soal bentuk konseptual dapat mendorong guru mengubah pendekatan pembelajarannya ke arah *student-centered*.

Pada penelitian ini dikembangkan Tes Konseptual Kimia pada topik Stoikiometri (Tes Konseptual Stoikiometri, TKS) bentuk pilihan ganda berbantuan komputer. Artinya, hasil penelitian ini adalah seperangkat TKS bentuk pilihan ganda yang dapat digunakan untuk menginventarisasi pemahaman konseptual siswa terhadap stoikiometri.

Oleh karena itu, keutamaan penelitian ini adalah: 1) diperoleh cakupan pernyataan proposisional stoikiometri yang diperlukan siswa SMA, 2) pada tataran kelas, bentuk tes yang dikembangkan dalam penelitian ini mudah digunakan oleh guru dan siswa, 3) Tes Berbantuan Komputer (TBK) yang dikembangkan memuat antara lain, butir soal yang dapat mengungkap pemahaman konseptual siswa terhadap stoikiometri dan informasi tentang profil pemahaman siswa (memuat informasi topik yang berhasil dan gagal dipahami siswa), 4) informasi yang diperoleh dari pemberian tes ini dapat digunakan oleh guru sebagai bahan pertimbangan untuk merancang dan merumuskan strategi pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan pengetahuan konseptual siswa

terhadap kimia, dan 5) informasi tersebut juga dapat digunakan oleh pengambil kebijakan untuk mengevaluasi kualitas kegiatan pembelajaran kimia di SMA.

KAJIAN TEORI

Pembelajaran Kimia di SMA

Sidauruk (2005) melakukan penelitian terhadap siswa SMA Negeri di tiga ibukota provinsi di Kalimantan, yaitu Palangkaraya, Banjarmasin, dan Samarinda yang melibatkan 1096 siswa menyimpulkan bahwa siswa memiliki *algorithmic-dependent* dalam memecahkan soal-soal kimia disebabkan siswa kurang memahami konsep-konsep kimia yang terkandung dalam soal tersebut. Dilaporkan bahwa sebagian besar siswa mendefinisikan mol sebagai hasil bagi massa zat dengan Mr/Ar. Artinya, siswa lebih memahami hubungan mol dengan massa daripada dengan jumlah partikel.

Berdasarkan definisi tersebut, siswa menghitung massa 1 mol NaOH menggunakan rumus: massa NaOH = $n \times Mr \text{ NaOH} = 40 \text{ gram}$. Hasil perhitungan ini benar, tetapi variabel (Mr) yang digunakan dalam rumus salah, seharusnya digunakan massa molar. Jawaban siswa terhadap pertanyaan “berdasarkan perhitungan itu, mengapa satuan massa menjadi gram?” adalah satuan massa harus gram. Untuk mendukung jawaban salah tersebut, siswa membuat pembuktian dengan cara menurunkan rumus di atas menjadi: massa = mol x (gram/mol). Penurunan ini terlihat masuk akal, karena $Mr = \text{massa/mol}$, maka satuan Mr adalah gram/mol. Akibat dari kesalahan ini, siswa membuat kesimpulan salah, yaitu menuliskan $Mr \text{ NaOH} = 40 \text{ gram/mol}$. Selanjutnya, berdasarkan logika yang salah, siswa membuat kesimpulan salah, yaitu menuliskan massa 1 molekul NaOH = massa 1 mol NaOH. Kesalahan ini bermuara pada kesimpulan siswa yang menyatakan 1 molekul = 1 mol.

Kesimpulan ini didukung oleh hasil wawancara kepada siswa, yaitu:

- G : Coba tuliskan: 1 mol $S_8 = \dots\dots$ molekul S_8 . Lalu isi titik-titik tersebut.
 B15 : (Menuliskan dan mengisi titik-titik).

 1 mol $S_8 = \dots\dots 1$ molekul S_8

G : Dalam satu mol H_2O ada berapa molekul H_2O ?
 B72 : Satu.

* 1 mol H_2O = 1 molekul air (H_2O)

Hasil penelitian ini menjelaskan *algorithmic-dependent* siswa dalam memecahkan soal-soal kimia disebabkan siswa kurang memahami konsep-konsep kimia yang terkandung dalam soal tersebut. Selanjutnya, Mei (2001) menyimpulkan bahwa keberhasilan siswa menyelesaikan soal-soal perhitungan kimia bukan menjadi jaminan siswa memiliki konsep yang benar untuk menjawab pertanyaan konseptual.

Hasil wawancara terhadap beberapa guru dapat disimpulkan bahwa guru tidak menyadari kesalahan yang dilakukan siswa ini (Sidauruk, 2005). Hal ini tercermin dari rumusan kompetensi hasil belajar siswa yang dibuat guru, yaitu lebih menekankan pada kemampuan melakukan operasi matematika. Kesimpulan ini mendukung hasil penelitian Carter & Brikhouse (1989) yang melaporkan salah satu penyebab ketergantungan ini adalah guru dalam menyampaikan materi pelajaran kimia sangat menekankan penerapan rumus matematika. Untuk mengetahui keterampilan siswa menerapkan rumus ini, guru memberikan soal-soal bentuk tradisional.

Uraian di atas menyatakan bahwa kemampuan guru mengembangkan soal dapat mempengaruhi rumusan indikator kompetensi hasil belajar siswa. Slain itu, tes yang digunakan di sekolah belum mampu mengungkap informasi tentang pemahaman konsep kimia siswa. Akibatnya, guru tidak menyadari kesalahan pembelajaran yang biasa dilakukannya. Oleh karena itu, informasi hasil pemberian tes konseptual yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat menimbulkan *conflicting data* pada guru.

Pengertian tes konseptual

Anderson (Mei, 2001) membagi pengetahuan menjadi dua bentuk, yaitu pengetahuan deklaratif dan pengetahuan prosedural. Pengetahuan deklaratif disajikan melalui proposisi dan pengetahuan prosedural disajikan melalui produksi. Paul Suparno (1997) menyatakan melalui pengetahuan deklaratif siswa dapat menjelaskan apa yang diketahuinya dan pengetahuan prosedural

mengungkapkan bagaimana seseorang menggunakan pengetahuan deklaratifnya. Hal ini menjelaskan pengetahuan deklaratif merujuk pada kemampuan konseptual dan pengetahuan prosedural merujuk pada keterampilan menyelesaikan soal-soal kimia. Artinya, urutan memahami kimia adalah dimulai dari pengetahuan deklaratif tentang apa yang telah dipelajari siswa, lalu mengubah pengetahuan ini menjadi pengetahuan prosedural.

Oleh karena itu, hasil prestasi belajar kimia siswa seharusnya dapat mencerminkan penguasaan siswa terhadap pengetahuan deklaratif dan prosedural. Penguasaan siswa terhadap pengetahuan deklaratif dapat diungkap menggunakan tes konseptual dan pengetahuan prosedural dapat diungkap menggunakan tes tradisional. Soal-soal yang terdapat dalam tes tradisional dapat diselesaikan menggunakan strategi perhitungan (*algorithmic strategies*), tetapi strategi ini tidak dapat digunakan untuk menyelesaikan pertanyaan konseptual (Nurrenberg & Pickering, 1987). Menurut Kerlinger (1990) sebagian besar tes yang digunakan di sekolah tidak memadai untuk mengukur pemahaman konsep siswa. Artinya, prestasi belajar kimia siswa yang ditelusuri melalui pemberian tes di sekolah belum mencerminkan konsepsi siswa terhadap kimia yang dipelajarinya. Hal ini dapat disebabkan guru kurang mampu menyusun soal-soal bentuk konseptual atau contoh-contoh soal bentuk ini belum tersedia.

Alat Ungkap Tes Konseptual

· Wawancara, Peta Konsep, dan Soal Isian

Wawancara, peta konsep, dan soal isian terbukti berhasil digunakan untuk mengungkap miskonsepsi yang dimiliki siswa. Wawancara biasanya digunakan untuk memeriksa ulang jawaban yang diberikan siswa terhadap tes tertulis, termasuk peta konsep atau isian. Kelemahan utama menggunakan cara wawancara untuk mengungkap miskonsepsi adalah memerlukan waktu yang lama untuk melaksanakannya.

Pendley, Bretz, & Novak (1994) menggunakan peta konsep sebagai alat menilai hasil belajar kimia dan menyimpulkan peta konsep baik digunakan untuk mengetahui pemahaman konseptual siswa. Kelemahan menggunakan alat ini

adalah guru perlu mendapat pelatihan untuk menerjemahkan peta konsep yang dibuat siswa.

