

**PENGARUH MODEL *HANDS-ON ACTIVITY* (HOA) PADA
PEMBELAJARAN KESETIMBANGAN KIMIA
TERHADAP KETERAMPILAN *SYSTEM THINKING*
PESERTA DIDIK SMA
SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Diajukan Oleh:
SITI RAHMAWATI
NIM. 2008076084

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

**PENGARUH MODEL *HANDS-ON ACTIVITY* (HOA) PADA
PEMBELAJARAN KESETIMBANGAN KIMIA
TERHADAP KETERAMPILAN *SYSTEM THINKING*
PESERTA DIDIK SMA
SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Diajukan Oleh:
SITI RAHMAWATI
NIM. 2008076084

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Rahmawati
NIM : 2008076084
Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

Pengaruh Model *Hands-on Activity* (HOA) Pada Pembelajaran Kesetimbangan Kimia Terhadap Keterampilan *System Thinking* Peserta Didik SMA

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 15 September 2024

Pembuat Pernyataan,



Siti Rahmawati
NIM. 2008076084



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengaruh Model *Hands-on Activity* (HOA) Pada Pembelajaran Keseimbangan Kimia Terhadap Keterampilan *System Thinking* Peserta Didik SMA

Nama : Siti Rahmawati
NIM : 2008076084
Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 21/10/2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd
NIP.198507202019031007
Penguji III,

Apriliana Brastisianti, M.Pd
NIP.198504292019032013
Pembimbing I,

Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd
NIP.198507202019031007

Penguji II,

Teguh Wibowo, M.Pd
NIP.198611102019031011
Penguji IV,

Julia Mardhiya, M.Pd
NIP.199310202019032014
Pembimbing II,

Teguh Wibowo, M.Pd
NIP.198611102019031011

NOTA DINAS

Semarang, 16 Agustus 2024

Yth. Ketua Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengaruh Model *Hands-on Activity* (HOA) Pada Pembelajaran
Keseimbangan Kimia Terhadap Keterampilan *System Thinking*
Peserta Didik SMA
Nama : Siti Rahmawati
NIM : 2008076084
Program Studi : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing I



Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd
NIP. 198507202019031007

NOTA DINAS

Semarang, 16 Agustus 2024

Yth. Ketua Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengaruh Model *Hands-on Activity* (HOA) Pada Pembelajaran Kesetimbangan Kimia Terhadap Keterampilan *System Thinking* Peserta Didik SMA
Nama : Siti Rahmawati
NIM : 2008076084
Program Studi : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing II



Teguh Wibowo, M.Pd
NIP. 198611102019031011

ABSTRAK

Kegiatan pembelajaran yang belum melibatkan peserta didik dalam proses belajar menyebabkan keterampilan *system thinking* peserta didik kurang berkembang. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh model *Hands-on Activity* terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Jenis penelitian ini adalah *quasi experiment* dengan rancangan *Non Equivalent Control Group Design*. Sampel penelitian terdiri dari kelas XI-A5 dan kelas XI-A6 SMAN 15 Semarang yang diambil menggunakan teknik *purposive sampling*. Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji *Mann-Whitney U* dengan nilai *Asymp.Sig. (2-tailed)* sebesar 0,012. Berdasarkan dasar pengambilan keputusan pada uji *Mann-Whitney U*, jika nilai *Asymp.Sig. (2-tailed)* lebih kecil dari taraf signifikansi (0,05) maka H_a diterima dan H_o ditolak. Kemudian berdasarkan uji *effect size* yang dilakukan pada penelitian ini dihasilkan nilai sebesar 0,536 yang menunjukkan tingkat pengaruh kategori sedang.

Kata kunci: *Hands-on Activity, kesetimbangan kimia, system thinking*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, taufik, dan inayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “pengaruh model *Hands-on Activity* (HOA) pada materi kesetimbangan kimia terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik SMA” ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah limpahkan ke hadirat beliau Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya. Semoga kelak mendapatkan *syafaat* atau pertolongan di hari pembalasan amal nanti.

Pada kesempatan kali ini, perkenankanlah penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag sebagai Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. Musahadi, M.Ag sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Wirda Udaibah, S.Si., M.Si sebagai Ketua Jurusan Kimia/Ketua Program Studi Pendidikan Kimia.
4. Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd dan Teguh Wibowo, M.Pd sebagai Dosen Pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan pengarahan, bimbingan, dan kesabarannya dalam penyusunan skripsi ini
5. Resi Pratiwi, M.Pd sebagai dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan nasihat kepada penulis.
6. Segenap dosen, pegawai serta *civitas* akademisi lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang

telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.

7. Desiana Heryani S.Pd sebagai guru mata pelajaran kimia SMAN 15 Semarang yang telah memberikan kesempatan, waktu, dan arahan selama penelitian di sekolah.
8. Kedua orang tua, Iwan Setiawan dan Tutun Tuniasih yang selalu sabar dalam membesarkan dan mendidik serta memberikan kasih sayangnya. Terimakasih untuk semangat, kepercayaan, dan doa tulus yang tiada henti untuk penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan studi di Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang.
9. Peserta didik kelas XI-A2, XI-A5, dan XI-A6 SMAN 15 Semarang yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.
10. Teman-teman dari Pendidikan Kimia angkatan 2020 dan keluarga besar PK-D yang selalu memberikan semangat dan tempat bertukar pikiran selama penyusunan skripsi.
11. Teman-teman dari asisten Laboratorium Kimia yang selalu memberikan semangat dan dukungan, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi.
12. Seluruh murid les baik *offline* maupun *online* yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
13. Semua pihak yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis tidak dapat memberikan balasan apa-apa selain ucapan terimakasih dan iringan doa semoga Allah SWT membalas setiap kebaikan yang telah diberikan. *Aamiin Ya Robbal'Alamiin.*

Wassalamu'alaikum Wb. Wb

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Batasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Manfaat Penelitian.....	9
BAB II LANDASAN TEORI.....	11
A. Kajian Teori.....	11
B. Kajian Penelitian yang Relevan	31
C. Kerangka Berpikir	32
D. Hipotesis Penelitian.....	33
BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Pendekatan Penelitian	34
B. Waktu dan Tempat Penelitian	35

C. Populasi dan Sampel Penelitian	35
D. Definisi Operasional Variabel	36
E. Teknik Pengumpulan Data	36
F. Uji Coba instrumen	38
G. Analisis Data	42
H. Analisis Keterampilan <i>System Thinking</i>	46
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	47
A. Deskripsi Penelitian.....	47
B. Hasil Uji Hipotesis	52
C. Pembahasan	58
D. Keterbatasan Penelitian	83
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	84
A. Simpulan.....	84
B. Implikasi.....	84
C. Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN.....	93
RIWAYAT HIDUP	229

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kerangka Berpikir	32
Gambar 4.1	Cakupan isi Power Point perhitungan kesetimbangan	66
Gambar 4.2	Jawaban pretest indikator pertama	74
Gambar 4.3	Jawaban posttest indikator pertama	74
Gambar 4.4	Jawaban posttest indikator ke-2	75
Gambar 4.5	Jawaban pretest indikator ke-3	77
Gambar 4.6	Jawaban posttest indikator ke-3	77
Gambar 4.7	Jawaban pretest indikator ke-4	78
Gambar 4.8	Jawaban posttest indikator ke-4	78
Gambar 4.9	Jawaban posttest indikator ke-5	79
Gambar 4.10	Jawaban peserta didik indikator ke-6	80
Gambar 4.11	Jawaban pretest indikator ke-7	81
Gambar 4.12	Jawaban posttest indikator ke-7	81
Gambar 4.13	Jawaban peserta didik indikator ke-8	82

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Sintaks dalam Pelaksanaan Model <i>Hands-on Activity</i>	18
Tabel 2.2	Indikator System Thinking	29
Tabel 3.1	Rancangan Non Equivalent Control Group Design	34
Tabel 3.2	Interpretasi Reliabilitas	40
Tabel 3.3	Kriteria Indeks Kesukaran Butir Soal	41
Tabel 3.4	Interpretasi Daya Pembeda Soal	42
Tabel 3.5	Interpretasi Effect Size	45
Tabel 3.6	Kategori keterampilan system thinking	46
Tabel 4.1	Hasil Validasi Instrumen Keterampilan System Thinking	49
Tabel 4.2	Hasil Analisis Reliabilitas Instrumen Tes Keterampilan System Thinking	50
Tabel 4.3	Hasil Analisis Data Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Keterampilan System Thinking	51
Tabel 4.4	Hasil Analisis Daya Beda Instrumen Keterampilan System Thinking	52
Tabel 4.5	Hasil Uji Normalitas	53
Tabel 4.6	Hasil Uji Homogenitas	54
Tabel 4.7	Hasil Uji Mann-Whitney U	55
Tabel 4.8	Hasil Uji Effect Size	56
Tabel 4.9	Hasil Analisis Keterampilan System Thinking	56
Tabel 4.10	Cakupan Persentase Indikator System Thinking	57
Tabel 4.11	Cakupan Level Keterampilan System Thinking Peserta Didik	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Kisi-Kisi Instrumen Tes Keterampilan System Thinking	94
Lampiran 3	Rubrik dan Pedoman Penskoran	100
Lampiran 4	Modul Ajar Kelas Eksperimen	102
Lampiran 5	Instrumen Soal Uji Coba, Pretest, dan Posttest	154
Lampiran 6	Lembar Kerja Peserta Didik	160
Lampiran 7	Hasil Validasi Instrumen Tes Keterampilan System Thinking oleh Ahli Materi	183
Lampiran 8	Hasil Validasi Konstrak Instrumen Tes Keterampilan System Thinking	184
Lampiran 9	Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Keterampilan System Thinking	184
Lampiran 10	Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Keterampilan System Thinking	184
Lampiran 11	Hasil Analisis Daya Beda Instrumen Tes Keterampilan System Thinking	185
Lampiran 12	Hasil Uji Normalitas	186
Lampiran 13	Hasil Uji Mann-Whitney U	186
Lampiran 14	Hasil Uji Homgenitas	186
Lampiran 15	Hasil Pretest Kelas Eksperimen	187
Lampiran 16	Hasil Posttest Kelas Eksperimen	188
Lampiran 17	Hasil Pretest Kelas Kontrol	189
Lampiran 18	Hasil Posttest Kelas Kontrol	190
Lampiran 19	Hasil Uji Effect Size	194
Lampiran 20	Hasil Uji Coba Instrumen Keterampilan System Thinking	195
Lampiran 21	Dokumentasi Jawaban Pretest dan Posttest	202

Lampiran 22	Dokumentasi Jawaban Uji Coba Instrumen Tes Keterampilan System Thinking	202
Lampiran 23	Dokumentasi Jawaban LKPD	206
Lampiran 24	Surat Permohonan Izin Riset	222
Lampiran 25	Kegiatan Pembelajaran	225

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan termasuk bagian terencana dari proses pembelajaran dan pembimbingan setiap individu. Pendidikan berperan penting dalam mendorong pembentukan sikap dan karakter yang kuat dan tangguh dalam menentukan kemajuan dan kemunduran suatu negara. Pendidikan memiliki tujuan membentuk kepribadian peserta didik agar menjadi insan/pribadi yang bertanggung jawab, kaya ilmu, mandiri, kreatif, inovatif, dan berperilaku baik kepada sesama (Ilma, 2015).

Pendidikan juga sangat penting dalam memberikan peluang dengan optimal kepada peserta didik supaya dapat *upgrade* kepribadian dengan baik. Peluang ini tidak dapat dicapai tanpa peran pengajar maupun peserta didik dalam proses belajar dan mengajar. Agar tujuan belajar dan mengajar dalam proses pendidikan tercapai, pengajar harus memahami strategi dan media pembelajaran dengan baik (Cania, 2019). Sebab, keberhasilan suatu pendidikan bagi manusia dilihat dari berlangsungnya kegiatan pembelajaran yang berkaitan dengan perkembangan *skill* dan keterampilan seseorang (Casnan et al., 2022).

Pembelajaran yang efektif mampu mengarahkan peserta didik untuk memahami materi secara komprehensif terhadap topik yang dijelaskan pengajar, sehingga peserta didik dapat memahami materi serta memiliki motivasi untuk menguasai materi tersebut dengan mudah (Prameswari & Hakim, 2021). Jika proses pembelajaran tidak berjalan sesuai tujuan dan pengajar banyak menyampaikan metode pembelajaran satu arah saja, maka akan berdampak terhadap daya nalar peserta didik dalam mengaplikasikan materi pembelajaran di kehidupan nyata (Wulandari et al., 2014).

Daya nalar dapat ditingkatkan melalui *system thinking* dengan mengatur cara berpikir yang bermakna dan menciptakan pemikiran yang interdisipliner dengan menghubungkan berbagai permasalahan yang awalnya tidak berkorelasi menjadi saling berkorelasi (Clark et al., 2017). Cara berpikir yang bermakna dan pemikiran interdisipliner dalam *system thinking* memberikan peluang untuk terhubung dengan daya nalar awal peserta didik, terhubung dengan motivasi dan keinginan peserta didik serta menciptakan hubungan antar konsep (Pazicni & Flynn, 2019).

System thinking dapat memengaruhi hasil belajar karena mampu berkontribusi dalam meningkatkan daya nalar peserta didik dari sistem yang terus berkelanjutan.

Penerapan *system thinking* dalam pendidikan sangat diperlukan. Sistem pembelajaran di sekolah yang masih berfokus pada penyampaian informasi yang kurang keterbukaan, membatasi pada interkoneksi dan dinamika proses yang sistemik (Johariah et al., 2023). Namun dalam implementasinya, *system thinking* belum banyak dioptimalkan di dunia pendidikan.

Gilissen et al. (2017) dalam penelitiannya menyatakan integrasi pemikiran di dunia pendidikan masih terbatas, meskipun telah dicatat sebagai sesuatu yang penting dalam mengembangkan berpikir tingkat tinggi. Penelitian Johariah et al. (2023) juga menunjukkan bahwa hampir 70% sebagian pengajar telah mengetahui maksud dan makna dari *system thinking*, namun hanya 20% dari 70% tersebut yang telah memahami implementasi dan perangkat penilaian dalam keterampilan *system thinking* peserta didik.

Fakta tersebut selaras dengan wawancara yang telah dilakukan kepada peserta didik kelas XI di mana mayoritas peserta didik banyak mengalami kendala dalam melaksanakan proses belajar dan mengajar kimia di dalam kelas.

Peserta didik seringkali mendapati cara mengajar pengajar yang tidak interaktif dan tendensi membosankan, kurangnya media yang digunakan, kurang memberikan

contoh konkrit terhadap materi yang sedang dijelaskan, kurangnya melakukan pembelajaran di luar kelas seperti di laboratorium, peserta didik jarang dilibatkan dalam memahami hubungan konsep satu dengan konsep lainnya. Dampaknya peserta didik sering merasa bingung pada saat ujian berlangsung dikarenakan tidak mampu berpikir secara sistem dan interdisipliner akibat daya nalar yang masih rendah.

System thinking sangat diperlukan peserta didik dalam pembelajaran kimia. Materi kimia banyak mengandung konsep abstrak yang menjadi dasar dalam mempelajari konsep kimia selanjutnya. Pemahaman konsep dasar yang kurang akan menyulitkan peserta didik memahami konsep selanjutnya. Sifat abstrak materi kimia, diikuti dengan penyebab kesulitan lain seperti aspek matematis kimia, menjadikan ilmu ini sebagai ilmu yang membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Basyiroh et al., 2022).

Topik kimia yang kerap dikategorikan sebagai topik yang sulit dan bersifat transendental adalah kesetimbangan kimia. Topik ini menuntut peserta didik dalam mengaplikasikan pemikiran secara matematis dan berpikir secara terstruktur (Adawiyah et al., 2017). Kesulitan peserta didik dalam materi kesetimbangan dapat dilihat juga pada rerata nilai ujian peserta didik masih tergolong rendah salah

satunya di SMAN 15 Semarang. Sebuah alternatif potensial yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep kesetimbangan kimia adalah dengan didorong untuk mampu mengaitkan satu konsep dalam materi ini dengan konsep lainnya (Hrin et al., 2017).

Keterampilan *system thinking* membantu peserta didik untuk memecahkan permasalahan dengan memahami struktur bertingkat dari berbagai konsep dan hubungan antar konsep tersebut (Gilbert et al., 2019). Nuraeni et al. (2020) menyatakan bahwa *system thinking* dengan indikatornya diklasifikasikan sebagai elemen dari *High Order Thinking Skills* (HOTS) yang berkaitan dengan pengetahuan spesifik konten berkarakter sistem. *System thinking* memiliki peranan penting dalam melihat sudut pandang lain dari berbagai sumber dan hubungan sudut pandang tersebut, maka perlu dipilih model pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan *system thinking*, salah satunya model *Hands-on Activity* (HOA). Model pembelajaran HOA secara eksplisit dapat mengoneksikan satu konsep dengan konsep yang lain (Bhato et al., 2018).