Abraham, Grzybowski, & Renner, et al (1992) menggunakan soal isian untuk mengungkap miskonsepsi yang dimiliki siswa *eigth graders* terhadap lima konsep kimia yang terdapat dalam buku kimia. Jawaban siswa terhadap soal tersebut dikelompokkan menjadi enam tingkat pemahaman, yaitu: *no response*, bila siswa tidak memberi jawaban; *no understanding*, bila siswa mengulang pertanyaan, jawaban tidak relevan atau tidak jelas; *specific misconception*, bila siswa memberi jawaban salah secara ilmiah; *partial understanding with a specific misconception*, bila jawaban siswa benar tetapi memberi alasan yang menunjukkan miskonsepsi; *partial understanding*, jawaban siswa sebagian benar dan berterima secara ilmiah; *sound understanding*, siswa menjawab secara lengkap dan benar serta berterima secara ilmiah.

• Soal pilihan ganda

Moore (1997) mengatakan bahwa bentuk tes yang tepat untuk mengungkap konsepsi adalah menggabungkan beberapa bentuk pertanyaan dan menggunakan beberapa bentuk penilaian. Selanjutnya dikatakan bahwa soal pilihan ganda layak digunakan, tetapi pertanyaannya dibuat lebih kompleks sehingga mampu menggali informasi yang diharapkan, seperti *reasoning skills* dan *conceptual understanding*. Artinya, soal tradisional --merujuk pada soal-soal kimia yang mengandung banyak operasi matematika (Sawrey, 1990)-- dan “soal hapalan” tidak cocok digunakan untuk mengungkap miskonsepsi stoikiometri yang dimiliki siswa.

Menis & Fraser (1992) menggunakan soal pilihan ganda untuk mengungkap miskonsepsi delapan topik kimia (tidak termasuk stoikiometri) yang dimiliki siswa SMA di Australia dan Amerika. Untuk menentukan adanya miskonsepsi dilakukan cara sebagai berikut: Bila butir soal memiliki lima pilihan jawaban, maka peluang menjawab benar butir tersebut secara kebetulan adalah 0,2, dan diharapkan setiap pilihan jawaban dipilih oleh 20% siswa. Berdasarkan argumentasi ini, mereka menetapkan miskonsepsi terjadi jika pengecoh dipilih

oleh 20% siswa atau lebih. Pendapat lain mengatakan bila jumlah siswa kelompok bawah memilih kunci jawaban lebih banyak dibandingkan dengan jumlah siswa kelompok atas, atau indeks daya beda butir soal negatif, maka ada dua kemungkinan, yaitu kunci soal salah atau terdapat miskonsepsi pada siswa (*Interpreting item analysis*, tanpa tahun). Hal ini menjelaskan bahwa bentuk soal pilihan ganda dapat digunakan untuk menelusuri miskonsepsi yang dimiliki siswa berdasarkan pola jawaban yang diberikan. Kelemahan bentuk soal ini adalah alasan dibalik jawaban siswa tidak diketahui.

· **Soal pilihan ganda disertai alasan**

Berbeda dengan soal isian, pada pemberian soal pilihan ganda, siswa hanya memilih jawaban, tanpa memberikan alasan mengapa jawaban tersebut dipilih. Untuk mengatasi kelemahan kedua bentuk soal tersebut, Krishnan & Howe (1994) memperkenalkan *two-tier multiple choice items*. Bentuk soal ini mirip dengan soal pilihan ganda, perbedaannya adalah pada soal ini siswa disuruh memberikan alasan terhadap jawaban yang dipilihnya. Bentuk soal ini juga masih memiliki kelemahan, yaitu untuk menerjemahkan alasan yang diberikan siswa perlu menggunakan penilai.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa bentuk soal di atas memiliki keterbatasan untuk digunakan guru di kelas. Untuk mengatasi hal ini, Odom & Barrow (1995) mengembangkan *two-tier diagnostic test* untuk mengukur pemahaman siswa tentang konsep difusi dan osmosis. Setiap butir soal terdiri dari dua bagian, yaitu batang soal dan pilihan alasan. Artinya, untuk mengerjakan setiap butir soal, siswa terlebih dahulu memilih jawaban, kemudian memilih alasan yang sesuai dengan jawaban yang dipilihnya.

Keuntungan pengembangan bentuk soal ini adalah peneliti dapat membantu guru mendiagnosa miskonsepsi yang dimiliki siswa menggunakan tes tertulis dengan format pilihan ganda. Melalui pemberian tes ini, pemahaman siswa terhadap konsep kimia dapat diidentifikasi oleh guru dengan mudah. Bentuk soal ini telah digunakan oleh Birk & Kurtz (1999) untuk mengungkap miskonsepsi (maha)siswa tentang struktur molekul dan ikatan kimia.

Dalam penelitian ini dikembangkan *two-tier diagnostic test* untuk digunakan mengungkap miskonsepsi stoikiometri, atau disebut tes diagnostik stoikiometri dengan soal bentuk pilihan ganda disertai alasan (TKS). Setiap butir soal TKS terdiri dari dua bagian yaitu, pertanyaan dan alasan, masing-masing memiliki empat pilihan jawaban/alasan (1 kunci jawaban dan 3 pengecoh).

METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah memproduksi Tes Konseptual Stoikiometri (TKS) bentuk pilihan ganda berbantuan komputer. TKS ini diuji melalui *logical review* dan *empirical review*, termasuk menguji validitas konstruk dengan melibatkan mahasiswa yang berasal dari satu rumpun ilmu (MIPA). Bentuk soal pilihan ganda dipilih karena pada tataran kelas mudah digunakan guru dan siswa.

Untuk mencapai tujuan ini, maka penelitian ini akan dilakukan melalui dua tahapan, yaitu: 1) Tahap I, mengembangkan pernyataan proposisional stoikiometri (P2S) dan menyusun draft TKS; 2) Tahap II, memproduksi TKS berbantuan komputer.

Kegiatan mengembangkan P2S mencakup: 1) mendefinisikan cakupan konsep stoikiometri di SMA, 2) mengidentifikasi P2S, dan 3) menguji validitas isi P2S. Kegiatan menyusun draft TKS mencakup: 1) mengembangkan dan memproduksi butir soal bentuk pilihan ganda, 2) menilai tingkat kesesuaian butir soal – P2S (KBP), 3) menilai tingkat kesejajaran antar butir soal (KBS), 4) menyusun draft TKS, dan 5) pembuatan program dan pengetikan draft TKS berbantuan komputer.

Tingkat kesesuaian antara subkonsep dengan pernyataan dinilai oleh penilai melalui cara memberikan skor “0” (pernyataan-subkonsep tidak sesuai), “1” (pernyataan-subkonsep sesuai), dan “2” (pernyataan-subkonsep sangat sesuai). Selanjutnya, dihitung rerata skor untuk setiap pernyataan, jika harga rerata skor “0,50 pernyataan dibuang”, “0,51 - 1,0 pernyataan direvisi”, dan “1,1 – 2,0 pernyataan diterima”. Tingkat kesesuaian ini merupakan bukti kesahihan isi P2S.

Selanjutnya, setiap butir soal dinilai tingkat kesesuaiannya dengan P2S (KBP; Kesesuaian Butir-P2S) dan kesejajaran antar-butir soal (KBS) oleh

validator yang sama. KBP untuk setiap pasangan butir-pernyataan dihitung menggunakan rumus (Roid & Haladyna, 1982: 210):

$$KBP_{(i-1)} = \frac{(P - 1)S_1 - S_2, S_1}{2(P - 1)V}$$

dimana : P = jumlah pernyataan; S₁ = jumlah skor yang diberikan oleh penilai untuk butir 1- pernyataan 1; S₂ = jumlah skor yang diberikan oleh penilai untuk butir 1 – semua pernyataan; V = jumlah validator.

Roid & Haladyna (1982: 213) tidak memberikan secara pasti rentang indeks KBP, namun menyarankan indeks KBP antara 0,70 – 0,80 masuk kategori baik. Pada penelitian ini ditetapkan rentang indeks KBK sebagai berikut: di bawah 0 = butir soal mengukur P2S lainnya; 0 - 0,79 = butir soal ragu mengukur P2S; 0,80 – 1,0 = butir soal mengukur P2S.

Uji KBS dilakukan dengan cara memasangkan setiap butir soal dan pada setiap pasang diberi 10 kategori (1 = sangat tidak sejajar; 10 = sangat sejajar) skala Likert. Selanjutnya, kesejajaran butir ini dinilai oleh penilai (pakar kimia dan guru). Kesejajaran butir soal dianalisis menggunakan teknik *multidimensional scaling*, MDS (Sireci & Geisinger, 1995).

Tahap berikutnya, draft TKS ini diujicobakan kepada mahasiswa untuk: (1) mengetahui koefisien keandalan tes menggunakan rumus koefisien α Cronbach, indeks tingkat kesukaran (TK) berdasarkan proporsi jumlah mahasiswa yang menjawab benar, indeks daya beda (DB) menggunakan rumus korelasi *pointbiserial*, dan efektivitas pengecoh (EP) dengan menghitung jumlah mahasiswa yang memilih pengecoh pada setiap butir soal; serta (2) menjaring alasan jawaban mahasiswa dengan cara merekam hasil pekerjaan mahasiswa menyelesaikan TKS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan TKS

Kegiatan Tahap I ini melibatkan 28 rater untuk menilai tingkat KBP dan 25 rater untuk menilai tingkat KBS. Mengingat luasnya cakupan konsep yang

diteliti, maka pada awal diskusi disepakati pada Tahap I ini dikembangkan tes konseptual kimia pada topik stoikiometri. Argumentasi pembatasan ini adalah topik ini relatif sulit dipahami siswa, dan sebagian besar guru sering terjebak mengukur kemampuan matematika daripada konsep kimia ketika mengembangkan butir soal untuk topik ini.

Berdasarkan kurikulum mata pelajaran kimia tahun 1994, topik stoikiometri diajarkan di kelas 1 SMA. Oleh karena itu, cakupan stoikiometri yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah cakupan stoikiometri untuk siswa kelas 1 SMA berdasarkan kurikulum tersebut. Pada kurikulum ini tidak dijabarkan secara eksplisit subkonsep stoikiometri, sehingga perlu dilakukan perumusan subkonsep stoikiometri dengan cara membandingkan subkonsep pada kurikulum 1994 dengan subkonsep stoikiometri dari berbagai literatur. Pada Tabel 1 disajikan beberapa subkonsep stoikiometri.

Tabel 1.
Subkonsep Stoikiometri

| Kurikulum 1994 | Poole (1989) | Huddle & Pillay (1996) | Djemari Mardapi, dkk (1999) | BouJaoude & Barakat (2003) |
|--|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Materi dan perubahannya • materi dan penggolongannya • rumus kimia dan persamaan reaksi • hukum perbandingan volume dan hipotesis Avogadro • massa atom/molekul relatif (Ar/Mr) Mol | <ul style="list-style-type: none"> • atom dan satuan massa (satuan massa atom, gram) • atom dan mol • senyawa dan mol • penulisan rumus kimia dan persamaan reaksi • penyetaraan persamaan reaksi dan penentuan pereaksi pembatas. | <ul style="list-style-type: none"> • Persamaan reaksi • pereaksi pembatas • kuantitas (massa, volume, jumlah partikel) zat reaktan dan produk • mol • (Ar/Mr). | <ul style="list-style-type: none"> • hukum-hukum dasar kimia • Ar/Mr • konsep mol • tetapan Avogadro • massa molar • persen massa • persen komposisi • rumus empiris • rumus molekul • valensi dan bilangan oksidasi • persamaan reaksi • penyetaraan persamaan reaksi • perhitungan stoikiometri | <ul style="list-style-type: none"> • kuantitas molar • pereaksi pembatas • perubahan materi • volume molar • persamaan reaksi |

Berdasarkan Tabel 1, dapat disimpulkan terdapat perbedaan keluasan subkonsep stoikiometri. Perbedaan tersebut terutama disebabkan perbedaan tujuan pengembangan. Djemari Mardapi et al (1999) mengembangkan cakupan stoikiometri untuk siswa SMA pada setiap jenjang kelas. BouJaoude & Barakat (2003) merumuskan cakupan stoikiometri untuk siswa *grade 11*.

Kesamaan yang diperoleh adalah terdapat empat subkonsep stoikiometri pada kurikulum 1994 terdapat juga pada subkonsep stoikiometri lainnya, yaitu (1) rumus kimia dan persamaan reaksi, (2) hukum perbandingan volume dan hipotesis Avogadro, (3) massa atom/molekul relatif (A_r/M_r), serta (4) mol. Oleh karena itu, pada penelitian ini ditetapkan cakupan stoikiometri yang dikembangkan mengandung keempat subkonsep tersebut.

Hukum perbandingan volume (Gay-Lussac) berbunyi volume gas-gas yang bereaksi bila diukur pada suhu dan tekanan yang sama berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana. Menurut Avogadro, pada kondisi ini perbandingan volume juga menunjukkan perbandingan jumlah molekul (mol). Berdasarkan definisi ini maka subkonsep hukum perbandingan volume dan hipotesis Avogadro dimasukkan dalam subkonsep mol. Berdasarkan uraian ini, subkonsep stoikiometri pada penelitian ini ditetapkan menjadi tiga, yaitu subkonsep 1: persamaan reaksi; subkonsep 2: massa atom/molekul relatif (A_r/M_r); subkonsep 3: mol.

Selanjutnya, berdasarkan ketiga subkonsep ini dikembangkan 13 P2S. Subkonsep 1 memiliki tiga P2S, subkonsep 2 memiliki dua P2S, dan subkonsep 3 memiliki delapan P2S. Pada tahap ini juga disusun butir soal untuk setiap P2S. Jumlah butir soal yang disusun pada tahap ini sebanyak 48 butir.

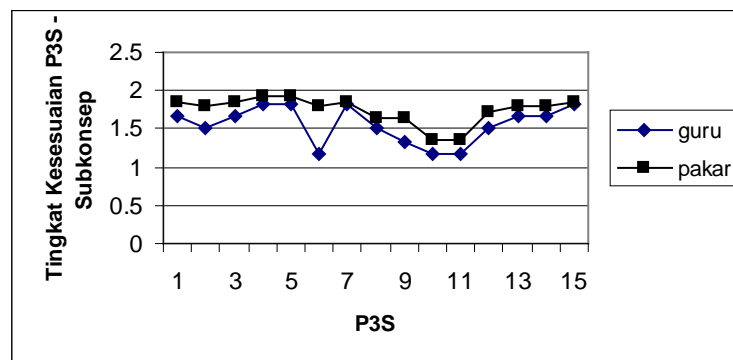
Hasil review merekomendasikan cakupan stoikiometri terdiri dari tiga subkonsep dan 15 P2S (subkonsep, P2S, dan sebaran butir soal dapat dilihat pada Tabel 2).

Tabel 2.
Subkonsep, P2S, dan Butir Soal

| Sub konsep | Pernyataaan Pengetahuan Proposisional (P2S) | Butir Soal |
|-------------------|---|-------------------|
| 1. | 1.1. Jumlah atom sebelum dan sesudah reaksi selalu sama | 1,2,3,5 |

| | | |
|-------------------------|--|------------------|
| Persamaan reaksi | 1.2. Bilangan indeks pada molekul menunjukkan bilangan sebenarnya jumlah atom yang menyusun suatu senyawa. | 20,21,27, 47, 48 |
| | 1.3. Koefisien reaksi menunjukkan perbandingan mol zat-zat yang terlibat dalam suatu reaksi | 4,34,38 |
| | 1.4. Koefisien reaksi menunjukkan perbandingan V gas yang terlibat dalam suatu reaksi bila diukur pada P dan T yang sama | 39,42, 44 |
| | 1.5. Pereaksi pembatas adalah zat yang memiliki hasil bagi terkecil antara mol zat yang tersedia dengan koefisien zat tersebut | 32,33, 46 |
| 2. Ar/Mr | 2.1. Ar menyatakan perbandingan massa rata-rata satu atom suatu unsur terhadap 1/12 massa satu atom ^{12}C | 13,14, 17 |
| | 2.2. Mr suatu senyawa merupakan jumlah Ar unsur-unsur penyusun senyawa tersebut | 9,10,11, 18 |
| 3. Mol | 3.1. Satu mol setiap atom X mengandung $6,02 \times 10^{23}$ (L) atom X. | 22,23,30, 43 |
| | 3.2. Satu mol setiap molekul Y mengandung $6,02 \times 10^{23}$ (L) molekul Y | 6,25, 31 |
| | 3.3. Massa satu mol suatu atom sama dengan besar bilangan Ar-nya dalam gram. | 15,24, 26 |
| | 3.4. Massa satu mol suatu molekul sama dengan besar bilangan Mr-nya dalam gram | 12,28, 29 |
| | 3.5. Mol merupakan hasil bagi antara massa suatu atom dengan massa molarnya | 16,19 |
| | 3.6. Mol merupakan hasil bagi antara massa suatu molekul dengan massa molarnya | 7,8 |
| | 3.7. Setiap gas memiliki mol yang sama bila diukur pada T, P, dan V yang sama | 35,36, 37 |
| | 3.8. Satu mol setiap gas yang diukur pada STP, volumenya selalu 22,4 liter. | 40,41, 45 |
| 3 | 15 | 48 |

Pada Gambar 1 terlihat rerata skor tingkat kesesuaian P2S-Subkonsep memiliki distribusi yang sama, perbedaan yang besar terjadi pada P2S 2.1, rata-rata skor guru dan pakar untuk P2S ini berturut-turut 1,17 dan 1,79. Namun demikian, rata-rata skor guru ini masih masuk dalam kategori pernyataan diterima.