HOA merupakan suatu model dalam pembelajaran yang didalamnya terdapat kegiatan mengikutsertakan peserta didik dalam mengkonstruksi pikiran dan hasil observasi secara mandiri sehingga peserta didik merasa tidak terbebani dan merasa termotivasi selama kegiatan

belajar (Wulandari et al., 2014). Model HOA dirancang dengan memberikan kebebasan kepada peserta didik dalam mencari informasi dengan cara bertanya, melakukan aktivitas, lalu dilanjut dengan memperoleh, menghimpun, menganalisis data serta menarik simpulan akhirnya (Zahara, 2018).

Model HOA membantu peserta didik untuk menghubungkan suatu objek dengan dunia nyata. Tujuannya agar peserta didik termotivasi dalam memahami pentingnya mengimplementasikan pengetahuan yang telah dipelajari dalam kehidupan nyata, sehingga melalui model HOA ini akan meningkatkan keterampilan saintifik dan sosial peserta didik yang pada akhirnya akan membangun keterampilan *system thinking* peserta didik (Zahara, 2018). Model HOA juga menekankan pentingnya pembelajaran yang kontekstual, di mana guru mendorong peserta didik untuk menghubungkan materi yang diajarkan dengan kondisi yang relevan dengan peserta didik. Hal ini akan memungkinkan hasil belajar lebih bermakna dan tidak mudah dilupakan karena peserta didik terlibat langsung dalam kegiatan tersebut dan tidak hanya transfer pengetahuan saja (Kartono, 2010).

Penerapan model HOA dapat memberikan banyak manfaat di antaranya meningkatkan penguasaan materi, pengembangan rasa percaya diri dalam menyelesaikan

masalah, dan kemampuan transfer pengetahuan dan pengalaman ke dalam konteks yang berbeda (Cania, 2019). Model HOA juga memiliki kelebihan yang menjadi pembeda dengan model pembelajaran lainnya menurut Kartono (2010) dan Cania (2019), yaitu membangun relevansi konsep peserta didik dalam memecahkan suatu persoalan, menciptakan pembelajaran yang saling menunjang, menciptakan rasa gembira, dan tidak monoton. Peserta didik banyak berperan dan terlibat dengan banyak bertukar pikiran dengan teman sebaya, meningkatkan daya nalar, meningkatkan cara berpikir dan pengambilan keputusan secara mandiri melalui penemuan langsung serta meningkatkan kecakapan dalam proses sains seperti menafsirkan data dan kegiatan observasi.

Memperhatikan permasalahan yang telah diidentifikasi, maka peneliti memiliki ide untuk meneliti **“Pengaruh Model *Hands-on Activity* (HOA) pada Pembelajaran Kesetimbangan Kimia terhadap Keterampilan *System Thinking* Peserta Didik SMA”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang dideskripsikan, identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Model proses belajar dan mengajar yang kurang interaktif dan monoton.

2. Peserta didik jarang dilibatkan dalam memahami hubungan konsep satu dengan konsep lainnya.
3. Peserta didik kurang mampu mengimplementasikan konsep yang telah dipelajari dalam kehidupan nyata.
4. Kurangnya menghadirkan contoh konkrit terhadap materi yang sedang dijelaskan.
5. Kurangnya melakukan pembelajaran di luar kelas seperti di laboratorium.
6. Kurangnya memanfaatkan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar.

C. Batasan Masalah

Mengacu pada penjabaran permasalahan di atas, penelitian ini akan dibatasi pada permasalahan:

1. Model proses belajar dan mengajar yang kurang interaktif dan tendensi membosankan.
2. Peserta didik jarang dilibatkan dalam memahami interkoneksi konsep satu dengan konsep lainnya.
3. Peserta didik kurang mampu mengimplementasikan konsep materi yang telah dipelajari dalam kehidupan nyata.
4. Kurangnya menghadirkan contoh konkrit terhadap materi yang sedang dijelaskan.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini secara spesifik membahas tentang bagaimana pengaruh model *Hands-on*

Activity terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model *Hands-on Activity* terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

F. Manfaat Penelitian

Hasil rancangan model pembelajaran terintegrasi *Hands-on Activity* untuk memunculkan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Peserta Didik

- a. Memunculkan daya nalar dan cara berpikir peserta didik.
- b. Mengembangkan kreativitas dan inovasi berpikir peserta didik.
- c. Mendorong jiwa sistematis peserta didik.

2. Bagi Pengajar

- a. Konsep dan model *Hands-on Activity* membantu pengajar dalam menjalankan kegiatan belajar mengajar dan mendorong peserta didik dalam membentuk pengetahuan serta pemahaman.
- b. Mendorong pengajar untuk meningkatkan kualitas pendidikan di sekolah.

- c. Meningkatkan kreativitas pengajar dalam memanfaatkan media pembelajaran yang berkaitan dengan kimia.

3. Bagi Peneliti

Sebagai kontribusi peneliti dalam menggagas konsep dan model yang tepat pada pembelajaran kesetimbangan kimia yang merupakan materi dengan keabstrakan tinggi dalam mata pelajaran kimia SMA.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Model Pembelajaran

Hakikatnya, kegiatan belajar mengajar termasuk proses mengatur dan mengorganisasi lingkungan belajar di sekitar peserta didik untuk membantu mengoptimalisasi dan meningkatkan kompetensi belajarnya (Setiawan, 2017). Kegiatan belajar mengajar juga disebut sebagai proses yang membantu dan membimbing peserta didik dalam proses belajar.

Keberhasilan proses pembelajaran sangat bergantung pada tujuan pembelajaran yang konkrit dan terukur. Eksistensi tujuan pembelajaran menyebabkan pengajar memiliki tujuan yang ingin dituju dalam proses belajar mengajar (Setiawan, 2017). Apabila tujuan pembelajaran dirancang dengan konkrit dan terukur, maka prosedur pembelajaran akan lebih terarah. Tujuan pembelajaran yang dikembangkan harus selaras dengan *timeline* waktu, sarana, dan prasarana pembelajaran serta kesiapan peserta didik dan pengajar.

Berdasarkan ruang lingkupnya, tujuan pembelajaran dibagi menjadi dua bagian, meliputi:

- a) Tujuan pembelajaran khusus yang bersifat khas untuk materi tertentu.
- b) Tujuan pembelajaran umum yang sudah ditetapkan dalam silabus Kurikulum Merdeka.

Tujuan khusus yang dirancang oleh pengajar wajib memenuhi beberapa ketentuan, yaitu dapat mengidentifikasi tindakan yang ingin dicapai serta membatasi konteks pengetahuan dan perilaku yang diinginkan secara terukur.

Menetapkan kriteria perubahan perilaku berupa penggambaran standar minimum tingkah laku yang dapat disetujui sebagai hasil yang dituju. Kegiatan belajar mengajar tidak lepas dari berbagai persoalan. Penggolongan permasalahan dalam kegiatan pembelajaran dibagi ke dalam dua jenis, yaitu permasalahan pembelajaran internal dan permasalahan pembelajaran eksternal (Priyayi et al., 2018).

Model pembelajaran adalah kerangka umum yang dapat disesuaikan dengan berbagai situasi lingkungan kelas. Pengajar memiliki kesempatan memilih serta menerapkan model yang tepat, optimal, dan relevan dengan kebutuhan individual peserta didik dan tujuan yang sudah dirancang. Eggen & Kauchak (2012) menyatakan bahwa model pembelajaran menjadi acuan pengajar dalam kegiatan pengajaran di kelas. Hakikatnya, model

pembelajaran termasuk rancangan pembelajaran khas yang diikuti oleh seorang pengajar dari awal sampai akhir pembelajaran. Berdasarkan Joyce & Weil, model pembelajaran termasuk salah satu hal yang dapat disesuaikan untuk berbagai tujuan, di antaranya dalam perencanaan kegiatan belajar mengajar secara jangka panjang dan mengatur pelaksanaannya di kelas (Khoerunnisa & Aqwal, 2020).

Joyce & Weil mengkaji model belajar berdasarkan teori pembelajaran dan menggolongkannya menjadi empat model pembelajaran (Khoerunnisa & Aqwal, 2020). Keempat model pembelajaran tersebut di antaranya:

1. *Information Processing Model*

Model ini didasarkan pada peningkatan kapasitas berpikir agar ranah cipta peserta didik tercipta dan berkembang ketika proses pembelajaran berlangsung. Kapasitas berpikir ini diarahkan pada:

- a) Daya cipta akal peserta didik
- b) Pemikiran interdisipliner peserta didik
- c) Evaluasi dan pengembangan peserta didik
- d) Sosio-emosional peserta didik

2. *Personal Model*

Model ini beorientasi pada pengembangan mental peserta didik dengan lebih banyak memfokuskan ranah rasa terutama emosioanlnya. Model ini mendorong

peserta didik untuk lebih percaya diri sebagai seorang yang memiliki kecakapan cukup terhadap interaksi dengan lingkungannya sehingga memperoleh pola hubungan interpersonal yang terkendali. Model ini biasa dirancang untuk mengedepankan kegiatan pembelajaran yang bersifat umum dan tidak berfokus pada kegiatan pembelajaran yang spesifik.

3. *Social Model*

Model ini mengacu pada proses interaksi antara satu orang dengan orang lain dalam satu komunitas. Model ini memprioritaskan pada pengembangan kecakapan individu peserta didik sehingga para pendidik diharapkan memiliki kreativitas dalam melakukan pendekatan mengajar agar mampu memecahkan permasalahan dalam proses belajar. Hal ini agar dapat mnegefisienkan waktu dan proses belajar sehingga kebutuhan kependidikan dapat terpenuhi.

4. *Behavioral Model*

Model behavioral banyak dilandasi oleh pandangan empiris dengan menganggap perilaku peserta didik sebagai fenomena yang dapat diamati atau observasi, diukur, dan dideskripsikan dalam bentuk perilaku khusus untuk mencapai tujuan belajar peserta didik.

2. Model Pembelajaran *Hands-on Activity*

a. Definisi Model Pembelajaran *Hands-on Activity*

Di era digital saat ini, kurikulum sains dirancang secara komprehensif untuk memenuhi kebutuhan dan tuntutan berbagai perkembangan teknologi informasi dan ilmu pengetahuan. Hal tersebut dilakukan untuk mengoptimalkan keterkaitan program pembelajaran yang dilakukan terhadap konteks sekolah. Abad ke-21 telah dikenal sebagai abad yang penuh dengan perkembangan teknologi dan informasi, yang berdampak secara dinamis dan dramatis dalam sektor pendidikan. Mengembangkan keterampilan peserta didik dalam sektor pendidikan adalah salah satu faktor penting dalam meningkatkan kemampuan beradaptasi terhadap dinamika dan akselerasi dunia teknologi informasi. Berkaitan dengan hal tersebut, model *Hands-on Activity* muncul sebagai suatu model yang dibuat untuk melibatkan peserta didik ketika mencari informasi dan menanyakannya, melakukan aktivitas berupa menemukan, mengumpulkan dan menganalisis serta menarik kesimpulan (Kamdi, 2007).

Hands-on Activity memberikan peluang dan motivasi belajar peserta didik untuk mempelajari konsep dan hubungannya selama pembelajaran (Prameswari & Hakim, 2021). Penggunaan model tersebut dapat meningkatkan kerjasama dan kegiatan mengamati dalam proses

pembelajaran seperti eksperimen. Materi kimia merupakan salah satu materi yang sukar dipahami sehingga diperlukan kegiatan pengamatan dan media yang sesuai dalam proses pembelajarannya.

Melalui model *Hands-on Activity*, peserta didik tidak hanya berpartisipasi dalam kegiatan eksperimen atau praktikum, tetapi juga terlibat dalam kegiatan psikis penyelesaian masalah. Model ini memungkinkan peserta didik untuk dapat mengkonstruksi pemahaman yang mendalam dan bermakna terhadap hal yang sedang dipelajari. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Virdaussya & Fitrihidajati (2018) mengenai observasi termasuk dari keterampilan paling dasar karena akan mengembangkan proses keterampilan lainnya.

Model *Hands-on Activity* dapat menumbuhkan pemahaman yang mendalam dan pengalaman dalam menentukan suatu konsep, karena mampu mendorong keterampilan, pengetahuan, dan sikap peserta didik. Model ini juga memicu rasa keingintahuan peserta didik secara komprehensif untuk melakukan kegiatan observasi dan mendapatkan pengalaman secara ilmiah (Kartono, 2010).

Aspek pengetahuan dapat dilakukan dengan mempelajari konsep yang relevan dengan aspek *Hands-on Activity* yang dilakukan, memberikan tugas, menghubungkan konsep teori yang telah dipelajari, dan

mengimplementasikan konsep yang pernah dipelajari pada permasalahan yang dihadapi. Aspek sikap dapat dilakukan dengan merancang aktivitas mandiri, berdiskusi, berperilaku disiplin, bersikap jujur dalam kegiatan diskusi, dan menghargai ilmu yang telah dipelajari. Aspek keterampilan dapat dilakukan dengan cara memilih, mempersiapkan serta menggunakan seperangkat instrumen yang sesuai (Kartono, 2010).

Model *Hands-on Activity* membantu pengajar menghubungkan materi ajar terhadap kondisi dunia nyata serta mendorong peserta didik untuk mengintegrasikan pengetahuan teoritis dan aplikasinya dalam kehidupan peserta didik. Pembelajaran kontekstual terjadi ketika peserta didik menghadapi serta menngimplementasikan apa yang dipelajari dengan mengacu pada permasalahan sehari-hari (Sadi & Çakıroğlu, 2011).

b. Sintaks Model Pembelajaran *Hands-on Activity*

Model pembelajaran *Hands-on Activity* dirancang untuk mengajak peserta didik terlibat langsung selama kegiatan pembelajaran. Peserta didik dilibatkan pada empat langkah dengan mencari informasi dan menanyakannya, melakukan aktivitas dan menemukan, mengumpulkan dan menganalisis data serta ditarik kesimpulannya. Empat langkah dalam pembelajaran *Hands-on Activity* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Sintaks dalam Pelaksanaan Model *Hands-on Activity*

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
Menggali informasi dan bertanya	Pengajar mengawali kegiatan belajar mengajar dengan memberikan LKPD yang berisi beberapa pertanyaan sehingga dapat merangsang rasa keingintahuan dan menuntun peserta didik untuk memberikan dugaan sementara.
Beraktivitas dan menemukan	Setelah peserta didik mengusulkan dugaan sementara, pengajar menuntun peserta didik menyelidiki melalui percobaan sederhana untuk membuktikan dugaan sementara.
Mengumpulkan dan menganalisis	Peserta didik mengumpulkan data hasil percobaan lalu berdiskusi untuk mengidentifikasi hasil yang teramati
Membuat kesimpulan	Selama diskusi berlangsung, pengajar memberikan kesempatan kepada peserta didik baik untuk bertanya maupun memberikan tanggapan. Pengajar juga mengarahkan peserta didik untuk membuat kesimpulan.

(Kamdi, 2007)

c. Sistem Sosial

Model *Hands-on Activity* dapat menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan dan mengesankan. Model *Hands-on Activity* juga menciptakan kegiatan belajar yang dapat meningkatkan kerjasama antar peserta didik pada setiap tim. Setiap tim diharuskan untuk menyelesaikan permasalahan yang hasilnya kemudian

dikomparasi dengan tim lain sehingga peserta didik dapat bertukar informasi dan menambah wawasan.

d. Prinsip Reaksi

Dalam konteks ini, pengajar memberikan kesempatan dalam proses belajar mengajar, seperti membuat suasana belajar yang selaras dengan perkembangan peserta didik sehingga kegiatan pembelajaran akan berlangsung secara efektif. Pengajar juga berperan sebagai evaluator untuk memberikan penilaian terhadap hal penting yang terjadi saat kegiatan belajar mengajar, seperti kendala belajar yang dihadapi peserta didik dan dalam memahami konsep materi yang diajarkan.

e. Sistem Pendukung

Model *Hands-on Activity* dapat meningkatkan aktivitas peserta didik dalam mengembangkan potensinya secara optimal. Dengan demikian, sistem pendukung yang diperlukan dalam pelaksanaan model ini meliputi sarana dan prasarana yang disediakan sekolah dan peralatan lainnya yang mampu memfasilitasi dalam pelaksanaan pembelajaran seperti alat dan bahan percobaan di laboratorium.

f. Dampak Intruksional

Kegiatan pokok dalam *Hands-on Activity* adalah kegiatan penyelesaian masalah yang diberikan dalam melakukan proses pembelajaran. Kegiatan tersebut

mengakibatkan adanya dampak instruksional. Dampak instruksional yang ada meliputi peningkatan hasil belajar dan aktivitas peserta didik. Dampak instruksional lainnya adalah kemampuan peserta didik untuk mendalami materi yang telah dipelajari, melakukan penyelidikan serta menarik kesimpulan melalui proses penyelesaian masalah.

g. Dampak Pengiring

Dampak pengiring model pembelajaran ini meliputi pengembangan sikap kerjasama antara satu peserta didik dengan peserta didik lain yang memiliki perbedaan karakter, kemauan untuk bertanya dan menyampaikan pendapat, keberanian mempetahankan pandangan dengan suatu alasan bukti yang mampu dipertanggungjawabkan, dan menghargai orang lain dan keberanian untuk berkompetisi secara sehat dalam pembelajaran.

h. Keunggulan dan Kelemahan Model *Hands-on Activity*

Keunggulan model *Hands-on Activity*, di antaranya:

- 1) Tahap persiapan mampu meningkatkan rasa keingintahuan peserta didik secara signifikan sehingga dapat memotivasi mereka untuk melakukan percobaan serta memperoleh data observasi, dan pengalaman secara ilmiah.
- 2) Tahap pelaksanaan dapat meningkatkan daya ingat, mengatasi kesulitan belajar, mencegah kesalahpahaman, memperoleh tanggapan dari peserta didik, mengaitkan

konsep abstrak dengan konsep nyata, membangun kolaborasi yang baik serta mengembangkan daya saing antar tim untuk memecahkan permasalahan dalam kegiatan belajar mengajar.

- 3) Tahap lanjutan memberikan tanggapan kepada peserta didik mengenai kekeliruan yang diperoleh beserta penyelesaiannya sehingga mereka dapat menyelesaikan masalah selanjutnya dengan lebih cepat dan tepat.

Kelemahan model *Hands-on Activity*, di antaranya:

- 1) Kesulitan dalam merancang kerjasama yang baik antar peserta didik dalam suatu tim karena heterogenitas setiap anggota tim
- 2) Kesulitan dalam mengatur semua tim untuk menyelesaikan permasalahan secara singkat.

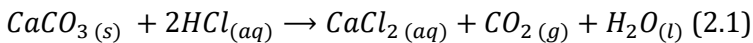
Berdasarkan beberapa kelemahan model *Hands-on Activity* di atas, maka terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan oleh guru, di antaranya:

- 1) Mempersiapkan kegiatan pembelajaran secara baik dan tepat, sehingga peserta didik akan memahami permasalahan yang dibuat guru dengan lebih mudah.
- 2) Memperkirakan waktu dengan tepat, sehingga pengajar dapat memberikan penilaian yang tepat kepada peserta didik.

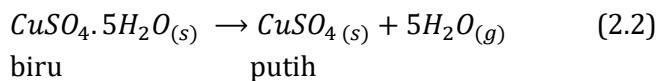
3. Keseimbangan Kimia

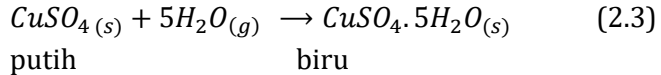
a. Konsep Dasar Keseimbangan Kimia

Reaksi kimia merupakan perubahan spontan suatu reaktan berubah menjadi sebuah produk menuju keadaan setimbang. Jika suatu sistem mencapai keadaan setimbang dan didalamnya tidak terjadi transfer materi dari sistem ke lingkungan maka sistem tersebut mengalami keseimbangan statis. Berbeda dengan keseimbangan statis, keseimbangan dinamis terjadi ketika dalam suatu sistem terjadi perubahan yang kontinuitas (Chang, 2005). Reaksi kimia secara umum dapat terjadi reaksi satu arah seperti reaksi antara batu kapur dengan asam klorida berdasarkan persamaan reaksi:

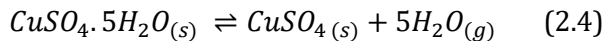


Reaksi tersebut tidak dapat kembali lagi menjadi reaksi semula dan disebut sebagai reaksi satu arah. Pemanasan padatan tembaga (II) sulfat pentahidrat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) merupakan contoh reaksi yang dapat balik. Padatan tembaga (II) sulfat pentahidrat akan mengalami perubahan warna dari biru menjadi putih (tembaga (II) sulfat). Apabila ditetaskan air, warna padatan tersebut akan kembali menjadi biru. Persamaan reaksinya dapat ditulis:





Suatu reaksi dikatakan setimbang jika laju pembentukan ke arah kanan/hasil reaksi (r_1) sama dengan laju ke arah kiri/reaktan (r_2). Pada saat keadaan setimbang, reaksi diasumsikan berhenti karena tidak terdapat lagi perubahan warna dan konsentrasi secara makroskopis. Namun pada tingkat submikroskopis, reaksi berlangsung terus-menerus. Reaktan di sebelah kiri terus membentuk produk atau sebaliknya dengan laju reaksi yang sama (Chang, 2005). Reaksi yang dapat berlangsung dalam dua arah dapat disimbolkan menggunakan tanda panah dua arah (\rightleftharpoons), sebagai contoh:



Selama reaksi kimia berlangsung, dapat terjadi proses pengurangan pereaksi dan penambahan hasil reaksi atau produk. Istilah lainnya, adalah dalam keadaan setimbang reaksi maju (r_1) dan reaksi balik (r_2) akan sama lajunya sehingga akan terbentuk kesetimbangan antar dua ruas yang bersifat konstan.

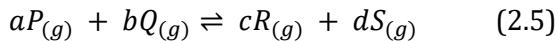
b. Tetapan Kesetimbangan Kimia

Dalam suatu reaksi kesetimbangan pada temperatur tetap, terhadap hubungan yang pasti antara konsentrasi pereaksi dengan konsentrasi hasil reaksi. Hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk konstanta

kesetimbangan (K). Berdasarkan Guldberg dan Waage, prinsip hukum kesetimbangan (K) dapat ditentukan dengan menghitung perbandingan antara hasil kali konsentrasi hasil reaksi dengan hasil kali konsentrasi reaktan, di mana setiap konsentrasi dipangkatkan dengan koefisien reaksinya.

1) Tetapan Kesetimbangan Konsentrasi (Kc)

Ketika reaksi terjadi, konsentrasi pereaksi akan berkurang lalu konsentrasi produk akan bertambah. Reaksi dikatakan setimbang jika hubungan konsentrasi reaktan dan produk akan bernilai konstan atau tetap. Reaksi kesetimbangan terdiri atas dua jenis reaksi, yaitu reaksi berarah ke hasil reaksi dan reaksi berarah ke reaktan.



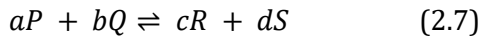
$$Kc = \frac{[R]^c [S]^d}{[P]^a [Q]^a} \quad (2.6)$$

Makna dari Kc adalah konstanta kesetimbangan konsentrasi yang menyatakan populasi zat dalam konsentrasi. Keterkaitan antara konstanta kesetimbangan dengan persamaan reaksi yang dinamakan hukum kesetimbangan berbunyi: *“Konstanta kesetimbangan berbasis konsentrasi adalah perkalian konsentrasi zat hasil reaksi dibagi dengan perkalian konsentrasi reaktan*

yang dipangkatkan dengan koefisien masing-masing spesi”.

2) Tetapan Kesetimbangan Tekanan (K_p)

Penetapan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan parsial (K_p) yang mengalami reaksi dapat diukur berdasarkan tekanan parsial (P) zat-zat yang terlibat dalam reaksi. Penentuan nilai K_p hanya memperhitungkan zat yang berfasa gas (g). Apabila dalam reaksi terdapat fasa lain, maka fasa tersebut diabaikan. Contohnya dapat diamati pada persamaan reaksi kesetimbangan berikut ini:



$$K_p = \frac{(P_R)^c (P_S)^d}{(P_P)^a (P_Q)^b} \quad (2.8)$$

Dalam suatu kasus, jika ingin mengetahui harga P setiap spesi dapat dikuantifikasi dengan formula:

$$P_A = \frac{n_A}{n_{total}} \times P_{total}$$

3) Hubungan Persamaan Reaksi dengan Tetapan Kesetimbangan

Nilai tetapan kesetimbangan (K) berbagai reaksi kimia dapat dibandingkan antara reaksi yang satu dengan reaksi yang lain. Apabila suatu reaksi memiliki nilai tetapan kesetimbangan K , hubungan ini dapat dinyatakan sebagai berikut:



Perubahan pada reaksi tersebut akan memengaruhi nilai K akan terjadi perubahan, meliputi:

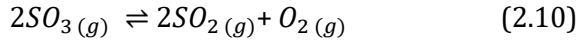
- Jika reaksi dibalik, maka tetapan kesetimbangannya akan menjadi $\frac{1}{K}$
- Jika koefisien reaksi zat-zat yang terlibat dikali sebesar x, maka tetapan kesetimbangannya akan menjadi K^x
- Jika koefisien reaksi zat-zat yang terlibat dibagi sebesar x, maka tetapan kesetimbangannya akan menjadi $\sqrt[x]{K}$
- Jika reaksi-reaksi tersebut dijumlahkan atau digabung, maka tetapan kesetimbangannya akan bernilai $K_1 \times K_2$

c. Faktor-Faktor Kesetimbangan Kimia

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi agar keadaan setimbang tetap dinamis adalah mengubah sistem reaksi untuk memperkecil gangguan kesetimbangan reaksi. Faktor-faktor tersebut menerapkan prinsip Le Chatelier di antaranya:

- Perubahan konsentrasi pereaksi

Penambahan dan pengurangan konsentrasi zat pereaksi dapat mengganggu kesetimbangan kimia. Contoh kasus dalam reaksi kimia di bawah ini:



Berdasarkan prinsip Le Chatelier, jika konsentrasi SO_3 ditambahkan maka akan terjadi peningkatan jumlah SO_3 sehingga secara spontan sistem akan mengurangi jumlah SO_3 dan kesetimbangan dapat bergeser ke arah hasil reaksi/kanan.

- Perubahan temperatur pada keadaan setimbang

Pengaruh temperatur hampir sama dengan pengaruh konsentrasi, namun memiliki perbedaan di mana ketika temperatur diturunkan maka kesetimbangan akan bergeser menuju reaksi eksotermik ($\Delta H < 0$) dan ketika temperatur dinaikkan maka kesetimbangan akan bergeser menuju reaksi endotermik ($\Delta H > 0$).

- Perubahan volume dan tekanan yang mengubah posisi keadaan setimbang

Pada temperatur konstan, perubahan volume akan mempengaruhi perubahan tekanannya. Ketika volume diperbesar maka tekanan diperkecil dan jika volume diperkecil maka tekanan diperbesar.

- Penambahan katalis dan gas *inert* yang tidak dapat bereaksi

Katalis memiliki peranan penting dalam mempercepat reaksi namun tidak mempengaruhi arah kesetimbangan. Begitupun juga dengan gas *inert* yang

ketika dimasukkan ke dalam bejana yang mengandung gas yang sedang bereaksi dalam keadaan setimbang maka akan menambahkan jumlah tekanan. Penambahan tersebut tidak mempengaruhi arah keimbangan kimia karena tekanan ini tidak mempengaruhi tekanan parsial spesi yang telah terbentuk.

4. *System Thinking*

Pazicni & Flynn (2019) mendefinisikan *system thinking* sebagai keterampilan menganalisis dan memahami sistem, memperkirakan perilaku, dan mengatur agar menghasilkan hasil yang diinginkan serta menjadi sesuatu yang berguna dalam memahami pemikiran sistem. Begitu juga dengan penelitian Henriksen & Aas (2021) menyatakan bahwa penggunaan *system thinking* sangatlah penting karena mampu memberikan gambaran terkait permasalahan maupun suatu hal yang sedang menjadi pembahasan.

Keterampilan *system thinking* memiliki karakteristik yang dapat dilihat dari keterampilan pemecahan masalah yang sulit terutama permasalahan yang bersifat kompleks, memiliki banyak umpan balik internal dan eksternal serta bergantung pada kejadian masa lalu dan kejadian lainnya dibandingkan dengan cara berpikir linier.

Ketika cara berpikir masyarakat semakin kompleks dan dinamis akibat adanya globalisasi, modernisasi, dan

perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka *system thinking* akan menjadi sangat penting.

System thinking melihat cara pandang suatu gagasan dengan komprehensif dan sistematis dalam berbagai disiplin ilmu. Istilah *system thinking* mulai sering digunakan dalam konteks sistem yang dinamis pada akhir tahun 1980-an. Meskipun telah banyak diperbincangkan, hingga saat ini belum ada yang mendefisikan secara universal mengenai *system thinking* sehingga dapat diterima oleh semua kalangan. Banyak peneliti yang menunjukkan sikap setuju bahwa *system thinking* mampu untuk mengembangkan kualitas berpikir kritis dan kemampuan membuat keputusan dengan baik (Blatti et al., 2019). Adapun karakteristik *system thinking* menurut Nggili (2016):

- a. Sistem yang holistik, pemikiran bahwa sistem harus dipandang secara keseluruhan.
- b. Kompleksitas, keterkaitan antar elemen dalam suatu sistem.
- c. Dinamika, terdapat perubahan waktu.
- d. Manajemen, mengatur proses elemen dalam sistem.

Adapun indikator *system thinking* dapat diamati pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Indikator *System Thinking*

Indikator <i>System Thinking</i>	Deskripsi
Melihat keseluruhan	Kemampuan mengenali komponen-komponen penyusun sistem dan proses yang terjadi di dalamnya
Pengakuan kausalitas	Kemampuan menemukan keterkaitan pada komponen – komponen penyusun sistem
Memahami perilaku dinamis	Kemampuan dalam memahami perubahan yang terjadi pada sistem seiring berjalannya waktu apabila terdapat gangguan
Memahami mekanisme sistem	Kemampuan dalam mengubah suatu sistem dengan mengondisikan komponen, proses, dan interaksinya sehingga dapat mengarahkannya pada kondisi tertentu.
Mengidentifikasi dan memahami umpan balik	Kemampuan dalam memahami siklus yang terjadi pada suatu sistem
Dimensi tersembunyi	Kemampuan dalam menemukan pola dan hubungan yang terjadi dalam suatu sistem yang tidak terlihat di permukaan
Mengidentifikasi titik intervensi	Kemampuan dalam menyimpulkan kejadian atau peristiwa dalam sistem
Prediksi masa depan	Kemampuan untuk menjawab masalah yang melibatkan kemampuan berpikir ke belakang atau masa lalu dan kemampuan berpikir ke masa yang akan datang

(Feriver et al., 2019)

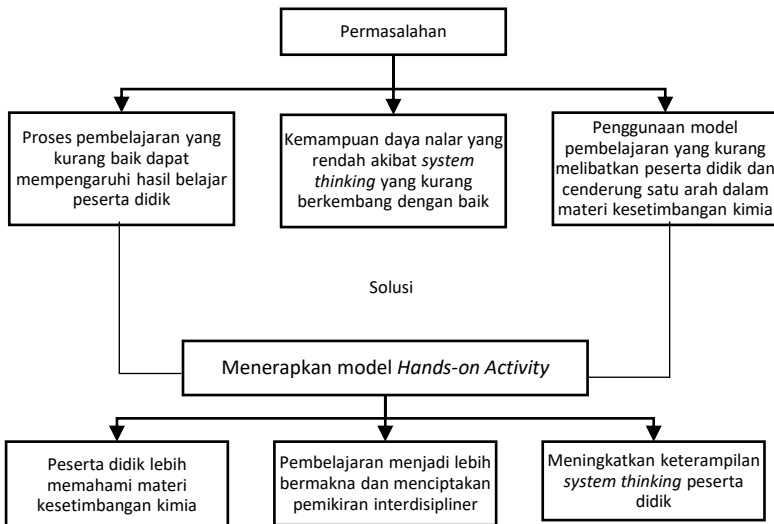
B. Kajian Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini adalah:

1. Penelitian Sari (2016) meneliti tentang model *Hands-on Activity* (HOA) pada kelas eksperimen dan model konvensional pada kelas kontrol. *Pretest* dan *posttest* menjadi tolak ukur keefektifan model HOA pada penelitian Sari (2016). Hal tersebut selaras dengan penelitian ini yang sama-sama menggunakan *pretest* dan *posttest* sebagai tolak ukur namun untuk melihat seberapa besar pengaruh model HOA terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.
2. Penelitian Prameswari & Hakim (2021) memiliki relevansi dengan penelitian ini meliputi model yang dipakai yaitu HOA dan penelitian yang berbasis *quasi experiment*.
3. Relevansi penelitian Nuraeni et al. (2020) dengan penelitian ini adalah sama-sama meneliti terkait keterampilan *system thinking* dan teknik pengambilan sampel berupa *purposive sampling*.
4. Rachmat et al. (2023) meneliti tentang keterampilan *system thinking* dengan penelitian *quasi experiment*. Hal tersebut selaras dengan variabel terikat dan jenis penelitian yang dipakai pada penelitian ini.

C. Kerangka Berpikir

Tujuan dari kerangka berpikir adalah untuk memberikan petunjuk dalam penulisan dan penelitian, khususnya dalam memahami alur gagasan, sehingga analisis yang dilakukan lebih sistematis dan sesuai dengan tujuan penulisan dan penelitian. Kerangka tersebut juga menjamin kepaduan variabel-variabel yang diteliti sehingga diperoleh satu pemahaman yang utuh dan terpadu (Munandar, 2016).



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teoritik dan kerangka berpikir dapat diajukan hipotesis penelitian sebagai berikut:

H₀ : Tidak ada pengaruh antara proses belajar mengajar dengan model *Hands-on Activity* terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada pembelajaran kesetimbangan kimia.

H_a : Ada pengaruh antara proses belajar mengajar dengan model *Hands-on Activity* terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada pembelajaran kesetimbangan kimia.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif berbasis *quasi experiment*. Penelitian kuantitatif melibatkan pengumpulan data numerik untuk menguji hipotesis/dugaan sementara yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2017).