Gambar 1.
Rerata Skor Tingkat Kesesuaian P2S-Subkonsep: Guru vs Pakar

• **Tingkat Kesesuaian Butir Soal – P2S (KBP)**

Validasi tingkat KBP dilakukan dengan cara setiap penilai memberi skor tingkat kesesuaian antara butir soal dengan P2S. Skor memiliki rentang -1 (Butir soal tidak mengukur P2S), 0 (Ragu/tidak pasti apakah butir soal benar-benar mengukur P2S), dan +1 (Butir soal benar-benar mengukur P2S). Data dianalisis menggunakan rumus tingkat KBP menurut Hoid & Haladyna (1982). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat KBP di atas, dapat disimpulkan bahwa para penilai sependapat semua butir soal mengukur P2S yang telah dirumuskan. Artinya, semua butir soal sudah mencerminkan cakupan stoikiometri yang hendak diteliti dan setiap butir soal layak digunakan untuk menelusuri pemahaman siswa terhadap P2S yang sesuai.

Tabel 3
Harga Tingkat KBP Setiap Butir Soal

| P2S\KBP | 0,85 - 0,89 | 0,90 - 0,95 | 0,96 – 1,0 |
|---------|-------------|----------------|------------|
| 1.1 | | 5 | 1, 2,3 |
| 1.2 | | 20,21,27,47,48 | |
| 1.3 | 34 | 4,38 | |
| 1.4 | 42,44 | 39 | |
| 1.5 | | | 32,33,46 |
| 2.1 | | 14 | 13,17 |
| 2.2 | | 10,11,18 | 9 |
| 3.1 | 30,43 | 22,23 | |
| 3.2 | | 25,31 | 6 |
| 3.3 | 15, 26 | 24 | |

| | | | |
|-----|----|------------|-----|
| 3.4 | | 12, 28, 29 | |
| 3.5 | | 16,19 | |
| 3.6 | | | 7,8 |
| 3.7 | | 35, 36, 37 | |
| 3.8 | 41 | 40,45 | |

Keterangan: KBP di bawah 0,0 = butir soal mengukur P2S lain.
0,0 - 0,79 = butir soal ragu mengukur P2S.
0,80 - 1,0 = butir soal mengukur P2S.

· **Tingkat Kesejajaran Butir Soal (KBS)**

Analisis MDS menggunakan solusi dimensi-2, dimensi-3, dimensi-4, dan dimensi-5. Analisis MDS menghasilkan pengelompokan berdasarkan orientasi butir soal dan harga Stress serta harga RSQ

Hasil perhitungan terhadap harga Stress dan RSQ menggunakan solusi dimensi-2 – dimensi-5 menunjukkan harga Stress menurun secara konsisten (0,15 – 0,10) dan harga RSQ cenderung naik walaupun kecil (0,92-0,93). Secara visual, orientasi butir soal pada solusi dimensi-2 mengelompok menjadi tiga kelompok. Pada solusi dimensi yang lebih tinggi, orientasi butir soal mengalami perubahan. Butir soal b47 dan b48 mendekat ke butir soal m7, m8, o41, dan o45. Sementara itu, butir soal b20 dan b21 tetap mengelompok dengan butir soal c38 dan d39.

Draft TKS yang dikembangkan pada Tahap I memiliki karakteristik seperti disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik draft TKS

| Indikator | Hasil | Keterangan |
|--|----------------------------|---|
| Subkonsep | 3 | - |
| P2S | 15 | - |
| Butir Soal | 48 | - |
| Waktu Pelaksanaan Tes | 90 menit (2 jam pelajaran) | - |
| Rerata Tingkat Kesesuaian P2S-Subkonsep | 1,30 – 1,90 | 0,0 - 0,50 = dibuang 0,51 - 1,00 = direvisi 1,01 - 2,00 = diterima |
| Tingkat Kesesuaian Butir Soal – P2S (KBP) | 0,85 – 0,96 | Di bawah 0,0 = tidak sesuai = butir soal mengukur P2S lain. 0,0 - 0,79 = ragu. 0,80 – 1,0 = sesuai. |
| Tingkat Kesejajaran Antar-Butir Soal (KBS) | Stress: 0,10 – 0,15 | Sesuai dengan model |

| | | |
|--|----------------------|--|
| | RSQ = 0,92 – 0,93 | |
|--|----------------------|--|

Ujicoba Tes Konseptual Stoikiometri (TKS)

Draft TKS di atas diujicoba pada tataran kelas yang melibatkan 120 mahasiswa Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Palangkaraya, masing-masing 30 mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika, Fisika, Biologi, dan Kimia.

Hasil perhitungan indeks tingkat kesukaran (Tk) dan indeks daya beda (Db), butir soal dapat dilihat pada Grafik 1 dan Grafik 2 berikut :

| | | | |
|-----|---|-----|---------------------------------------|
| 0,6 | 1,4,8 | 0,7 | 1,1,2,7,8 |
| 0,5 | 1,1,3,3,7 | 0,6 | 0,1,1,1,2,2,3,4,4,5,9 |
| 0,4 | 0,0,0,1,1,1,2,2,2,3,3,3,5,6,6,6,6,7,7,8,9 | 0,5 | 1,2,3,3,4,4,4,4,6,6,6,6,7,7,8,8,8,8,9 |
| 0,3 | 1,2,3,3,3,3,4,6,6,6,7,7,8,8,8,9,9,9 | 0,4 | 3,5,5,5,5,6,8,9 |
| | | 0,3 | 6,7,8,8 |

Grafik 1. Indeks tingkat kesukaran

Grafik 2. Indeks daya beda

Allen & Yen (1979) serta Naga (1992) berpendapat bahwa indeks tingkat kesukaran yang ideal sebesar 0,3 - 0,7. Berapa besar indeks daya beda yang ideal beberapa ahli memberi harga yang berbeda. Naga (1992) menyatakan indeks daya beda yang baik mempunyai rentang 0,30 ke atas, Oller (1979) mensyaratkan harga minimal 0,25, dan Hopkins & Antes (1990) mensyaratkan harga minimal 0,20. Pada penelitian ini ditetapkan kriteria indeks daya beda yang baik adalah bila memiliki harga minimal 0,30 ke atas. Bila kriteria ini – untuk tingkat kesukaran maupun daya beda-- ditetapkan sebagai patokan, maka dapat disimpulkan semua butir soal masuk kriteria ideal.

Reliabilitas soal dihitung menggunakan program SPSS 10.0. Melalui cara ini diperoleh harga reliabilitas (α) = 0,82. Sebagian besar distraktor dipilih oleh rata-rata 10% peserta tes (terendah 6,7% pilihan B butir soal 41). Artinya, distraktor tes berfungsi dengan baik untuk mengecoh siswa yang mengalami kesalahan konsep.