Metode *quasi-experiment* merupakan suatu metode penelitian yang mendekati eksperimen sebenarnya yang dirancang sedemikian rupa untuk mengetahui pengaruh sebab-akibat antara dua variabel. Metode ini memiliki keterbatasan dalam mengendalikan seluruh variabel yang memengaruhi hasil penelitian karena metode ini melibatkan kelas yang diberikan perlakuan dan kelas kontrol yang akan dibandingkan (Sugiyono, 2017).

Pada penelitian ini, desain yang digunakan adalah *quasi experiment* berbasis *Non Equivalent Control Group Design*.

Tabel 3.1 Rancangan *Non Equivalent Control Group Design*

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃		O ₄

Keterangan:

O₁ = *pretest* untuk kelas yang diberikan perlakuan

O_2 = *posttest* untuk kelas yang diberikan perlakuan

O_3 = *pre test* untuk kelas kontrol

O_4 = *post test* untuk kelas kontrol

X = perlakuan

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada rentang Maret hingga April 2024. Seluruh kegiatan penelitian dilaksanakan di SMAN 15 Semarang.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi Penelitian

Sugiyono (2013) menyimpulkan bahwa populasi merupakan keseluruhan kelompok yang terdiri atas objek atau subjek yang memiliki karakteristik tertentu untuk dikaji dan nantinya akan diputuskan kesimpulan hasilnya. Pada penelitian ini, populasi yang diteliti merupakan seluruh peserta didik kelas XI Jurusan MIPA SMAN 15 Semarang sebanyak 209 peserta didik.

2. Sampel Penelitian

Teknik *purposive sampling* digunakan untuk mendapatkan sampel penelitian yang sesuai dengan kriteria sehingga memenuhi tujuan penelitian. Salah satu kriteria tersebut adalah sekolah terkait telah menerapkan Kurikulum Merdeka dan sampel penelitian harus terdiri atas 32 hingga 36 peserta didik kelas XI jurusan MIPA.

Model pembelajaran *Hands-on Activity* digunakan pada sampel kelas eksperimen sebagai pembanding dengan kelas kontrol yang tidak menggunakan model pembelajaran *Hands-on Activity*.

D. Definisi Operasional Variabel

1. Variabel Bebas

Variabel bebas (*independent variabel*) merupakan variabel yang bertanggung jawab terhadap munculnya variabel terikat (Sugiyono, 2013). Pada penelitian ini, model *Hands-on Activity* berperan sebagai variabel bebas pada pembelajaran kesetimbangan kimia.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat (*dependen variable*) merupakan variabel yang mendapat pengaruh variabel dari variabel bebas (Sugiyono, 2013). Pada penelitian ini, variabel yang diharapkan adalah keterampilan *system thinking*.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah bagian yang penting dalam melakukan suatu penelitian. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data berupa observasi, wawancara, dokumentasi, dan tes.

1. Metode Observasi

Observasi berfungsi untuk keperluan data awal penelitian, melihat proses kegiatan yang dilakukan peserta didik, dan sebagai alat evaluasi dari kegiatan

belajar mengajar. Sasaran kegiatan observasi ini adalah pengajar kimia dan peserta didik SMAN 15 Semarang melalui diskusi terpumpun atau diskusi terarah sederhana.

2. Metode Wawancara

Wawancara berfungsi untuk mendapatkan informasi yang bersifat lebih faktual sehingga dapat dilakukan perbandingan informasi yang didapat dari narasumber dengan mudah. Narasumber dalam wawancara ini yaitu sebagian peserta didik kelas XI Jurusan MIPA SMAN 15 Semarang yang dilakukan secara *online* menggunakan aplikasi *WhatsApp*.

3. Metode Dokumentasi

Dokumentasi bertujuan untuk mengumpulkan data penunjang yang mendukung hasil wawancara dan observasi. Dokumentasi yang digunakan berupa foto kegiatan, media penunjang pembelajaran, dan notulen.

4. Metode Tes

Berdasarkan Arikunto (2013), tes berfungsi mengukur keterampilan, pengetahuan, kemampuan maupun bakat yang dimiliki oleh individu atau tim. Pada penelitian ini, tes *essay* pada soal *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengukur pengaruh perlakuan yang diberikan sesuai dengan indikator *system thinking*. Objek

penelitiannya adalah peserta didik kelas XI Jurusan MIPA SMAN 15 pada kelas kontrol dan eksperimen.

F. Uji Coba instrumen

1. Validitas Instrumen

Instrumen yang valid adalah perangkat ukur yang digunakan untuk memperoleh data yang seharusnya diukur dengan tepat (Sugiyono, 2017). Penelitian ini menggunakan validitas isi dan konstruk.

a. Validitas Isi

Dalam memastikan bahwa butir-butir instrumen penelitian telah sesuai dengan parameter yang diukur, maka dilakukan validitas isi dengan meminta pendapat para ahli (*judgement expert*). Para ahli akan meninjau dan mengevaluasi secara sistematis, sehingga dihasilkan butir-butir instrumen yang sesuai.

b. Validitas Konstruk

Uji validitas konstruk bertujuan untuk mengujikan instrumen agar dapat melihat hasil keterbacaan instrumen dan mudah dipahami oleh responden penelitian. Terkait dengan jenis validitas yang dipilih, perhitungan validitas konstruk pada penelitian ini menggunakan formula korelasi *Product Moment* dari Karl Pearson.

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Keterangan:

X = Nilai yang diperoleh subjek dari seluruh item

Y = Nilai total yang diperoleh dari seluruh item

$\sum X^2$ = Jumlah kuadrat dalam nilai distribusi X

$\sum Y^2$ = Jumlah kuadrat dalam nilai distribusi Y

$\sum X$ = Jumlah skor dalam nilai distribusi X

$\sum Y$ = Jumlah skor dalam nilai distribusi Y

Hasil perhitungan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui bagian mana dari instrumen yang memiliki tingkat korelasi tinggi maupun rendah. Uji validitas setiap item instrumen soal menggunakan bantuan program komputer *SPSS* dengan menggunakan taraf signifikansi 5% untuk menentukan validitas soal yang dirancang. Suatu soal dikatakan valid jika nilai koefisien korelasi (r_{hitung}) lebih besar dari nilai korelasi dalam tabel (r_{tabel}) pada taraf signifikansi 5%. Sebaliknya, jika r_{hitung} lebih kecil dari r_{tabel} maka soal tersebut dikatakan tidak valid. Nilai r tabel dapat dihitung menggunakan rumus $df = n-2$, dengan n adalah jumlah sampel.

2. Reliabilitas Instrumen

Berdasarkan (Sugiyono, 2017), reliabilitas menjadi parameter penting dalam menetapkan konsistensi atau keteraturan instrumen soal dan memberikan hasil yang sama jika digunakan secara berulang. Penelitian ini

menggunakan teknik *Cronbach Alfa* untuk mengukur reliabilitas instrumen soal. Rumus *Cronbach Alfa* yang digunakan mengacu pada Sugiyono, (2017):

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Kriteria suatu instrumen reliabel atau tidak berdasarkan indeks korelasinya, dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3.2 Interpretasi Reliabilitas

Besarnya r (korelasi)	Kategori
0,00 ≤ r₁₁ ≤ 0,199	Tidak reliabel
0,20 ≤ r₁₁ ≤ 0,399	Kurang reliabel
0,40 ≤ r₁₁ ≤ 0,599	Cukup reliabel
0,60 ≤ r₁₁ ≤ 0,799	Reliabel
0,80 ≤ r₁₁ ≤ 1,000	Sangat reliabel

(Bhato et al., 2018)

3. Tingkat Kesulitan Soal

Tingkat kesulitan soal merupakan ukuran numerik yang menunjukkan proporsi peserta didik yang menjawab benar maupun salah dalam suatu soal. Soal dikatakan baik jika memiliki tingkat kesukaran yang tidak terlalu sederhana (terlalu mudah) maupun terlalu sulit. Indeks tingkat kesukaran umumnya antara 0,00 – 1,00. Semakin tinggi indeks tingkat kesukaran soal yang diperoleh, maka soal tersebut dikatakan semakin mudah. Persamaan yang digunakan:

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{skor peserta tes pada butir soal tertentu}}{\sum \text{peserta tes}}$$

Keterangan:

\bar{x} = mean atau rata-rata

Kriteria indeks kesulitan soal ditampilkan pada Tabel 3.3 berikut ini:

Tabel 3.3 Kriteria Indeks Kesukaran Butir Soal

Indeks Tingkat Kesukaran	Kriteria
0,00 – 0,30	Sukar
0,31 – 0,70	Sedang
0,71 – 1,00	Mudah

4. Daya Beda Soal

Daya beda soal merupakan kemampuan suatu soal untuk membedakan peserta didik yang memiliki kemampuan tinggi dan rendah. Nilai diskriminasi merupakan nilai yang menunjukkan besarnya daya pembeda soal. Persamaan yang dipakai dalam penelitian ini adalah:

$$DP = \frac{B_a}{J_a} - \frac{B_b}{J_b} = P_{A-} - P_B$$

Keterangan:

D = Daya Pembeda Soal

BA = Jumlah peserta kelompok atas yang menjawab benar

BB = Jumlah peserta kelompok bawah yang menjawab benar

JA = Jumlah peserta kelompok atas

JB = Jumlah peserta kelompok bawah

Klasifikasi indeks daya pembeda soal ditampilkan pada Tabel 3.4:

Tabel 3.4 Interpretasi Daya Pembeda Soal

Daya Pembeda (DP)	Kriteria
0,00 – 0,20	Buruk
0,21 – 0,40	Cukup
0,41 – 0,70	Baik
0,71 – 1,00	Baik Sekali
<i>Negatif</i>	Tidak baik (sebaiknya dibuang)

(Latip, 2020)

G. Analisis Data

Data yang telah diperoleh dapat dianalisis dengan menggunakan statistik. Analisis data dapat dimulai dengan melakukan analisis deskriptif untuk mendapatkan gambaran data secara umum seperti rata-rata (mean), median, dan standar deviasi. Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk menjelaskan hasil secara objektif tanpa adanya pengaruh peneliti maupun pengaruh luar (subjektif). Pengujian hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji *Mann-Whitney U*. Sebelum dilakukan analisis tersebut, dilakukan beberapa uji pendahuluan (prasyarat) meliputi uji normalitas dan uji homogenitas.

1. Uji Pendahuluan (Prasyarat)

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menguji apakah data pada suatu penelitian berdistribusi normal atau tidak. Hal tersebut akan memengaruhi uji statistik yang akan dilakukan selanjutnya, di mana jika data tidak berdistribusi normal maka uji yang digunakan adalah uji nonparametrik. Penelitian ini menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk*.

Pengujian menggunakan uji *Shapiro-Wilk* melalui aplikasi *SPSS versi 25* merujuk pada taraf signifikansi 0,05. Jika nilai uji pada kolom *sig. SPSS* menunjukkan hasil yang lebih besar dari taraf signifikansi ($p > 0,05$), maka data dianggap berdistribusi normal. Sebaliknya, jika nilai pada kolom *sig. SPSS* lebih kecil daripada nilai signifikansi ($p \leq 0,05$), maka data tersebut tidak berdistribusi normal (Putra et al., 2019).

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengidentifikasi apakah data terdistribusi homogen (sama) atau tidak menggunakan uji *Levene* melalui *SPSS versi 25*. Jika nilai ($W_{hitung} \leq 0,05$), maka suatu kelompok data dikatakan tidak homogen. Sebaliknya, jika nilai ($W_{hitung} > 0,05$) maka kelompok data tersebut dikatakan homogen (Putra et al., 2019).

2. Uji Hipotesis

Uji *Mann-Whitney U* dilakukan untuk membandingkan perbedaan rata-rata antara dua kelompok data yang berasal dari subjek yang berbeda menggunakan program *SPSS versi 25*. Dilakukannya uji *Mann-Whitney U* dikarenakan data penelitian menunjukkan hasil tidak berdistribusi normal.

Hipotesis/dugaan sementara yang akan diuji adalah:

H_0 : Tidak ada pengaruh antara pembelajaran dengan model *Hands-on Activity* terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada pembelajaran kesetimbangan kimia.

H_a : Ada pengaruh antara pembelajaran dengan model *Hands-on Activity* terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada pembelajaran kesetimbangan kimia.

Dasar pengambilan keputusan uji hipotesis adalah jika nilai $sig < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sebaliknya, jika nilai $sig > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

3. Uji *Effect Size*

Effect size dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh model *Hands-on Activity* terhadap *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

Uji ini dilakukan menggunakan perhitungan *Cohen'd*:

$$d = \frac{\overline{X}_t - \overline{X}_c}{S_{pooled}}$$

(Thalheimer & Cook, 2002)

Keterangan:

d = Nilai *effect size*

\overline{X}_t = Nilai rata-rata/mean kelompok eksperimen

\overline{X}_c = Nilai rata-rata/mean kelompok kontrol

S_{pooled} = Standar deviasi gabungan

Nilai S_{pooled} dapat dicari menggunakan persamaan:

$$S_{pooled} = \frac{n_t - 1S_t^2 + (n_c - 1)S_c^2}{n_t - n_c}$$

(Thalheimer & Cook, 2002)

Keterangan:

S_{pooled} = Standar deviasi gabungan

n_t = Jumlah sampel kelas eksperimen

n_c = Jumlah sampel kelas kontrol

S_t = Standar deviasi kelas eksperimen

S_c = Standar deviasi kelas kontrol

Interpretasi data berdasarkan perhitungan *effect size* dapat ditampilkan pada Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3.5 Interpretasi *Effect Size*

<i>Effect Size</i>	Kriteria
$d < 0,2$	Tergolong kecil
$0,2 < d < 0,8$	Tergolong sedang
$d > 0,8$	Tergolong besar

H. Analisis Keterampilan *System Thinking*

Analisis keterampilan *system thinking* digunakan untuk mengukur keterampilan *system thinking* peserta didik pada setiap indikator yang digunakan dalam instrumen pengambilan data. Untuk mengetahui keterampilan *system thinking* peserta didik digunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

(Arikunto, 2013)

Hasil nilai peserta didik yang telah dihitung, selanjutnya digolongkan berdasarkan kategori keterampilan *system thinking* pada Tabel 3.6 di bawah ini:

Tabel 3.6 Kategori keterampilan *system thinking*

Persentase	Kategori
$80\% \leq x \leq 100\%$	Sangat Baik
$60\% \leq x \leq 80\%$	Baik
$30\% \leq x \leq 60\%$	Cukup
$< 30\%$	Kurang

(Effendi et al., 2023)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Penelitian

Penelitian ini memakai metode *quasi-experiment* dan rancangan *Non Equivalent Control Group Design* yang membandingkan dua kelompok berbeda untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Hands-on Activity* (HOA) terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Selain itu, metode ini juga digunakan untuk memberikan landasan yang kuat dalam penetapan kelompok percobaan dan kendali. Penelitian ini dilakukan di SMAN 15 Semarang mulai tanggal 4 Maret hingga 23 April 2024. Sampel penelitian ini terdiri dari dua kelas, yaitu kelas X1-A5 yang berisi 36 peserta didik dan kelas XI-A6 yang berisi 35 peserta didik. Data yang dianalisis berupa *pretest* (tes awal) dan *posttest* (tes akhir). Berikut paparan hasil analisis data yang telah dilakukan:

1. Analisis Data Uji Coba Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

a. Validitas Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking* oleh Ahli Materi

Penelitian ini menggunakan instrumen tes keterampilan *system thinking* sebanyak 15 item soal yang mengacu pada indikator Feriver (2019). Indikator Feriver

berjumlah delapan indikator, di antaranya melihat keseluruhan, pengakuan kausalitas, memahami perilaku dinamis, memahami mekanisme sistem, mengidentifikasi dan memahami umpan balik, dimensi tersembunyi, mengidentifikasi titik intervensi, dan prediksi masa depan. Adapun tingkatan level masing-masing indikator juga mengacu pada tingkatan level yang dikemukakan oleh Feriver (2019). Tingkatan tersebut meliputi tingkat 1 (kurang), tingkat 2 (cukup), tingkat 3 (baik), dan tingkat 4 (sangat baik).

Sebelum diujicobakan, instrumen tes keterampilan *system thinking* divalidasi terlebih dahulu oleh ahli materi sebanyak dua ahli. Berdasarkan hasil validasi, instrumen keterampilan *system thinking* direvisi. Ahli materi menyatakan bahwa instrumen tes keterampilan *system thinking* ini harus direvisi pada bagian keterbacaan bahasa pada soal, kejelasan isi soal yang dihubungkan dengan indikator, dan pedoman penskoran. Instrumen tes keterampilan *system thinking* yang telah melalui tahap revisi dan telah memenuhi kriteria kelayakan, maka siap untuk diujikan pada penelitian seperti yang tertera pada **Lampiran 6**.

b. Validitas Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

Instrumen keterampilan *system thinking* yang telah memenuhi kriteria kelayakan, maka dapat diujicobakan

pada 33 peserta didik kelas XI-A2 SMAN 15 Semarang. Dan hasilnya dianalisis menggunakan *software SPSS 25*. Hasil validitas instrumen keterampilan *system thinking* dapat disajikan pada tabel 4.1.