Berdasarkan hasil analisis di atas, maka dapat disimpulkan TKS yang dikembangkan memiliki karakteristik seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik TKS

| Indikator | Hasil | Keterangan |
|--------------------------|-------------|------------|
| Indeks Tingkat Kesukaran | 0,31 – 0,68 | Ideal |
| Indeks Daya Beda | 0,36 – 0,78 | Ideal |
| Koefisien α | 0,923 | Baik |
| Fhit | 3,974 | P=0,01 |

Uji validitas konstruk TKS ditentukan menggunakan uji F, yaitu membandingkan skor rata-rata peserta tes berdasarkan perbedaan Program Studi. Rata-rata skor mahasiswa Program Studi Kimia, Matematika, Fisika, dan Biologi, berturut-turut 33,40, 27,33, 27,30, dan 27,10. Hasil analisis diperoleh $F_{hit} = 3,974$, $p = 0,01$. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara rerata skor mahasiswa berdasarkan perbedaan Program Studi. Selisih antara skor mahasiswa Kimia dengan Matematika, Fisika, dan Biologi berturut-turut 6,07, 6,10, dan 6,30. Analisis lanjut menggunakan uji Scheffe menunjukkan bahwa selisih ini signifikan pada taraf berturut-turut $p = 0,05$; $p = 0,05$; $p = 0,04$. Artinya, rerata skor mahasiswa Kimia terbukti secara signifikan lebih besar dari skor rata-rata mahasiswa Matematika, Fisika, maupun Biologi.

Data ini menjelaskan bahwa butir soal TKS terbukti dapat membedakan mahasiswa Kimia dengan mahasiswa lainnya. Artinya, TKS yang dikembangkan telah mengukur apa yang hendak diukur.

Program Tes Konseptual Kimia Berbantuan Komputer

Spesifikasi Program

Program tes berbantuan komputer yang dikembangkan pada penelitian ini pada awalnya (penelitian pendahuluan) menggunakan program *macromedia flash*, karena program ini memiliki keunggulan dalam tampilan dan butir soal dapat berbentuk animasi. Kelemahan program ini adalah pengeditan dan penambahan soal sangat tergantung pada *programmer*. Selain itu, program ini juga tidak menyediakan *data base* sebagai tempat informasi pola jawaban siswa yang dapat digunakan untuk merevisi butir tes.

Berdasarkan kelemahan ini, dikembangkan program tes berbantuan komputer menggunakan program *delphi*. Keunggulan menggunakan program ini adalah pengeditan dan penambahan soal mudah dilakukan, butir soal teracak setiap kali digunakan, dan informasi tentang pola jawaban siswa tersimpan. Informasi ini dapat digunakan untuk menganalisis indikator kualitas butir tes. Kelemahan dari program ini adalah tidak dapat menampilkan butir soal bentuk gambar.

Selanjutnya dikembangkan program tes berbantuan komputer dengan spesifikasi program sebagai berikut (Program tes terlampir dalam bentuk CD):

- Komputer Pentium III 800 (minimal)
- Ram 128 (minimal)
- Windows 98/ XP
- Apache 1.3 Minimal sebagai Web Server
- PHP 4.x Minimal sebagai Interpreter
- MySQL 3.x Minimal sebagai Database Pendukung
- Dreamweaver MX/ 8 sebagai Editor Program.

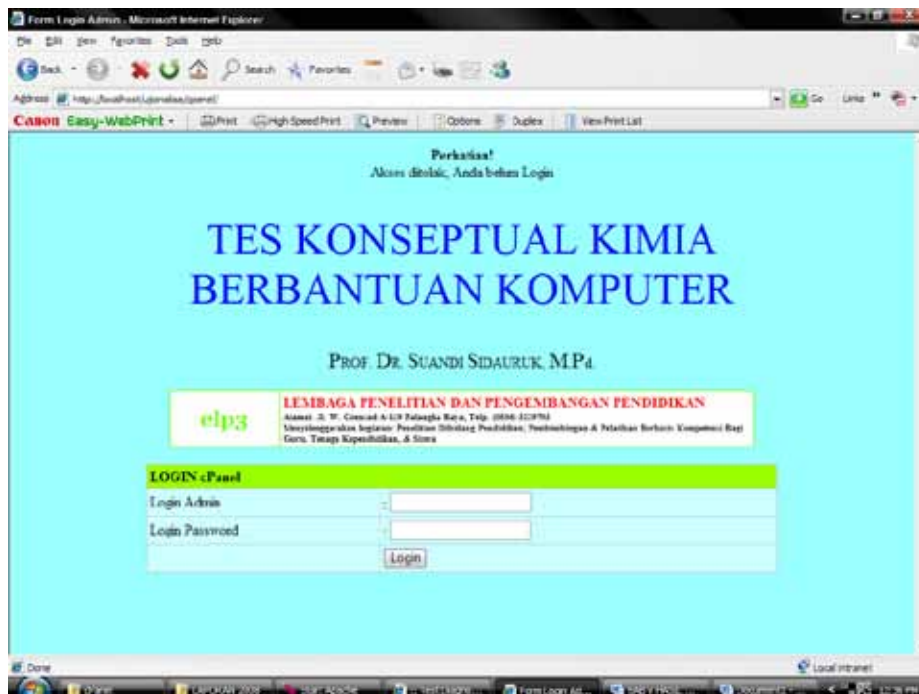
Cara Mengoperasikan Program

Program tes yang dikembangkan dalam penelitian terbagi dalam dua bagian, yaitu program untuk administrator (PA) dan program tes untuk siswa (PS).

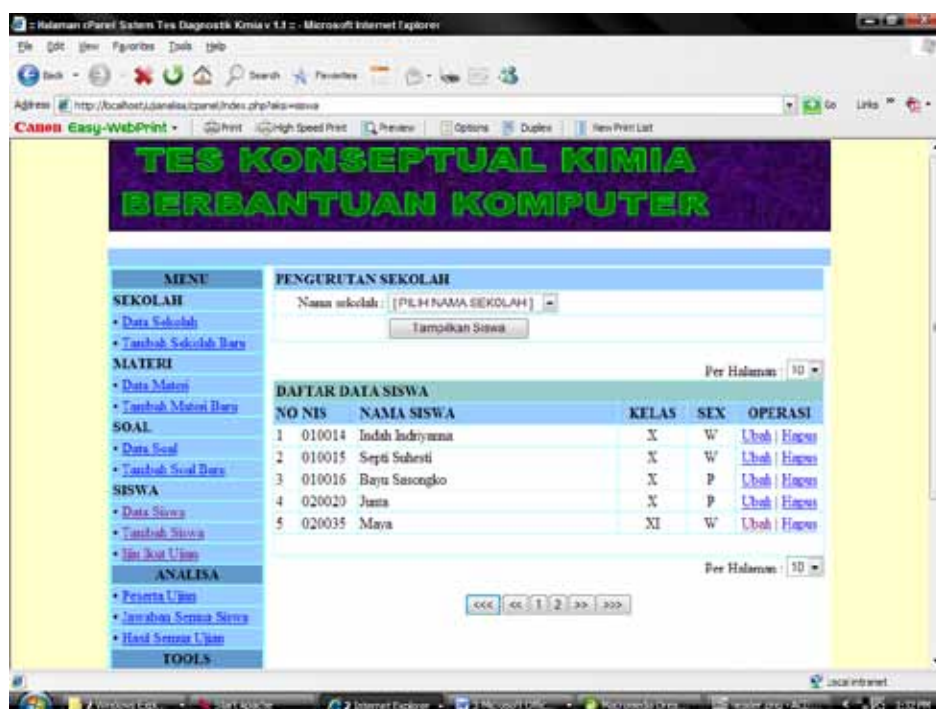
Seluruh butir soal termasuk kategori mudah-sulit butir soal yang telah dikembangkan diketik ke PA. Selanjutnya, identitas peserta tes (jenis kelamin, kelas, sekolah, jumlah pokok bahasan, serta jumlah butir soal pada setiap pokok bahasan) juga diketik ke PA.

Oleh karena itu, PA adalah tempat administrator untuk memasukkan data peserta ujian dan menambahkan soal. Melalui program ini guru atau pengambil kebijakan dapat mengetahui identitas peserta tes, identitas soal, dan pola jawaban siswa pada setiap butir soal, serta skor setiap peserta tes. Fasilitas lain yang tersedia adalah pengguna program dapat mengatur jumlah butir soal setiap kali diakses peserta tes serta waktu mengerjakan.