Berdasarkan analisis data validasi yang terdapat pada Tabel 4.1, keseluruhan butir soal instrumen telah memenuhi kriteria validitas. Lima belas item soal yang telah memenuhi kriteria dan telah disesuaikan dengan indikator keterampilan *system thinking* akan dipakai dalam penelitian lanjutan. Item soal yang dinyatakan valid tersebut telah memenuhi dasar pengambilan keputusan uji validitas konstruk berdasarkan indeks korelasinya. Hasil analisis validasi instrumen keterampilan *system thinking* ditampilkan pada **Lampiran 7**.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Instrumen Keterampilan *System Thinking*

Soal	<i>Pearson Correlation</i>	Jumlah Peserta Didik	Kriteria
1	0,907	33	Valid
2	0,739	33	Valid
3	0,715	33	Valid
4	0,876	33	Valid
5	0,883	33	Valid
6	0,923	33	Valid
7	0,948	33	Valid
8	0,950	33	Valid
9	0,949	33	Valid
10	0,939	33	Valid
11	0,933	33	Valid
12	0,898	33	Valid
13	0,897	33	Valid
14	0,858	33	Valid
15	0,896	33	Valid

c. Reliabilitas Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

Analisis reliabilitas instrumen tes keterampilan *system thinking* menggunakan *SPSS versi 25* diperoleh nilai koefisien reliabilitas sebesar 0,980. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa instrumen yang digunakan memiliki tingkat reliabilitas yang sangat reliabel. Hasil analisis reliabilitas instrumen tes keterampilan *system thinking* ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Analisis Reliabilitas Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0,980	15

d. Tingkat Kesulitan Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

Analisis tingkat kesulitan instrumen tes keterampilan *system thinking* pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*. Hasil analisis tingkat kesulitan item soal pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 4.3.

Berdasarkan Tabel 4.3, item soal nomor 1, 5, 7, 12, 13, dan 14 dikategorikan sebagai soal yang bersifat sedang; soal nomor 2, 3, 6, 8, 9, dan 11 dikategorikan sebagai soal yang bersifat mudah; dan soal nomor 4, 10, dan 15 dikategorikan sebagai soal yang bersifat sulit.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Data Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

Soal	Rata-Rata	Skor maksimal	Tingkat Kesukaran	Kriteria
1	2,787	4	0,696	Sedang
2	2,939	4	0,734	Mudah
3	3,666	4	0,916	Mudah
4	1,212	4	0,303	Sulit
5	1,969	4	0,492	Sedang
6	3,272	4	0,818	Mudah
7	2,818	4	0,704	Sedang
8	2,878	4	0,719	Mudah
9	2,969	4	0,742	Mudah
10	1,181	4	0,295	Sulit
11	2,848	4	0,712	Mudah
12	2,545	4	0,636	Sedang
13	2,272	4	0,568	Sedang
14	2,484	4	0,621	Sedang
15	1,212	4	0,303	Sulit

e. Daya Beda Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

Uji daya beda instrumen tes keterampilan *system thinking* pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*. Dasar pengambilan keputusan uji ini menggunakan skala 0,00 – 1,00. Semakin tinggi indeks daya pembeda, maka semakin baik soal tersebut; semakin rendah indeks daya pembeda, maka semakin buruk soal tersebut; dan semakin negatif daya beda soal, maka soal tersebut sebaiknya dibuang. Hasil uji daya beda instrumen tes keterampilan *system thinking* ditampilkan pada Tabel 4.4 dan perhitungannya ditampilkan pada **Lampiran 10**.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Daya Beda Instrumen Keterampilan *System Thinking*

Soal	Daya Beda Soal	Kriteria
1	0,88	Baik Sekali
2	0,33	Cukup
3	0,44	Baik
4	0,0	Buruk
5	0,22	Cukup
6	1	Baik Sekali
7	0,88	Baik Sekali
8	1	Baik Sekali
9	1	Baik Sekali
10	0,22	Cukup
11	0,77	Baik
12	0,66	Baik
13	0,22	Cukup
14	0,44	Baik
15	0,33	Cukup

Berdasarkan hasil Tabel 4.4, soal nomor 1, 6, 7, 8, dan 9 dikategorikan sebagai soal dengan daya beda baik sekali; soal nomor 3, 11, 12, dan 14 dikategorikan sebagai soal dengan daya beda baik; soal nomor 2, 5, 10, 13, dan 15 dikategorikan sebagai soal yang memiliki daya beda cukup; dan soal nomor 4 dikategorikan sebagai soal dengan daya beda buruk.

B. Hasil Uji Hipotesis

1. Analisis Data Uji Prasyarat *Pretest* dan *Posttest* Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

Uji prasyarat yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Kedua uji

tersebut dilakukan menggunakan *SPSS versi 25*. Berikut hasil analisis data uji normalitas dan uji homogenitas:

a. Uji normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah hasil *pretest* dan *posttest* yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak penyebarannya. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan aplikasi *SPSS versi 25*. Uji yang dilakukan yaitu menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena sampel masing-masing kelas berjumlah < 50 . Hasil uji normalitas ditampilkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Normalitas

Data	Kolom sig	Kriteria
<i>Pretest</i> Eksperimen	0,679	Normal
<i>Pretest</i> Kontrol	0,221	Normal
<i>Posttest</i> Eksperimen	0,000	Tidak Normal
<i>Posttest</i> Kontrol	0,008	Tidak Normal

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas dapat diketahui bahwa hasil *pretest* dari kedua kelas baik percobaan dan kontrol berdistribusi normal, sedangkan hasil *posttest* pada kedua kelas (percobaan dan kontrol) berdistribusi tidak normal. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diasumsikan bahwa data *pretest* dan *posttest* yang didapat berdistribusi tidak normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk menguji homogenitas varian data sampel yang diambil. Uji homogenitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji *Levene* melalui *SPSS versi 25*. Hasil uji homogenitas ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Homogenitas

<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	Sig.
1,119	1	69	0,294

Berdasarkan Tabel 4.6 hasil uji homogenitas data sampel penelitian ini menunjukkan hasil homogen. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *sig* pada tabel (0,294) yang lebih besar dari taraf signifikansi (0,05).

2. Analisis Data Uji Hipotesis

Berdasarkan uji prasyarat data *pre test* dan *post test* keterampilan *system thinking*, uji normalitas tidak berdistribusi normal sehingga dilakukan uji hipotesis dengan statistik non paramterik. Uji yang digunakan adalah uji *Mann-Whitney U*.

Uji *Mann-Whitney U* memiliki kegunaan yang sama dengan uji *t* pada statistik parametrik, yakni ingin mengetahui perbedaan rata-rata/mean antara dua kelompok data yang berasal dari subjek yang berbeda. Hasil uji *Mann-Whitney U* ditampilkan pada Tabel 4.7.

Hasil uji *Mann-Whitney U* pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa diperoleh nilai Z sebesar -2,502 dan nilai *Asymp.Sig. (2-tailed)* sebesar 0,012. Berdasarkan dasar pengambilan keputusan pada uji *Mann-Whitney U*, jika nilai *Asymp.Sig. (2-tailed)* lebih kecil taraf signifikansi (0,05) maka H_a diterima dan H_o ditolak. Artinya, model *Hands-on Activity* memiliki pengaruh terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

Tabel 4.7 Hasil Uji *Mann-Whitney U*

Uji	Hasil <i>System Thinking</i>
<i>Mann-Whitney U</i>	426,000
<i>Wilcoxon W</i>	109,000
Z	-2,502
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0,012

3. Analisis Data Uji *Effect Size*

Uji *Effect Size* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh model *Hands-on Activity* terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Uji ini menggunakan perhitungan *Cohen'd* dan didapatkan hasil sebagaimana yang tertera pada Tabel 4.8 dan perhitungannya ditampilkan pada **Lampiran 18**.

Berdasarkan Tabel 4.8 didapatkan bahwa model *Hands-on Activity* memiliki tingkat pengaruh dengan kategori sedang dengan nilai *effect size* sebesar 0,536

terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

Tabel 4.8 Hasil Uji *Effect Size*

Kelompok Kelas	Rata-Rata (Pos-Pre)	Standar Deviasi	Uji <i>Effect Size</i>	Kriteria
Eksperimen	47,53	15,43	0,536	Sedang
Kontrol	38,60	17,80		

4. Analisis Keterampilan *System Thinking*

Adapun untuk mengetahui ukuran keterampilan *system thinking* peserta didik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan, didapatkan hasil pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Analisis Keterampilan *System Thinking*

Ket.	Eksperimen		<i>Effect Size</i>	Kontrol		<i>Effect Size</i>
	<i>Pre</i>	<i>Post</i>		<i>Pre</i>	<i>Post</i>	
<i>Mean</i>	27,85	74,62	1,63	22,26	60,92	1,35
Kriteria	Kurang	Baik	-	Kurang	Baik	-

Berdasarkan Tabel 4.9 diperoleh hasil analisis keterampilan *system thinking* kelas percobaan dan kontrol. Kelas percobaan yang menggunakan model pembelajaran *Hands-on Activity* pada materi kesetimbangan kimia memiliki nilai rata-rata/mean *pre test* sebesar 27,85 dengan kriteria kurang dan nilai rata-rata/mean *posttest* sebesar 74,62 dengan kriteria baik. Sedangkan untuk kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran non *Hands-on*

Activity pada materi kesetimbangan kimia, diperoleh nilai rata-rata/mean *pretest* sebesar 22,26 dengan kriteria kurang dan nilai rata-rata/mean *posttest* sebesar 60,92 dengan kriteria baik.

Adapun cakupan persentase indikator *system thinking* ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Cakupan Persentase Indikator *System Thinking*

No.	Indikator	Soal	Persentase (%)		Kriteria	
			Eksp	Kontr	Eksp	Kontr
1.	Melihat keseluruhan	3;6	70,38	63,02	Baik	Baik
2.	Pengakuan kausalitas	7;8;11;12	49,62	39,14	Cukup	Cukup
3.	Memahami perilaku dinamis	1	65,62	55,20	Baik	Baik
4.	Memahami mekanisme sistem	4	49,80	36,80	Cukup	Cukup
5.	Mengidentifikasi dan memahami umpan balik	5	52,58	34,83	Cukup	Cukup
6.	Dimensi tersembunyi	2;10;13;14	42,87	38,02	Cukup	Cukup
7.	Mengidentifikasi titik intervensi	9	53,87	41,32	Cukup	Cukup
8.	Prediksi masa depan	15	35,76	22,56	Cukup	Kurang

Kemudian data yang telah diperoleh dari hasil tes peserta didik, selanjutnya diinterpretasikan ke dalam empat level kategori berdasarkan keterampilan *system thinking*. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Cakupan Level Keterampilan *System Thinking* Peserta Didik

Level	Eksperimen		Kontrol			
	Frekuensi (%)	Kategori	Frekuensi (%)	Kategori	Frekuensi (%)	Kategori
4 (100-80)	0	0%	Sangat baik	0	0%	Sangat Baik
3 (80-60)	14	40%	Baik	5	14%	Baik
2 (60-30)	17	49%	Cukup	23	64%	Cukup
1 (30-0)	4	11%	Kurang	8	22%	Kurang
Jumlah	35	100%	-	36	100%	-

Berdasarkan Tabel 4.11 didapatkan hasil tes keterampilan *system thinking* pada kelas percobaan berupa: tidak ada peserta didik yang masuk ke dalam kategori sangat baik; 14 peserta didik masuk ke dalam kategori baik; 17 peserta didik masuk ke dalam kategori cukup; dan 4 peserta didik masuk ke dalam kategori kurang. Sedangkan pada kelas kontrol, tidak terdapat peserta didik masuk ke dalam kategori sangat baik; 5 peserta didik masuk ke dalam kategori baik; 23 peserta didik masuk ke dalam kategori cukup; dan 8 peserta didik masuk ke dalam kategori kurang.

C. Pembahasan

Penelitian ini menyatakan bahwa penerapan model *Hands-on Activity* dapat memberikan perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kontrol. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa model *Hands-on Activity* dapat memengaruhi keterampilan *system thinking* peserta didik

dengan menunjukkan hasil *effect size* sebesar 0,536 dengan kategori sedang. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Zahara (2018).

Kesetimbangan kimia merupakan materi yang digunakan pada penelitian ini. Materi tersebut termasuk salah satu materi kimia yang dipelajari oleh peserta didik ketika mereka berada pada kelas XI SMA, baik untuk Kurikulum 13 maupun Kurikulum Merdeka. Kesetimbangan kimia sering dianggap sebagai materi yang sulit karena konsep yang disajikan banyak yang bersifat abstrak (Basyiroh et al., 2022).

Penelitian ini menggunakan instrumen tes berupa 15 soal esai sebagai alat ukur keterampilan *system thinking*. Setiap instrumen tes dirancang dan diinterintegrasikan dengan indikator keterampilan *system thinking* yang dikemukakan oleh Feriver et al. (2019).

Indikator tersebut meliputi melihat keseluruhan, pengakuan kausalitas, memahami perilaku dinamis, memahami mekanisme sistem, mengidentifikasi dan memahami umpan balik, dimensi tersembunyi, mengidentifikasi titik intervensi, dan prediksi masa depan. Adapun tingkatan level masing-masing indikator mengacu pada tingkatan level yang dikemukakan oleh Feriver et al. (2019). Tingkatan tersebut meliputi tingkat 1 (kurang), tingkat 2 (cukup), tingkat 3 (baik), dan tingkat 4 (sangat

baik). Tabel cakupan persentase indikator dan tingkatan level keterampilan *system thinking* ditampilkan pada Tabel 4.10 dan 4.11.

Instrumen tes yang sudah dirancang, sebelumnya divalidasi terlebih dahulu oleh dosen. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa item soal yang telah dirancang telah sesuai dengan indikator relevan keterampilan *system thinking* dan materi pembelajaran yang relevan. Validasi instrumen dalam penelitian ini dilakukan oleh dua orang dosen. Jika telah memenuhi standar kelayakan, maka instrumen tes layak digunakan dan diuji cobakan dalam pelaksanaan penelitian. Uji coba instrumen tes pada penelitian ini diuji cobakan kepada peserta didik yang bukan menjadi sampel penelitian.

Instrumen tes keterampilan *system thinking* pada penelitian ini diuji cobakan kepada peserta didik kelas XI-A2 SMAN 15 Semarang secara *offline*. Peserta didik yang mengerjakan uji coba instrumen tes keterampilan *system thinking* ini memiliki syarat yaitu pernah memperoleh dan mempelajari materi kesetimbangan kimia. 33 peserta didik yang mengerjakan uji coba instrumen tes keterampilan *system thinking*. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis kelayakannya dengan menggunakan uji validitas, reliabilitas, tingkat kesulitan soal, dan daya pembeda soal menggunakan aplikasi *SPSS versi 25* dan *Microsoft Excel*.

Hasilnya lima belas instrumen tes keterampilan *system thinking* menunjukkan layak dan valid digunakan sebagai soal *pretest* dan *posttest* dalam penelitian ini. Penelitian ini dilakukan di SMAN 15 Semarang yang terdiri dari 36 peserta didik kelas XI-A5 dan 35 peserta didik kelas XI-A6. Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yaitu *pretest*, perlakuan, dan *posttest*.

Pertemuan pertama yaitu peserta didik mengerjakan *pretest* keterampilan *system thinking*. Pengerjaan *pretest* dimaksudkan untuk mengetahui pemahaman awal peserta didik. Setelah melaksanakan kegiatan *pretest*, tahapan penelitian selanjutnya berupa pemberian perlakuan sesuai dengan sintaks berdasarkan model pembelajaran *Hands-on Activity* pada materi kesetimbangan kimia.

Pada pertemuan kedua ini, materi yang dipelajari yaitu konsep reaksi bolak-balik yang terjadi dalam keadaan kesetimbangan fisis dan kimia, kesetimbangan homogen, kesetimbangan heterogen, kesetimbangan statis serta kesetimbangan dinamis. Model *Hands-on Activity* pada penelitian ini menerapkan empat sintaks di antaranya menggali informasi dan menanyakannya, melakukan aktivitas dan menemukan, mengumpulkan dan menganalisis data serta membuat kesimpulan.

Sintaks pertama adalah menggali informasi dan menanyakannya. Kegiatan yang dilakukan adalah pengajar

memberikan LKPD yang berisi pertanyaan pemantik yang dapat memotivasi keingintahuan peserta didik. Pertanyaan pemantik tersebut mengenai “ketika kertas dibakar, apakah abunya dapat kembali menjadi kertas lagi?”. Pengajar juga mendemonstrasikan fenomena reaksi yang dimaksudkan dalam LKPD yaitu fenomena reaksi pembakaran kertas dan kristal biru (padatan tembaga). Melalui demonstrasi tersebut peserta didik dapat mendengarkan dan menyimak fenomena yang terjadi serta melakukan kegiatan tanya jawab dan mengajukan hipotesis untuk dapat memahami konsep secara menyeluruh.