Berikut ini disajikan tampilan Program Tes Konseptual Stoikiometri Berbantuan Komputer yang telah dikembangkan:



Gambar 2. Halaman login administrator



Gambar 3. Data peserta tes

TES KONSEPTUAL KIMIA BERBANTUAN KOMPUTER

MENU

- SEKOLAH
 - Data Sekolah
 - Tambah Sekolah Baru
- MATERI
 - Data Materi
 - Tambah Materi Baru
- SOAL
 - Data Soal
 - Tambah Soal Baru
- SISWA
 - Data Siswa
 - Tambah Siswa
 - Hasil Ujian
- ANALISA
 - Peserta Ujian
 - Hasil Semua Siswa
 - Hasil Semua Ujian

PENGURUTAN MATERI

Nama: [PILIH NAMA MATERI]

Materi: [PILIH NAMA MATERI]

Tampilkan Soal

Per Halaman: 5

DAFTAR SOAL

| NO | NAMA SOAL | KUNCI | LEVEL | OPERASI |
|----|---|-------|--------|--------------|
| 1 | Pada reaksi $a \text{KClO}_3(\text{g}) + b \text{Cl}(\text{g}) \rightarrow c \text{KCl}(\text{g}) + d \text{CO}_2(\text{g})$. Agar reaksi ini setara, maka harga koefisien reaksi $a, b, c,$ dan d masing-masing adalah [Show] | C | MUDAH | Ubah Hapus |
| 2 | Reaksi antara gas A_2 dengan gas B_2 menghasilkan AB_2 . Persamaan reaksinya adalah $x \text{A}_2(\text{g}) + y \text{B}_2(\text{g}) \rightarrow z \text{AB}_2(\text{g})$. Bilangan yang tepat untuk $x, y,$ dan z berturut-turut adalah [Show] | B | SEDANG | Ubah Hapus |
| 3 | Reaksi 1 mol logam magnesium dengan asam klorida menghasilkan magnesium klorida dan gas hidrogen. Jika reaksi berjalan sempurna, pernyataan yang benar | B | SEDANG | Ubah Hapus |

Gambar 4. Contoh soal dan identitas soal

TES KONSEPTUAL KIMIA BERBANTUAN KOMPUTER

MENU

- SEKOLAH
 - Data Sekolah
 - Tambah Sekolah Baru
- MATERI
 - Data Materi
 - Tambah Materi Baru
- SOAL
 - Data Soal
 - Tambah Soal Baru
- SISWA
 - Data Siswa
 - Tambah Siswa
 - Hasil Ujian
- ANALISA
 - Peserta Ujian
 - Hasil Semua Siswa
 - Hasil Semua Ujian
- TOOLS

PENGURUTAN SEKOLAH

Nama sekolah: [PILIH NAMA SEKOLAH]

Ubah Sekolah

Per Halaman: 10

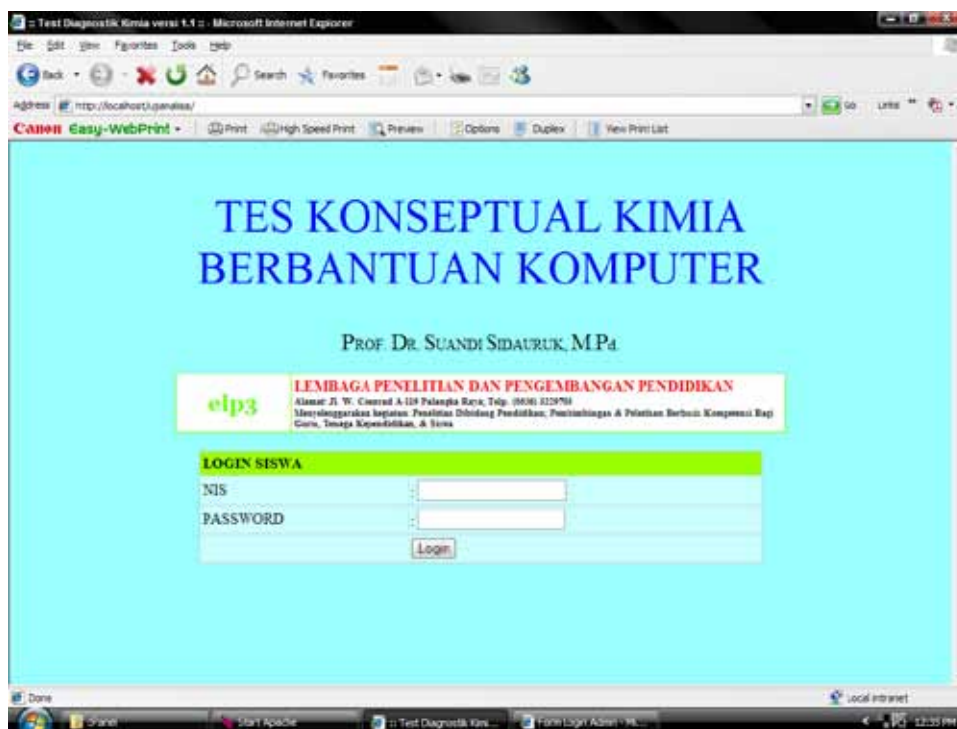
HASIL ANALISA SEMUA SISWA

| NO | KODE SOAL | PESERTA | KUNCI | A | B | C | D | BENAR (%) |
|----|----------------|---------|-------|---|---|---|---|-----------|
| 1 | S0001 [Show] | 4 siswa | C | 0 | 0 | 3 | 1 | 75.00 % |
| 2 | S0002 [Show] | 5 siswa | B | 1 | 4 | 0 | 0 | 80.00 % |
| 3 | S0003 [Show] | 4 siswa | B | 0 | 4 | 0 | 0 | 100.00 % |
| 4 | S0004 [Show] | 2 siswa | D | 0 | 0 | 0 | 2 | 100.00 % |
| 5 | S0005 [Show] | 5 siswa | C | 2 | 2 | 1 | 0 | 20.00 % |
| 6 | S0006 [Show] | 9 siswa | A | 3 | 3 | 2 | 1 | 33.33 % |
| 7 | S0007 [Show] | 7 siswa | D | 2 | 0 | 1 | 4 | 57.14 % |
| 8 | S0008 [Show] | 7 siswa | A | 1 | 0 | 1 | 5 | 14.29 % |
| 9 | S0009 [Show] | 5 siswa | C | 1 | 0 | 3 | 1 | 60.00 % |
| 10 | S0010 [Show] | 2 siswa | A | 1 | 1 | 0 | 0 | 50.00 % |

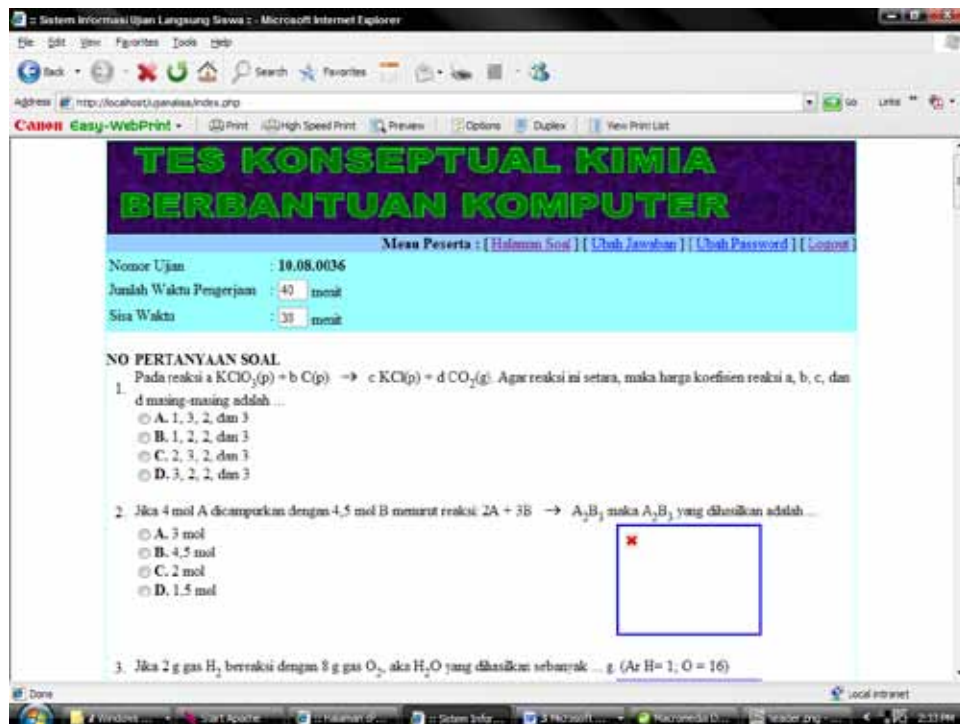
Per Halaman: 10

Gambar 5. Pola jawaban peserta tes

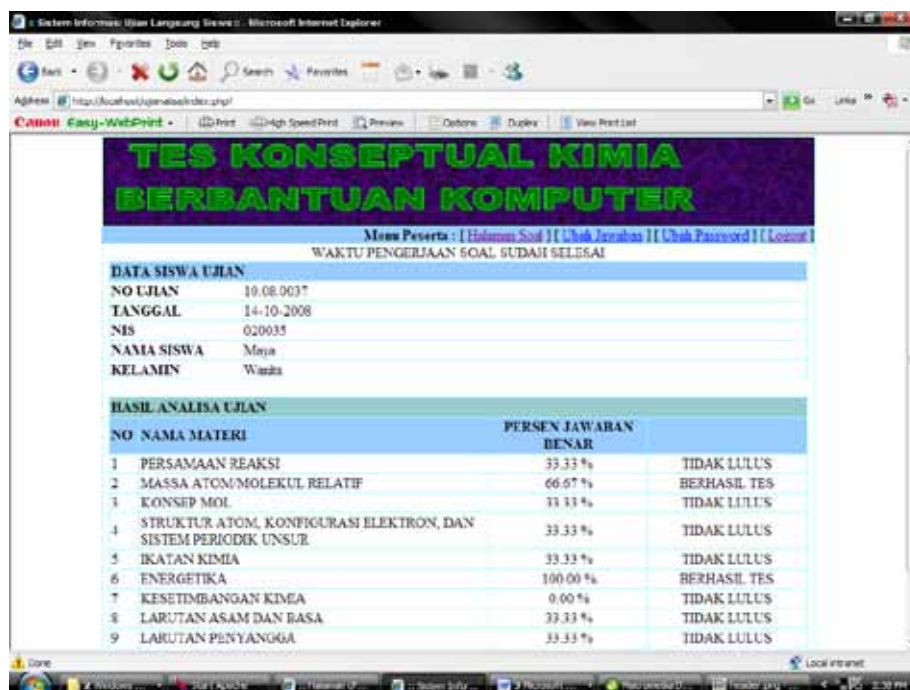
Setelah informasi terkait dengan pelaksanaan tes telah dimasukkan dalam PA, maka peserta tes dapat mengakses program TKS berbantuan komputer untuk mengerjakan soal yang telah disediakan dalam PA. Untuk login, peserta tes harus memasukkan nama serta *password* yang telah *disetting* oleh administrator pada PA. Artinya, setiap kali peserta tes didaftarkan dalam PA, administrator harus membuat *password* dan diserahkan kepada peserta tes. Setelah login, langsung tampil butir soal yang akan dikerjakan peserta tes. Pada akhir tes, peserta tes mendapat informasi tentang skor total dan skor pada setiap pokok bahasan, serta informasi lulus atau tidak lulus pada setiap pokok bahasan. Berikut ini disajikan beberapa gambar untuk PS.



Gambar 6. Halaman login peserta tes



Gambar 6. Waktu mengerjakan, jumlah butir soal, dan butir soal



Gambar 7. Informasi hasil tes peserta tes

· **Pembahasan**

Pada penelitian ini dikembangkan tes konseptual stoikiometri (TKS) untuk mendiagnosis kesalahan konsep siswa tentang stoikiometri. Pemberian tes untuk diagnosis biasanya melibatkan jumlah peserta tes yang banyak, sehingga tes dengan soal bentuk pilihan ganda tepat digunakan untuk efisiensi. Pada penelitian ini digunakan tes dengan soal bentuk pilihan ganda disertai pilihan alasan. Pemilihan bentuk soal ini sesuai dengan saran Treagust (Zeilik, 1998) yang menyatakan soal dengan pertanyaan dua tahap (*two-tier question*) dapat digunakan sebagai pengganti wawancara untuk mendiagnosis pemahaman siswa, tahap pertama peserta tes memilih jawaban dan tahap kedua peserta tes menulis alasan.

Selanjutnya, Zeilik (1998) menyatakan tujuan pemberian tes diagnostik terutama untuk menilai pemahaman konseptual siswa terhadap suatu topik tertentu, khususnya untuk topik yang cenderung dipahami secara salah oleh siswa. Oleh karena itu, ketepatan cakupan konsep stoikiometri (kesahihan tampak), kesesuaian pernyataan pengetahuan proposisional stoikiometri (P2K) dengan cakupan konsep, kesesuaian butir soal dengan P2K, dan kesejajaran butir soal (kesahihan isi atau *content representation*) menjadi fokus pada pengembangan TKS. Semua penilaian ini dilakukan oleh pakar kimia (pendidikan dan murni) dan guru kimia. Keragaman para penilai ini dilakukan untuk memperoleh ketepatan penilaian yang tinggi.

Pada tahap awal pengembangan cakupan konsep stoikiometri diperoleh tiga subkonsep. Selanjutnya, berdasarkan ketiga subkonsep ini dikembangkan 15 P2K. Rerata skor tingkat kesesuaian P2K dengan subkonsep memiliki rentang 1,3-1,9. Rentang skor ini masuk dalam kategori “sesuai”.

Rerata skor tingkat kesesuaian butir soal dengan P2S memiliki rentang 0,85 – 0,96. Rentang skor ini masuk kategori “butir soal mengukur P2S yang sesuai”. Hasil ini dapat dijelaskan dengan: (1) proses validasi ini sama dengan proses perumusan tujuan pembelajaran umum (TPU) menjadi tujuan pembelajaran khusus (TPK) dan butir soal yang biasa dilakukan oleh guru.(pakar), serta (2)

kata kunci –persamaan reaksi, massa atom/molekul relatif, dan mol-- pada setiap P2S dan butir soal cukup jelas merujuk pada satu subkonsep yang sesuai.

Tingkat kesejajaran butir soal diuji menggunakan analisis MDS dengan solusi dimensi-2, dimensi-3, dimensi-4, dan dimensi-5. Hasil perhitungan diperoleh harga Stress cenderung turun dan harga RSQ cenderung naik untuk solusi dimensi-rendah ke dimensi-tinggi. Hasil ini menjelaskan orientasi butir soal sesuai dengan model yang dikembangkan, yaitu butir soal menggabungkan dalam tiga kelompok subkonsep.

Interpretasi terhadap gambar hasil konfigurasi MDS menunjukkan pada solusi dimensi-2, orientasi butir soal menggabung menjadi tiga kelompok dan penggabungan butir soal ini berdasarkan subkonsep. Pada solusi yang lebih tinggi terjadi perubahan orientasi butir soal. Perubahan ini didasarkan atas karakteristik butir soal, yaitu: (1) butir soal yang melibatkan angka, rumus, dan perhitungan sederhana (butir soal m7, m8, o41, o45, b47, dan b48), serta (2) butir soal yang tidak melibatkan angka, rumus, dan perhitungan (butir soal b20, b21, c38, dan d39).

Data di atas menjelaskan pengelompokan butir soal terutama didasarkan atas subkonsep atau tingkat kesejajaran antar-butir soal cukup baik. Dimensi lain yang dipertimbangkan oleh para penilai untuk menentukan tingkat kesejajaran butir soal adalah karakteristik butir soal, yaitu tradisional (dapat diselesaikan menggunakan pengetahuan prosedural, *algorithmic-dependent*) atau konseptual (dapat diselesaikan menggunakan pengetahuan deklaratif).

Indeks tingkat kesukaran (rentang 0,31 – 0,68) dan indeks daya beda (rentang 0,27 – 0,63) butir soal masuk dalam kategori ideal. Indeks koefisien α Cronbach sebesar 0,923. Besar indeks ini menjelaskan TKS yang dikembangkan memiliki konsistensi internal cukup baik. Sebagai perbandingan, Odom & Barrow (1995) mengembangkan tes diagnostik biologi untuk mengetahui pemahaman siswa terhadap difusi dan osmosis. Panjang soal yang dikembangkan 12 butir soal dan melibatkan 240 siswa. Indeks tingkat kesukaran dan indeks daya beda butir soal memiliki rentang berturut-turut sebesar 0,20 – 0,69 dan 0,20 – 0,99. Indeks koefisien keandalan (belah dua) tes sebesar 0,74.