Sintaks kedua mengenai beraktivitas dan menemukan. Peserta didik melakukan percobaan sederhana untuk membuktikan hipotesis konsep yang telah didapat sebelumnya. Salah satu percobaannya adalah pembuktian ciri reaksi kesetimbangan kimia sub topik hubungan laju reaksi dengan proses kesetimbangan. Proses pembuktian melalui percobaan hubungan laju reaksi dengan proses kesetimbangan tersebut dilakukan di bawah pengawasan pengajar sesuai dengan petunjuk yang ada. Supaya peserta didik lebih memahami terhadap aktivitas dan hasil temuannya sendiri, peneliti membagi peserta didik ke dalam 6 tim berdasarkan keheterogenan untuk mengerjakan LKPD.

Pembelajaran menggunakan LKPD ini mendukung pembelajaran secara mandiri agar peserta didik dapat menggali pemahamannya sendiri. Ketika pembelajaran menggunakan LKPD, peserta didik dapat menemukan dan menghubungkan apa yang terdapat dalam konsep yang telah dipelajari. Selanjutnya sintaks ketiga yaitu mengumpulkan dan menganalisis. Kegiatan yang dilakukan adalah peserta didik mengumpulkan data dan mencatat poin-poin penting yang telah didapat serta mendiskusikannya secara berkelompok.

Sintaks keempat yaitu membuat kesimpulan. Kegiatan yang dilakukan adalah peserta didik menyampaikan hasil data yang telah dianalisis, lalu dipresentasikan, dibandingkan, dan didiskusikan dengan kelompok lain. Dalam hal ini, peserta didik diberikan kebebasan untuk bertanya maupun memberikan tanggapan agar dapat menyimpulkan hasil kegiatan pembelajaran.

Salah satu peserta didik memberikan kesimpulannya yaitu pada reaksi kesetimbangan kimia terjadi reaksi bolak-balik yang dibuktikan pada peristiwa perubahan warna dari biru ke hijau dan kembali lagi ke warna biru pada kristal biru ketika dibakar. Kemudian reaksi kesetimbangan pada kondisi fisika dan kimianya, dapat terjadi pada keadaan homogen dan heterogen, dan memiliki karakteristik salah satunya laju ke arah kanan (produk) sama dengan laju ke

arah kiri (pereaksi). Hal tersebut telah dibuktikan dengan percobaan yang telah dilakukan. Setelah itu, pengajar melakukan pementasan terhadap materi yang sudah diajarkan.

Pertemuan ketiga dan keempat pada pembelajaran *Hands-on Activity* adalah membahas materi tentang konsep dan perhitungan tetapan kesetimbangan (K_c , K_p , derajat disosiasi, hubungan K_c dan K_p , manipulasi hukum kesetimbangan, kuosien reaksi, dan faktor pergeseran kesetimbangan). Kegiatan belajar mengajar pada pertemuan ketiga dan keempat ini menggunakan empat sintaks pembelajaran.

Sintaks pertama adalah menggali informasi dan menanyakannya. Hal yang dilakukan adalah pengajar memberikan LKPD yang berisi pertanyaan mengenai konsep dan perhitungan tetapan kesetimbangan yang dapat memotivasi keingintahuan peserta didik. Pengajar juga bertanya untuk membuka wawasan peserta didik mengenai fasa zat yang terlibat dalam menghitung tetapan kesetimbangan. Melalui kegiatan tersebut peserta didik dapat mendengarkan dan menyimak serta dapat melakukan kegiatan tanya jawab untuk memahami konsep secara mendalam.

Sintaks kedua adalah beraktivitas dan menemukan. Kegiatan yang dilakukan adalah pengajar memberikan

media ajar berupa *Power Point* yang berisi terkait konsep dan perhitungan tetapan kesetimbangan. Cakupan isi *Power Point* tersebut adalah sebagai berikut:

TETAPAN KESETIMBANGAN KIMIA

Rubik | Semarang, 14 Maret 2024

Tetapan Kesetimbangan (K)

Bayu | Institut Kesetimbangan

Untuk memahami tetapan kesetimbangan, anda perlu memahami 3. dan nilai di atas menunjukkan arah pergeseran pada saat kesetimbangan bergeser.

$K > 1$ $K < 1$ $K = 1$

Kesetimbangan (K):
 $K > 1$ bergeser ke kanan
 $K < 1$ bergeser ke kiri

Pernyataan Kesetimbangan

Tetapan Kesetimbangan Konsentrasi (Kc)

Mendefinisikan konstanta kesetimbangan Kc adalah hasil dari konsentrasi produk dibagi dengan konsentrasi reaktan, masing-masing dipangkatkan dengan koefisien stoikiometri.

Reaksi: $\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g)$

$K_c = [\text{CO}_2]$

Practice Makes Perfect

Tentukan persamaan tetapan kesetimbangan kesetimbangan (Kc) dari reaksi di bawah ini:

- $\text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{H}_2(g)$
- $\text{CH}_4(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2(g)$ (4 molekul air)
- $\text{CH}_4(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2(g)$
- $\text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$
- $\text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$
- $\text{H}_2\text{O}(g) + \text{CO}(g) \rightleftharpoons \text{H}_2(g) + \text{CO}_2(g)$ (4 molekul air)

Practice Makes Perfect

Tentukan harga tetapan kesetimbangan kesetimbangan (Kc) dari reaksi di bawah ini:

- Perhatikan reaksi di bawah ini:
 $\text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g)$
 Reaksi diatas adalah dua kali reaksi untuk 1. Pada kondisi awal terdapat 1.0 mol CO_2 dan 1.0 mol H_2 , sedangkan kesetimbangan tercapai pada kondisi tersebut adalah 0.5 mol. Berapa konstanta kesetimbangan Kc?
 $K_c = 1$
- Sejumlah 0.07 mol gas NH_3 dipanaskan pada 0.015 M gas H_2 dan 0.015 M gas N_2 pada 1000°C. Pada kesetimbangan tercapai terdapat 0.010 mol gas NH_3 . Berapa konstanta kesetimbangan Kc?
 $K_c = 0.01$
- Pada suhu tertentu terdapat suatu kesetimbangan sebagai berikut:
 $\text{H}_2\text{O}(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(g) + \text{OH}^-(g)$
 Pada awalnya 2 L, sejumlah partikel $\text{H}_2\text{O}(g)$ adalah dua kali jumlah partikel $\text{H}_3\text{O}^+(g)$ dan dua kali jumlah partikel $\text{OH}^-(g)$. Pada kesetimbangan tercapai terdapat 2 mol $\text{H}_2\text{O}(g)$, berapa konstanta kesetimbangan Kc?
 $K_c = 0.01$

Can you translate chemical equations into chemical reactions? Write down the chemical equations for the following reactions.

$\text{P}_2 + \text{F}_2 \rightleftharpoons \text{PF}_3$

Practice Makes Perfect

Tentukan persamaan tetapan kesetimbangan kesetimbangan (Kc) pada reaksi di bawah ini:

- $\text{H}_2\text{O}(g) + \text{Cl}_2(g) \rightleftharpoons \text{HCl}(g) + \text{HOCl}(g)$
- $\text{H}_2\text{O}(g) + \text{Cl}_2(g) \rightleftharpoons \text{HCl}(g) + \text{HOCl}(g)$
- $2\text{P}(s) + 3\text{F}_2(g) \rightleftharpoons \text{P}_2\text{F}_6(g)$

Tetapan Kesetimbangan Tekanan (Kp)

Mendefinisikan konstanta kesetimbangan Kp adalah hasil dari tekanan produk dibagi dengan tekanan reaktan, masing-masing dipangkatkan dengan koefisien stoikiometri.

Reaksi: $\text{NH}_4\text{HS}(s) \rightleftharpoons \text{NH}_3(g) + \text{H}_2\text{S}(g)$

$K_p = P_{\text{NH}_3} P_{\text{H}_2\text{S}}$

Practice Makes Perfect

Tentukan harga tetapan kesetimbangan kesetimbangan (Kp) dari reaksi di bawah ini:

- Pada suhu 425°C tekanan masing-masing 0.10 bar 3 mol gas H_2 dan 0.10 bar tekanan H_2O menghasilkan gas H_2O dan H_2 . Jika tekanan total campuran gas adalah 0.40 bar, berapa K_p ?
- Gas X terdapat dalam suatu wadah penutupan rapat. Pada kesetimbangan terdapat 0.10 mol gas X dan 0.10 mol gas Y. Jika tekanan total campuran gas adalah 0.20 bar, berapa K_p pada suhu tersebut?
 $\text{X}(g) + \text{Y}(g) \rightleftharpoons \text{XY}(g)$
 Jika pada suhu tersebut terdapat 0.10 mol gas X, 0.10 mol gas Y, dan 0.10 mol gas XY, berapa konstanta kesetimbangan Kc pada suhu tersebut?
 $K_c = 0.01$
- Dalam suatu wadah tertutup, sejumlah 0.10 mol gas H_2 dan 0.10 mol gas I_2 dipanaskan pada suhu 425°C. Pada kesetimbangan tercapai terdapat 0.10 mol gas HI . Berapa konstanta kesetimbangan Kc pada suhu tersebut?
 $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$
 Berapa konstanta kesetimbangan Kc pada suhu tersebut?
 $K_c = 0.01$

Hubungan Kc dan Kp

Hubungan K_p dan K_c dapat ditentukan berdasarkan persamaan ideal:

$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$

di mana Δn adalah jumlah koefisien gas produk dikurangi jumlah koefisien gas reaktan.

Contoh: $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$

$\Delta n = 2 - (1 + 3) = -2$

$K_p = K_c (RT)^{-2}$

Konstanta kesetimbangan:

- $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$
- $K_p = K_c (RT)^{-2}$
- $K_p = K_c (RT)^{-2}$
- $K_p = K_c (RT)^{-2}$

Derajat Disosiasi

Tentukan derajat disosiasi (α) dari reaksi kesetimbangan di bawah ini:

Reaksi: $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$

Derajat disosiasi (α) adalah perbandingan jumlah mol gas yang terdisosiasi dengan jumlah mol gas awal.

Contoh: $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$

Derajat disosiasi (α) adalah perbandingan jumlah mol gas yang terdisosiasi dengan jumlah mol gas awal.

Contoh: $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$

Derajat disosiasi (α) adalah perbandingan jumlah mol gas yang terdisosiasi dengan jumlah mol gas awal.

Contoh: $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$

Practice Makes Perfect

- Sejumlah 0.10 mol gas N_2 dan 0.10 mol gas O_2 dipanaskan pada suhu 425°C. Pada kesetimbangan tercapai terdapat 0.10 mol gas NO . Berapa konstanta kesetimbangan Kc pada suhu tersebut?
 $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}(g)$
 $K_c = 0.01$
- Sejumlah 0.10 mol gas N_2 dan 0.10 mol gas O_2 dipanaskan pada suhu 425°C. Pada kesetimbangan tercapai terdapat 0.10 mol gas NO . Berapa konstanta kesetimbangan Kc pada suhu tersebut?
 $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}(g)$
 $K_c = 0.01$
- Sejumlah 0.10 mol gas N_2 dan 0.10 mol gas O_2 dipanaskan pada suhu 425°C. Pada kesetimbangan tercapai terdapat 0.10 mol gas NO . Berapa konstanta kesetimbangan Kc pada suhu tersebut?
 $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}(g)$
 $K_c = 0.01$

Kuision Konsentrasi (Qc)

Tentukan harga kuision konsentrasi (Q_c) dari reaksi kesetimbangan di bawah ini:

Reaksi: $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$

Kuision konsentrasi (Q_c) adalah perbandingan hasil kali konsentrasi produk dengan koefisien stoikiometri dibagi dengan hasil kali konsentrasi reaktan dengan koefisien stoikiometri.

Contoh: $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$

$Q_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$

Contoh: $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$

$Q_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$

Contoh: $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$

$Q_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$

Manipulasi Hukum Kesetimbangan Kimia

- Jika reaksi terbalik, berarti nilai tetapan kesetimbangan terbalik. Jika reaksi dibalik, berarti nilai K juga dibalik.

$$K = \frac{1}{K}$$
- Jika reaksi kesetimbangan dikali faktor n , berarti nilai K dipangkatkan n .

$$K = K^n$$
- Jika reaksi kesetimbangan dibagi faktor n , berarti nilai K dikali n .

$$K = \frac{1}{K^n}$$
- Jika reaksi-reaksi kesetimbangan digabungkan, berarti nilai K merupakan hasil kali nilai-nilai yang digabungkan.

$$K_1 \times K_2 = K_3$$

Faktor Pegerahan Kesetimbangan

Konstanta Kesetimbangan (K_c) tidak dipengaruhi oleh perubahan suhu, oleh karena itu, untuk dapat menggeserkan reaksi yang melibatkan kesetimbangan, maka harus:

Langkah	Pengaruhnya bagi konsentrasi/tekanan/tekanan	Pengaruhnya bagi kesetimbangan	Pengaruhnya terhadap K
1. Menambah konsentrasi reaktan	menyebabkan peningkatan konsentrasi reaktan	geserkan kesetimbangan ke arah produk	tidak terpengaruh
2. Mengurangi konsentrasi reaktan	menyebabkan penurunan konsentrasi reaktan	geserkan kesetimbangan ke arah reaktan	tidak terpengaruh
3. Menambah konsentrasi produk	menyebabkan peningkatan konsentrasi produk	geserkan kesetimbangan ke arah reaktan	tidak terpengaruh
4. Mengurangi konsentrasi produk	menyebabkan penurunan konsentrasi produk	geserkan kesetimbangan ke arah produk	tidak terpengaruh
5. Menambah tekanan	menyebabkan peningkatan tekanan	geserkan kesetimbangan ke arah yang memiliki koefisien mol yang lebih kecil	tidak terpengaruh
6. Mengurangi tekanan	menyebabkan penurunan tekanan	geserkan kesetimbangan ke arah yang memiliki koefisien mol yang lebih besar	tidak terpengaruh
7. Menambah suhu	menyebabkan peningkatan suhu	geserkan kesetimbangan ke arah yang bersifat endotermik	terpengaruh
8. Mengurangi suhu	menyebabkan penurunan suhu	geserkan kesetimbangan ke arah yang bersifat eksotermik	terpengaruh

Manipulasi Hukum Kesetimbangan Kimia

Berdasarkan soal berikut ini!

- Diketahui reaksi kesetimbangan:

$$P_2 + O_2 \rightleftharpoons 2PO$$

$$K = 32$$

$$P_2 = \frac{1}{2} O_2 \text{ dan } PO = 5 \text{ dan } K = 4$$
 Tentukanlah K_c untuk reaksi:

$$P_2 + 2O \rightleftharpoons 2PO$$
- Pada suhu 25°C, reaksi berikut memiliki tetapan kesetimbangan:

$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 \quad K = 3.2 \times 10^4$$

$$2H_2S + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O \quad K = 6.1 \times 10^8$$
 Tentukan nilai K_c untuk reaksi di bawah ini:

$$2H_2S + 2SO_2 \rightleftharpoons 2H_2O + 2SO_3$$

Practice Makes Perfect

- Tentukan arah pergeseran kesetimbangan untuk berikut:

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g) \quad \Delta H = -4.84 \text{ kJ}$$
 Jika pada awalnya:
 - Ditambah O_2
 - Ditambah H_2
 - Ditambah H_2O
 - Ditambah gas inert
 - Suhu dinaikkan
 - Penambahan katalis
- Diketahui, K_p $Ag_2O \rightleftharpoons 2Ag + \frac{1}{2} O_2$ adalah 0.1 pada 400°C dan 0.00175 pada 600°C. Hitunglah ΔH_{Ag_2O} per mol Ag_2O yang terurai.
- Sebuah campuran gas 10% akan terurai pada suhu kesetimbangan. Hitunglah K_p .
- Tentukan tetapan kesetimbangan (K_c) untuk reaksi kesetimbangan di bawah ini:

$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$$
 Jika pada awalnya:
 - Ditambah O_2
 - Ditambah SO_2
 - Ditambah SO_3
 - Ditambah gas inert
 - Suhu dinaikkan
 - Penambahan katalis

Gambar 4.1 Cakupan isi *Power Point* perhitungan kesetimbangan

Cakupan isi *Power Point* tersebut meliputi topik konstanta kesetimbangan konsentrasi (K_c), konstanta kesetimbangan tekanan (K_p), derajat disosiasi, kuosien konsentrasi (Q_c), manipulasi hukum kesetimbangan, hubungan K_c dan K_p serta faktor-faktor yang memengaruhi kesetimbangan. Supaya peserta didik lebih memahami terhadap aktivitas dan hasil temuannya sendiri, peneliti membagi peserta didik ke dalam 6 kelompok berdasarkan keheterogenan untuk mengerjakan LKPD yang berisi latihan soal perhitungan kesetimbangan yang telah dibagikan sebelumnya. Dilanjutkan dengan sintaks ketiga yaitu mengumpulkan dan menganalisis. Kegiatan yang dilakukan adalah peserta didik mengumpulkan hasil dan mencatat poin-poin penting yang telah didapat serta mendiskusikannya secara berkelompok.

Sintaks keempat yaitu membuat kesimpulan. Peserta didik menyampaikan hasil data yang telah dianalisis, lalu dipresentasikan, dibandingkan, dan didiskusikan dengan tim lain. Peserta didik diberikan kebebasan menanyakan maupun memberikan tanggapan agar dapat menyimpulkan hasil kegiatan pembelajaran.

Salah satu peserta didik menyampaikan kesimpulannya terkait materi konsep dan perhitungan tetapan kesetimbangan bahwa terdapat banyak konsep yang dapat mengukur aktivitas suatu reaksi kimia dalam mencapai daerah setimbangnya di antaranya dapat mengukur dalam konteks konsentrasi, tekanan, dan lain-lain. Hal menarik lainnya, hukum dalam kesetimbangan dapat dimanipulasi agar dapat mencapai reaksi optimum. Setelah itu, pengajar melakukan pemantapan terhadap materi yang sudah diajarkan dan meluruskan kesalahpahaman.

Pemantapan atau penguatan materi setelah proses pembelajaran dapat menuntaskan permasalahan yang belum dituntaskan peserta didik dalam proses pembelajaran. Pengajar dapat menambahkan maupun menjelaskan ulang materi yang belum dipahami peserta didik serta memberikan informasi terkait hubungan materi yang sedang dipelajari dengan materi yang akan datang.

Pertemuan kelima pada proses pembelajaran *Hands-on Activity* adalah materi tentang faktor pergeseran kesetimbangan kimia yang akan dibuktikan secara eksperimen oleh peserta didik. Pada pertemuan keempat ini dilakukan penerapan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan empat sintaks pembelajaran.

Sintaks pertama adalah menggali informasi dan bertanya. Pengajar membagi peserta didik ke dalam 5 tim berdasarkan keheterogenan. Kemudian pengajar membagikan Lembar Pengamatan Praktikum faktor pergeseran kesetimbangan dan menjelaskan mekanisme pembelajaran yang akan berlangsung. Peserta didik mendengarkan dan menyimak serta menanyakan beberapa hal yang berkaitan dengan praktikum.

Sintaks kedua yaitu beraktivitas dan menemukan. Peserta didik melakukan kegiatan praktikum sesuai dengan prosedur dalam Lembar Pengamatan. Praktikum yang dilakukan peserta didik adalah untuk membuktikan faktor pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi oleh konsentrasi zat-zat yang terlibat dalam reaksi dan temperatur reaksi.

Pada praktikum faktor pergeseran yang dipengaruhi oleh konsentrasi, peserta didik dituntut untuk mengidentifikasi secara kualitatif perubahan warna yang terjadi ketika sampel utama diberikan beberapa

penambahan reagen seperti FeCl_3 , KSCN , Na_2HPO_4 , dan akuades. Kemudian pada faktor pergeseran oleh suhu, peserta didik melakukan pembakaran terhadap padatan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ agar dihasilkan gas NO_2 . Setelah itu diberikan beberapa perlakuan dengan menempatkan gas NO_2 yang telah diisolasi dalam wadah yang memiliki suhu 15°C , 27°C , dan 80°C . Kemudian diamati perubahan yang terjadi. Dilanjutkan dengan sintaks ketiga adalah mengumpulkan dan menganalisis. Peserta didik melakukan pengamatan terhadap praktikum yang dilakukan dan mencatat beberapa hal penting dan menghubungkannya dengan konsep yang sudah mereka pelajari.

Sintaks keempat yaitu membuat kesimpulan. Pada kegiatan ini, pengajar meminta peserta didik mempresentasikan hasil yang sudah didapatkan selama praktikum dan membandingkannya dengan kelompok lain. Setelah itu, peserta didik menyimpulkan hasil kegiatan pembelajaran setelah melakukan diskusi dan komparasi hasil dengan kelompok lain.

Salah satu peserta didik menyampaikan kesimpulan terkait praktikum faktor pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi oleh konsentrasi. Di mana ketika konsentrasi suatu zat ditambahkan maka pergeseran kesetimbangan akan bergeser ke arah zat yang konsentrasinya kurang. Sebaliknya jika konsentrasi suatu zat dikurangi maka akan

pergeseran kesetimbangan akan bergeser ke dirinya sendiri. Kemudian peserta didik lainnya menambahkan terkait hasil praktikum faktor pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi oleh suhu. Pada pengaruh suhu, reaksi pembentukan NO_2 (gas berwarna *orange* kecokelatan) menjadi N_2O_4 (gas yang berwarna coklat pudar) mengalami reaksi eksotermis. Ketika gas NO_2 ditempatkan dalam wadah yang bersuhu 15°C maka warna gas akan berubah menjadi coklat pudar sehingga pergeseran keetimbangan akan bergeser ke kanan. Ketika gas NO_2 ditempatkan dalam wadah yang bersuhu 80°C maka warna gas berubah menjadi coklat pekat sehingga pergeseran akan bergeser ke kiri. Terakhir, ketika gas NO_2 ditempatkan dalam wadah yang bersuhu 27°C teramati gas tidak mengalami perubahan warna. Setelah itu, guru melakukan pemantapan terhadap materi yang sudah diajarkan dan meluruskan kesalahpahaman.

Pertemuan keenam pada pembelajaran *Hands-on Activity* adalah mereview materi yang telah dipelajari dan latihan soal bersama. Hal ini ditunjukkan untuk menguatkan daya nalar dan konsep peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

Hasil penggunaan model *Hands-on Activity* pada penelitian ini sesuai dengan penelitian Bhato et al. (2018). Peserta didik terlihat antusias dan melakukan pemecahan

masalah secara beresama-sama dengan melihat keseluruhan aspek permasalahan, pemahaman yang bermakna melalui berbagai percobaan, dan menghubungkan satu konsep dengan konsep yang lain. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian lainnya seperti Arista (2012) dan Cania (2019) bahwa model *Hands-on Activity* mampu mengoptimalkan hasil belajar peserta didik.

Setelah seluruh kegiatan pembelajaran dilakukan, maka dilakukan *posttest* keterampilan *system thinking*. *Posttest* bertujuan untuk mengetahui kemampuan akhir peserta didik. Hasil *pretest* dan *posttest* yang diperoleh, dianalisis dengan aplikasi *SPSS versi 25*. Analisis data *pretest* dan *posttest* dibagi menjadi dua, yaitu uji pendahuluan (prasyarat) dan uji dugaan sementara (hipotesis). Uji prasyarat yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji normalitas dengan menggunakan uji *Saphiro Wilk*. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal atau tidak.

Berdasarkan hasil uji normalitas, diperoleh hasil data *pretest* instrumen tes keterampilan *system thinking* pada kelas percobaan dan kontrol memiliki distribusi yang normal. Sementara itu, data *posttest* instrumen tes keterampilan *system thinking* pada kelas percobaan maupun kendali tidak berdistribusi normal. Berdasarkan

hasil yang diperoleh, dapat dianggap bahwa data tersebut tidak berdistribusi normal. Hal tersebut selaras dengan penelitian Hrin et al (2017) yang melakukan penelitian mengenai *system thinking* dengan menunjukkan hasil data berdistribusi tidak normal sehingga uji hipotesisnya dilakukan menggunakan uji non parametrik (Uji *Mann-Whitney U*).

Uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan uji *Levene*. Tujuannya adalah menguji homogenitas data sampel yang diambil. Hasilnya, data penelitian menunjukkan hasil yang homogen dengan nilai *sig* pada tabel 4.6 menunjukkan nilai 0,294. Artinya nilai *sig* lebih dari taraf signifikansi (0,05).

Uji kedua yaitu uji hipotesis keterampilan *system thinking*. Uji dugaan sementara ini menggunakan statistik non parametrik berupa uji *Mann-Withney U* karena data yang diperoleh tidak memiliki distribusi yang normal. Tujuannya adalah ingin mengetahui adakah perbedaan rata-rata/mean antara dua kelompok data yang berasal dari subjek yang berbeda. Uji *Mann-Withney U* merupakan uji lain dari uji t jika data yang diperoleh tidak berdistribusi secara normal.

Berdasarkan hasil uji *Mann-Withney U*, diperoleh nilai *Asymp.Sig. (2-tailed)* sebesar 0,012. Jika nilai *Asymp.Sig. (2-tailed)* lebih rendah dari taraf signifikansi (0,05) maka H_a

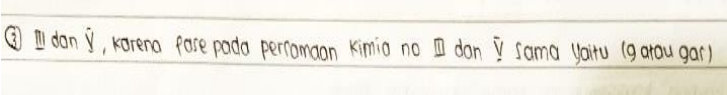
diterima dan H_0 ditolak. Artinya, model *Hands-on Activity* berpengaruh terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

Berdasarkan hasil uji *effect size* yang diperoleh, model *Hands-on Activity* cukup memengaruhi keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia dengan nilai *effect size* sebesar 0,536. Adapun keterampilan *system thinking* peserta didik pada penelitian ini dikategorikan baik.

Aspek keterampilan *system thinking* peserta didik dapat diamati jawaban *pretest* maupun *posttest* peserta didik. Berikut ini adalah contoh jawaban peserta didik sebagai representasi indikator

Indikator yang pertama adalah melihat keseluruhan. Pada indikator ini peserta didik dibantu untuk mengenali komponen-komponen penyusun sistem dan proses yang terjadi di dalam sistem. Berikut ini adalah perbedaan jawaban peserta didik saat *pretest* dan *posttest* tes keterampilan *system thinking*:

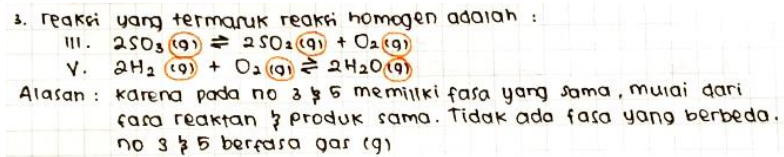
Jawaban *pretest*:



3) III dan V, karena fase pada persamaan kimia no III dan V sama yaitu (gas/gas)

Gambar 4.2 Jawaban *pretest* indikator pertama

Jawaban *post test*:



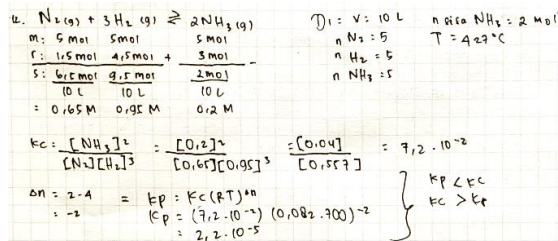
Gambar 4.3 Jawaban *posttest* indikator pertama

Feriver et al. (2019) menjelaskan bahwa dalam melihat keseluruhan, peserta didik akan mampu menyampaikan perspektif multidimensi terhadap permasalahan yang diberikan. Indikator pertama keterampilan *system thinking* pada penelitian ini menunjukkan cakupan persentase sebesar 70,38 pada kelas percobaan dan 63,02 pada kelas kontrol dengan masing-masing menunjukkan kategori baik (tingkat 3). Hasil tersebut lebih baik jika dibandingkan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Effendi et al. (2023) yang mendapatkan hasil dengan kategori kurang (tingkat 1).

Model *Hands-on Activity* mendorong peserta didik untuk menjawab soal lebih menyeluruh dan melihat dari berbagai dimensi seperti faktor fasa, konsep reaksi homogen dalam kesetimbangan kimia dengan menyertakan bukti alasan yang dimaksud, sehingga terdapat perbedaan jawaban *pretest* dan *posttest* peserta didik. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa peserta didik telah lebih memahami

dan mengenal komponen sistem dan proses yang terjadi di dalamnya.

Indikator kedua yaitu pengakuan kausalitas. Indikator ini membantu peserta didik untuk dapat menemukan keterkaitan pada komponen-komponen penyusun sistem. Indikator kedua ini terdiri dari 4 soal yaitu soal 7, 8, 11, dan 12. Pada saat *pretest*, peserta didik tidak mengerjakan soal nomor 12 dikarenakan peserta didik tidak mengetahui jawaban dan belum memahami konsep tersebut. Ketika *posttest*, peserta didik menjawab semua soal yang berhubungan dengan indikator kedua *system thinking*, salah satunya soal nomor 12. Berikut jawaban soal nomor 12 peserta didik saat *posttest* tes keterampilan *system thinking*:



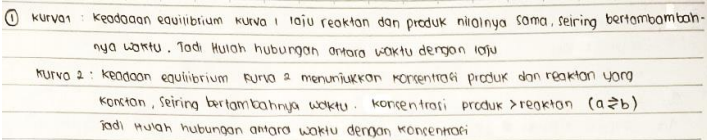
Gambar 4.4 Jawaban *posttest* indikator ke-2

Indikator kedua keterampilan *system thinking* pada penelitian ini menunjukkan cakupan persentase sebesar 49,62 pada kelas percobaan dan 39,14 pada kelas kendali dengan masing-masing menunjukkan kategori cukup (tingkat 2). Hasil tersebut tidak sesuai dengan penelitian

Feriver et al (2019) yang memperoleh hasil dengan kategori baik (tingkat 3). Perbedaan hasil yang diperoleh disebabkan dalam pengakuan kausalitas, peserta didik harus mampu melihat proses dan keterkaitan komponen dalam sistem. Jawaban yang telah ditulis oleh salah satu peserta didik yang telah memenuhi indikator pengakuan kausalitas dapat memahami hubungan antara K_c dan K_p , seperti yang tertera pada jawaban *posttest*, yang mana peserta didik menjadi lebih paham dan dapat menuliskan jawaban secara lengkap. Sementara, beberapa peserta didik yang lain masih belum memenuhi indikator kausalitas, sehingga hal ini menjadi faktor untuk indikator kedua keterampilan *system thinking* pada penelitian ini mendapatkan hasil kategori cukup.

Indikator ketiga adalah memahami perilaku dinamis. Pada indikator ini, peserta didik harus memahami perubahan yang terjadi pada sistem dari waktu ke waktu apabila terdapat gangguan. Berikut perbedaan jawaban peserta didik saat *pretest* dan *posttest* tes keterampilan *system thinking*:

Jawaban *pretest*:

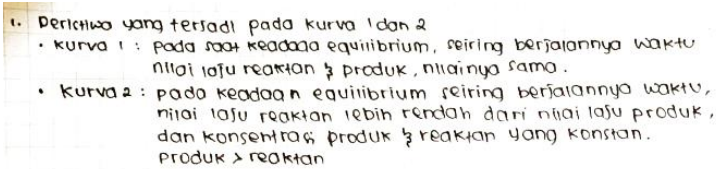


① kurva 1 : keadaan equilibrium kurva 1 laju reaktan dan produk nilainya sama, seiring bertambahnya waktu . Jadi itulah hubungan antara waktu dengan laju

kurva 2 : keadaan equilibrium kurva 2 menunjukkan konsentrasi produk dan reaktan yang konstan, seiring bertambahnya waktu . konsentrasi produk > reaktan ($a > b$)
jadi itulah hubungan antara waktu dengan konsentrasi

Gambar 4.5 Jawaban *pretest* indikator ke-3

Jawaban *posttest*:

- 
1. Peristiwa yang terjadi pada kurva 1 dan 2
- Kurva 1 : pada saat keadaan equilibrium, seiring berjalannya waktu nilai laju reaksi & produk, nilainya sama.
 - Kurva 2 : pada keadaan equilibrium seiring berjalannya waktu, nilai laju reaksi lebih rendah dari nilai laju produk, dan konsentrasi produk & reaksi yang konstan. Produk > Reaksi

Gambar 4.6 Jawaban *posttest* indikator ke-3

Berdasarkan kedua jawaban peserta didik di atas, jawaban *posttest* peserta didik lebih memahami dinamika laju dan konsentrasi pada reaksi kesetimbangan dan memahami proses perubahan yang terjadi pada sistem dengan parameter waktu yang diberikan. Indikator ketiga keterampilan *system thinking* pada penelitian ini menunjukkan cakupan persentase sebesar 65,62 pada kelas percobaan dan 55,20 pada kelas kendali dengan masing-masing menunjukkan kategori baik (tingkat 3). Hasil tersebut lebih baik jika dibandingkan penelitian yang telah dilakukan Nuraeni et al. (2020) yang mendapatkan hasil dengan kategori cukup (tingkat 2).

Indikator keempat yaitu memahami mekanisme sistem. Indikator ini memotivasi peserta didik untuk mampu mengubah suatu sistem dengan mengondisikan komponen, proses, dan interaksinya sehingga dapat mengarahkannya pada keadaan tertentu (Feriver et al., 2019). Berikut jawaban *pretest* dan *posttest* peserta didik:

Jawaban *pretest*:

4. a) Suhu : dinaikkan, karena pada soal .reaksi merupakan reaksi eksoterm, dan suhu dinaikkan agar bisa menjadi endoterm (Produk)
- b) Tekanan : diperkecil, agar bisa merambat knal
- c) Konsentrasi : ditambah . agar bisa menyeimbangkan reaksi
- d) Volume : diperbesar, agar bisa merambat ml

Gambar 4.7 Jawaban *pretest* indikator ke-4

Jawaban *posttest*:

4. D1: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $\Delta H = -92 \text{ kJ}$ \rightarrow eksoterm

dan rancang

D2: a. Suhu
b. tekanan
c. Konsentrasi N_2
d. Volume

analisis yang termasuk faktor pergerakan ketertimbangan agar pergerakan dapat mengoptimalkan produk.