Indeks koefisien keandalan ini lebih rendah dari indeks koefisien α TKS karena (1) soal TKS empat kali lebih panjang dan (2) pada ujicoba TKS, jumlah siswa (571 siswa) yang terlibat lebih banyak dan berasal dari siswa kelas 2 dan kelas 3. Kehoe (1995) membuktikan jika panjang soal 25 ditambah menjadi 50 butir soal, maka indeks koefisien keandalan tes naik dari 0,697 menjadi 0,821. Artinya, menambah butir soal dapat meningkatkan indeks koefisien keandalan tes. Menurut Allen & Yen (1979) perbedaan keandalan suatu tes dapat disebabkan oleh karakteristik peserta ujian. Varians skor uji coba TKS sebesar 119,2 (skor minimum = 4; maksimum = 46), data ini menjelaskan kemampuan siswa subjek ujicoba cukup heterogen. Kerlinger (1990) menyimpulkan makin heterogen peserta ujian, maka makin besar koefisien keandalan tes.

Selain itu, besar indeks koefisien keandalan TKS juga dapat dijelaskan melalui indeks daya beda. Daya beda butir soal adalah kemampuan butir soal tersebut membedakan kemampuan peserta ujian. Oleh karena itu, indeks daya beda dipengaruhi oleh varians peserta ujian, makin besar varians peserta ujian dapat menyebabkan indeks daya beda butir soal makin besar. Uraian ini mendukung pernyataan *the higher the average D indices on the test, the more reliable the test as a whole will be* (Interpreting Item Analysis).

Selanjutnya, pemberian TKS mampu mengidentifikasi miskonsepsi stoikiometri yang dimiliki siswa, dan hasil identifikasi ini mendukung kesimpulan beberapa penelitian miskonsepsi stoikiometri terdahulu. Beberapa dari penelitian terdahulu ini menggunakan wawancara dan tes dengan soal bentuk isian untuk menelusuri miskonsepsi stoikiometri. Artinya, TKS dengan soal bentuk pilihan ganda disertai pilihan alasan yang dikembangkan dalam penelitian ini, dapat diperbandingkan hasilnya dengan tes bentuk lain untuk menelusuri miskonsepsi stoikiometri.

• **Keterbatasan Penelitian**

Cakupan stoikiometri yang dikembangkan dalam penelitian ini berdasarkan penilaian guru kimia. Hal ini dilakukan agar asumsi materi stoikiometri yang diteliti telah dipelajari oleh siswa yang menjadi subjek penelitian terpenuhi. Oleh

karena itu, keluasan cakupan stoikiometri ini dapat berbeda jika subjek penelitian juga berbeda.

Pada pengembangan TKS, para penilai melakukan penilaian sebanyak 48 x 48 kali untuk menilai kesejajaran butir soal. Akibatnya, guru menjadi kurang cermat memberikan penilaian, sehingga karakteristik soal menjadi pertimbangan kesejajaran butir soal. Selain itu, pada uji coba TKS diberikan soal bentuk pilihan ganda disertai alasan terbuka. Sebagian besar siswa mengerjakan soal ini dengan strategi menjawab soal terlebih dahulu, baru sisa waktu yang ada digunakan untuk mengerjakan alasan. Akibatnya, soal-soal terakhir tidak dikerjakan siswa karena keterbatasan waktu. Untuk mengatasi kendala tersebut, pemberian kuesioner kesejajaran butir soal dan pemberian tes pada siswa dilakukan secara bertahap, misalnya berdasarkan subkonsep.

SIMPULAN DAN SARAN

· Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat dibuat beberapa kesimpulan penelitian, yaitu:

- a. Tes Konseptual Stoikiometri (TKS) yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki validitas konstruk cukup baik, dan indikator kualitas tes lainnya juga masuk dalam kategori baik.
- b. Program TKS Berbantuan Komputer yang dikembangkan mudah dioperasikan oleh para administrator dan siswa. Secara teknis, program ini dapat memenuhi beberapa persyaratan pelaksanaan tes berbantuan komputer, antara lain: pengaturan pembatasan waktu pelaksanaan tes oleh administrator, pengaturan jumlah soal yang dapat diakses peserta tes, setiap kali diakses butir soal yang tampil bersifat acak.
- c. Program ini dapat merekam seluruh pola jawaban peserta tes pada setiap butir soal yang diakses, maka secara periodik dapat dilakukan analisis terhadap kualitas butir soal, sekaligus untuk mengetahui ketercapaian cakupan konsep yang ditetapkan dalam kurikulum.

- d. Informasi pola jawaban ini juga dapat digunakan sebagai data untuk merancang strategi pembelajaran pada setiap topik yang sulit dipahami oleh siswa.

· **Saran**

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian ini, maka dapat dirumuskan beberapa saran kepada berbagai pihak, seperti pengambil kebijakan, sekolah, dan siswa, yaitu:

1. Pengambil kebijakan:

- a. Program ini dapat memberikan informasi tentang tingkat pemahaman dan pola jawaban siswa secara cepat dan akurat, sehingga dapat membantu pengambil kebijakan memetakan tingkat pemahaman siswa secara nasional.
- b. Hasil dari pemetaan ini dapat dijadikan sebagai dasar pengembangan soal-soal Ujian Nasional agar lebih adil berdasarkan kondisi setiap daerah.
- c. Informasi tentang tingkat pemahaman dan pola jawaban siswa dapat dijadikan sebagai bahan untuk mengembangkan program remedial untuk mengatasi kesulitan siswa.

2. Guru:

Guru dapat secara periodik dapat mengetahui perkembangan tingkat pemahaman siswa terhadap materi pelajaran yang diajarkan. Selain itu, guru juga harus terus menerus meningkatkan kemampuan mengembangkan butir soal, agar soal yang diujikan memenuhi standar kualitas.

3. Siswa:

Ulangan dapat memotivasi siswa untuk belajar, program ini dapat digunakan siswa setiap saat untuk mengetahui tingkat kemampuannya.

4. Sekolah:

- a. Setiap sekolah dapat mengembangkan bang soal yang berkualitas dan sesuai dengan kondisi siswa.
- b. Komputer di sekolah dapat difungsikan secara maksimal dalam upaya perbaikan pembelajaran dan hasil belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, MJ & Yen, WM. (1979). *Introduction to Measurement Theory*. California; Brooks Publ.
- Bretz, S. L. (2001). Novak's theory of education: Human constructivism and meaningful learning [Versi elektronik]. *Journal of Chemical Education*. 78. 1107.
- Bretz, S. L. (2001). Novak's theory of education: Human constructivism and meaningful learning [Versi elektronik]. *Journal of Chemical Education*. 78. 1107.
- Carter, C. & Brikhouse, N. W. (1989). What makes chemistry difficult? Alternate perceptions. *Journal of Chemical Education*. 66(3); 223-225.
- Funk, J. H., Fiel, R.L., & Okey, J.R., et al. (1985). *Learning science process skills*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publ. Co.
- Herron, J. D. & Greenbowe, T. J. (1986). What can we do about Sue: A case study of competence. *Journal of Chemical Education*, 63(6), 528-531.
- Kerlinger, F. N. (1990). *Azas-azas penelitian behavioral* (Terjemahan Landung R. Simatupang dan H.J. Koesoemanto). Yog: Gadjah Mada University Press. (Buku asli diterbitkan tahun 1964).
- Mei Hung Chiu (2001). Algorithmic problem solving and conceptual understanding of chemistry by students at a local high school in Taiwan. Diambil pada tanggal 23 Oktober 2002, dari www.nr.stic.gov.tw/ejournal/ProceedingD/v11n1/20-38.pdf
- Mulford, D.R. (1996). An inventory for measuring college students' level of misconceptions in first semester chemistry. Diambil pada tanggal 23 Mei 2003, dari <http://faculty.pepperdine.edu/dmulford/default.htm>.
- Muth, R. & Guzman, N. (2001). Conceptions and misconceptions in the undergraduate science curriculum. Diambil pada tanggal 23 Mei 2003 dari <http://web.uccs.edu/bgaddis/leadership/topicfocus1D1.htm>
- Naga, D.S. (1992). *Pengantar Teori Sekor*. Jakarta; Besbats.
- Nurerebern, S.C., & Pickering, M.. (1987). Concept learning versus problem solving is there a difference?. *Journal of Chemical Education*. 64(6), 508-510.
- Oller, J. W., Jr. (1979). *Language tests at school*. London: Longman Group Limited
- Paul Suparno (1997). *Filsafat konstruktivisme dalam pendidikan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Sawrey, B.A. (1990). Concept learning vs problem solving. *Journal of Chemical Educ.* 67(3), 253-254.
- Sidauruk, Suandi (2005). *Miskonsepsi stoikiometri siswa SMA* (Disertasi). Yogyakarta. PPs UNY.