D3: a. Suhu : suhu diturunkan agar produk lebih optimal. karena reaksi merupakan reaksi eksoterm (panas) sehingga suhu harus diturunkan.

b. Tekanan : tekanan dinaikkan agar produk lebih optimal. karena reaksi pada NH_3 yang kecil. maka tekanan NH_3 yang dinaikkan.

c. Konsentrasi N_2 : konsentrasi N_2 ditambah, maka akan bergeser ke kanan (ke produk). karena konsentrasi produk yang kecil jadi konsentrasi N_2 ditambah, agar dapat bergeser ke kanan (ke arah produk) sehingga konsentrasi produk sama dgn tekanan.

d. Volume : volume diturunkan, karena tekanan dinaikkan, maka volume diturunkan agar seimbang karena volume dan tekanan yang berkaitan satu sama lain.

Gambar 4.8 Jawaban *posttest* indikator ke-4

. Indikator keempat keterampilan *system thinking* pada penelitian ini menunjukkan cakupan persentase sebesar 49,80 pada kelas percobaan dan 36,80 pada kelas kendali dengan masing-masing menunjukkan kategori cukup (tingkat 2). Hasil tersebut lebih baik jika dibandingkan penelitian yang telah dilakukan Nuraeni et al. (2020) yang mendapatkan hasil dengan kategori kurang (tingkat 1).

Hal tersebut didukung oleh jawaban *pretest* dan *posttest* peserta didik di atas, dapat terlihat perbedaan yang signifikan. Pada jawaban *posttest*, peserta didik terlihat

lebih memahami komponen sistem dan mampu mengarahkan sistem pada keadaan tertentu sesuai dengan indikator pada penelitian Feriver et al. (2019).

Indikator kelima adalah mengidentifikasi dan memahami umpan balik. Pada indikator ini peserta didik didorong untuk memahami siklus yang terjadi pada suatu sistem. Berikut jawaban peserta didik:

9. hubungan :
 kurva a : seiring bertambahnya suhu, nilai tetapan keretimbangan semakin kecil karena terjadi pelepasan panas pada K. sehingga reaksi akan bergeser ke kiri.
 " b : seiring bertambahnya suhu, nilai tetapan keretimbangan semakin besar karena terjadi penyerapan panas pada K. sehingga reaksi akan bergeser ke kanan

Gambar 4.9 Jawaban *posttest* indikator ke-5

Berdasarkan jawaban peserta didik, mereka mampu mengidentifikasi dan memahami umpan balik yang terjadi dalam sistem. Peserta didik dapat menjelaskan umpan balik konstanta kesetimbangan kimia ketika terjadi kenaikan dan penurunan suhu.

Indikator kelima keterampilan *system thinking* pada penelitian ini menunjukkan cakupan persentase sebesar 52,58 pada kelas percobaan dan 34,83 pada kelas kendali dengan masing-masing menunjukkan kategori cukup (tingkat 2). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Nuraeni et al. (2020) yang mendapatkan hasil dengan kategori cukup (tingkat 2).

Indikator keenam adalah dimensi tersembunyi. Indikator ini membantu peserta didik menemukan pola dan relasi yang terjadi dalam suatu sistem. Berikut jawaban peserta didik:

10. D: $T = T^{\circ}C$ $PX = 4 \text{ atm}$
 $V = VL$ $n_k = 2 \times (1g) = 3 \text{ mol}$
 $K_p = \frac{1}{2}$

D233: (I.) bentuk $K_p = \frac{1}{(PX)^2} \times X$

Pembetulan: $K_p = \frac{(PY)^2}{(PX)^2}$ Karena pada PX semua berfase gas, maka tidak ada yang tidak dimasukkan!

Tidak ada yang bernilai 1 pada reaksi tersebut.

(II.) PY 4 kali K_p
 $K_p = \frac{(PY)^2}{(PX)^2}$
 $\frac{1}{2} = \frac{(2x)^2}{(4)^2}$
 $\frac{1}{2} = \frac{(2x)^2}{16}$
 $\frac{1}{2} = (2x)^2$
 $8 = (2x)^2$
 $2x = \sqrt{8}$
 $x = 2$

$> PY = 2$
 $K_p = \frac{1}{2} \times 2^2 = 2$

Jadi PY merupakan 4 kali nilai K_p km
 $(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}) + (\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}) = 1 + 1 = 2 \quad / \quad \frac{1}{2} \times 2^2 = 2$

(III.) K_p memperhatikan zat berfase l
 Jawaban: salah karena K_p hanya memperhatikan zat berfase gas.

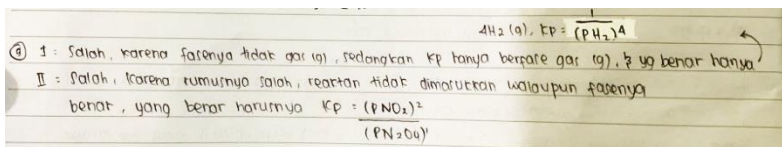
Gambar 4.10 Jawaban peserta didik indikator ke-6

Berdasarkan jawaban di atas, peserta didik dapat menemukan pola tersembunyi yang harus dipecahkan dan terjadi peningkatan yang signifikan, dari awalnya peserta didik tidak mengetahui jawaban pada saat *pretest*, maka saat *posttest* mereka mampu menjawab dengan detail dan lengkap. Indikator keenam keterampilan *system thinking* pada penelitian ini menunjukkan cakupan persentase sebesar 42,87 pada kelas percobaan dan 38,02 pada kelas kontrol dengan masing-masing menunjukkan kategori cukup (tingkat 2). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang

telah dilakukan Nuraeni et al. (2020) yang mendapatkan hasil dengan kategori cukup (tingkat 2).

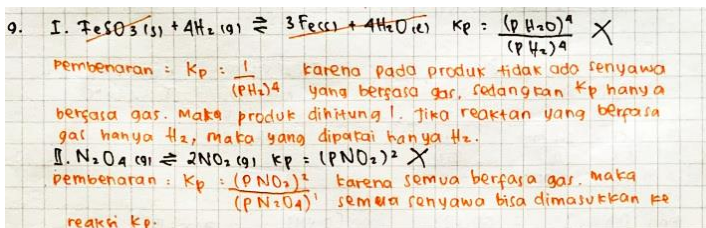
Indikator ketujuh adalah mengidentifikasi titik intervensi. Indikator ini mendorong peserta didik untuk menyimpulkan suatu kejadian dalam sistem. Berikut jawaban peserta didik.

Jawaban *pretest*:



Gambar 4.11 Jawaban *pretest* indikator ke-7

Jawaban *posttest*:



Gambar 4.12 Jawaban *posttest* indikator ke-7

Berdasarkan jawaban *pretest* dan *posttest* di atas, nampak perbedaan kesimpulan jawaban yang dibuat peserta didik. Di mana pada jawaban *pretest*, peserta didik belum dapat membuat kesimpulan yang tepat. Sedangkan pada jawaban *posttest*, mereka dapat membuat kesimpulan yang tepat dan disertai dengan penjelasan yang sesuai dengan konsep sistem.

Indikator ketujuh keterampilan *system thinking* pada penelitian ini menunjukkan cakupan persentase sebesar 53,87 pada kelas percobaan dan 41,32 pada kelas kendali dengan masing-masing menunjukkan kategori cukup (tingkat 2). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Nuraeni et al. (2020) yang mendapatkan hasil dengan kategori cukup (tingkat 2).

Indikator kedelapan yaitu prediksi masa depan. Indikator ini membantu peserta didik menjawab masalah yang melibatkan kemampuan berpikir ke masa lalu dan kemampuan berpikir ke masa yang akan datang. Berikut contoh jawaban peserta didik:

15. $2PQ = P_2 + Q_2 = F = \frac{1}{32}$
 $2PS + Q_2 = 2PQ + 2S \quad F = 4^2$

 $K_1 \times K_2 = \frac{1}{32} \cdot 16 = \frac{1}{2}$
 $0 < 0,5$

Gambar 4.13 Jawaban peserta didik indikator ke-8

Hasil jawaban peserta didik menunjukkan bahwa peserta didik mampu memprediksi nilai konstanta kesetimbangan jika terjadi perubahan pada reaksi kesetimbangan kimia. Hal ini didorong oleh, keterampilan peserta didik dalam memahami hubungan konstanta kesetimbangan dengan reaksi kesetimbangan kimia.

Indikator kedelapan keterampilan *system thinking* pada penelitian ini menunjukkan cakupan persentase sebesar 35,76 pada kelas percobaan serta 22,56 pada kelas kendali dengan masing-masing menunjukkan kategori cukup (tingkat 2) dan kurang (tingkat 1). Hasil kelas eksperimen pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Nuraeni et al. (2020) yang mendapatkan hasil dengan kategori cukup (tingkat 2).

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini tentu masih memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan, di antaranya:

1. Keterbatasan tempat

Lingkup penelitian ini terbatas dilaksanakan di SMAN 15 Semarang. Keterbatasan ini memungkinkan akan menunjukkan hasil yang berbeda apabila dilakukan di tempat yang berbeda pula.

2. Keterbatasan materi

Lingkup penelitian ini secara spesifik hanya membahas pengaruh model pembelajaran *Hands-on Activity* terhadap pemahaman peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Pemilihan materi yang berbeda akan menghasilkan data yang juga berbeda.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan uji *Mann-Whitney U*, model *Hands-on Activity* berpengaruh terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Nilai *Asymp.Sig. (2-tailed)* pada uji *Mann-Whitney U* diperoleh sebesar 0,012. Jika nilai *Asymp.Sig. (2-tailed)* menunjukkan nilai taraf signifikansi lebih rendah dari 0,05, maka terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok yang dibandingkan sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak. Berdasarkan uji *effect size* yang dilakukan pada penelitian ini, diperoleh nilai 0,536 yang mengindikasikan tingkat pengaruh sedang.

B. Implikasi

Berdasarkan hasil penelitian, maka model *Hands-on Activity* perlu diintegrasikan dengan pembelajaran kimia, terutama pada topik kesetimbangan kimia. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengembangan keterampilan *system thinking* peserta didik. Berikut implikasi hasil penelitian yang telah dilakukan:

1. Materi kesetimbangan yang bersifat abstrak dan menuntut keterampilan matematis. Mengenali komponen-komponen sistem serta memahami proses

hubungan antar komponen didalamnya dapat dilakukan melalui model pembelajaran *Hands-on Activity*. Peserta didik dapat memperoleh pengalaman dan pemahaman yang bermakna serta dapat menghubungkan keterkaitan komponen dalam sistem karena dalam model ini peserta didik dilibatkan langsung dalam proses mencari informasi, melakukan aktivitas dan menemukan, mengumpulkan dan menganalisis data, dan dapat menarik kesimpulan.

2. Penerapan model *Hands-on Activity* berpengaruh terhadap keterampilan *system thinking* peserta didik.

C. Saran

Penelitian selanjutnya yang akan meneliti *system thinking* sebagai variabel terikat, dapat menggunakan metode dan pokok bahasan lain agar keterampilan *system thinking* peserta didik dapat berkembang dalam memecahkan permasalahan yang kompleks dengan pemahaman yang bermakna dan interkoneksi antar konsep yang telah dipelajari peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Masriani, M., & Putra, R. (2017). Deskripsi Kesalahan Konsep Siswa Pada Materi Keseimbangan Kimia di SMAN 1 Teluk Keramat. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Untan*, 6(10), 1-13.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Arista, H. (2012). Peningkatan Aktivitas dan Keteuntasan Hasil Belajar Fisika Menggunakan Model Pembelajaran Hands-on Activity dengan Portofolio Assessment pada Siswa Kelas VII-B di SMP Negeri 2 Rambipuji Tahun Ajaran 2011/2012. *Skripsi*. Universitas Jember. Jember.
- Basyiroh, U., Mulyani, B., & Ariani, S. R. D. (2022). Analisis Kesulitan Belajar pada Materi Keseimbangan Kimia dengan Tes Diagnostik Three-Tier Multiple Choice pada Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Surakarta Tahun Pelajaran 2020/2021. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 11(1), 51-59.
- Bhato, D. N., Winarko, W., & Pranyata, Y. I. P. (2018). Pengaruh Hands on and Minds on Activity dengan Pendekatan Kontekstual dalam Pembelajaran Matematika Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Seminar Nasional FST*, 1, 541-550.
- Blatti, J. L., Garcia, J., Cave, D., Monge, F., Cuccinello, A., Portillo, J., Juarez, B., Chan, E., & Schwebel, F. (2019). Systems

- Thinking in Science Education and Outreach Toward a Sustainable Future. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2852–2862.
- Cania, L. (2019). Penerapan Model Hands on Minds on Activity dengan Bantuan Media Asli pada Pembelajaran Biologi di Kelas X SMAN 1 Pariangan. Skripsi. Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Batusangkar. Batusangkar.
- Casnan, Purnawan, Firmansyah, I., & Triwahyuni, H. (2022). Evaluasi proses pembelajaran dengan pendekatan systems thinking. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 12(1), 31–38.
- Chang, R. (2005). *Kimia Dasar Konsep –Konsep Inti*. Jakarta: Erlangga.
- Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D., Ginn, J., & Daneri, D. R. (2017). Teaching systems thinking to 4th and 5th Graders Using Environmental Dashboard Display Technology. *PLoS ONE*, 12(4), 1–11.
- Effendi, Q. N. A., Listiawati, M., & Yusup, I. R. (2023). Keterampilan Berpikir Sistem Menggunakan Model Discovery Learning Pada Materi Sistem Gerak Manusia. *Bioedutech: Jurnal Biologi, Pendidikan Biologi, Dan Teknologi Kesehatan*, 2(2), 11–20.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2012). *Strategies and Models for Teachers*. 5th ed. Michigan. Pearson/Allyn and Bacon.

- Fatimah, L. U., & Alfath, K. (2019). Analisis Kesukaran Soal, Daya Pembeda, dan Fungsi Distraktor. *Jurnal Komunikasi Dan Pendidikan Islam*, 8(2), 37–64.
- Feriver, Olgan, & Barth. (2019). Systems Thinking Skills of Preschool Children in Early Childhood Education Contexts from Turkey and Germany. *Journal of Sustainability*, 11(1478), 1–26.
- Gilbert, L. A., Gross, D. S., & Kreutz, K. J. (2019). Developing Undergraduate Students' Systems Thinking Skills With an InTeGrate Module. *Journal of Geoscience Education*, 67(1), 34–49.
- Gilissen, M. G. R., Verhoeff, R. P., Knippels, M. C. P. J., & Van Joolingen, W. R. (2017). Design Criteria for a Teaching Approach on Systems Thinking Systems Thinking As a Crosscutting Concept. *ESERA Conference*, 17, 1-3.
- Henriksen, Ø. H., & Aas, M. (2021). Enhancing System Thinking-a Superintendent and Three Principals Reflecting With a Critical Friend. *Educational Action Research*, 29(5), 804–819.
- Hrin, N, T., D.M, D., D.S, M., & Horvat, S. (2017). Systems Thinking in Chemistry Classroom: The Influence of Systemic Synthesis Questions on Its Development and Assessmen. *Journal of Thingking Skills and Creativity*, 23, 175–187.

- Ilma, N. (2015). Peran Pendidikan sebagai Modal Utama Membangun Karakter Bangsa. *TADBIR: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 3(1), 82–87.
- Johariah, Jalmo, T., & Lengkana, D. (2023). Pengembangan Instrumen Penilaian untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMP Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 8(1), 527-535.
- Kamdi, W. (2007). *Model-model pembelajaran inovatif*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Kartono. (2010). Hands on Activity Pada Pembelajaran Geometri Sekolah Sebagai Asesmen Kinerja Siswa. *Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 1(1), 21–32.
- Khoerunnisa, P., & Aqwal, S. M. (2020). Analisis Model-model Pembelajaran. *Fondatia*, 4(1), 1–27.
- Latip, A. E. (2020). *Evaluasi Pembelajaran: Inovasi Penilaian Hasil Belajar*. Jakarta: Puslitpen LP2M UIN Syarif Hidayatullah.
- Munandar, M. E. A. (2016). Kendala-Kendala Guru Sejarah dalam Mengimplementasikan Kurikulum 2013 di SMA Negeri Se-Kecamatan Mranggen Tahun 2015-2016. *Indonesian Journal of History Education*, 4(1), 25-32.
- Nggili, R. A. (2016). Pendekatan System Thinking dalam Kepemimpinan Transformasional. *Jurnal Humaniora*

- Yayasan Bina Darma*, 3(2), 169-183.
- Nuraeni, R., Setiono, & Himatul, A. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Sistem Siswa Kelas XI SMA pada Materi Sistem Pernapasan. *Pedagogi Hayati*, 4(1), 1-9.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian. Yogyakarta: Sibuku Media.
- Pazicni, S., & Flynn, A. B. (2019). Systems Thinking in Chemistry Education: Theoretical Challenges and Opportunities. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2752-2763.
- Prameswari, R. H., & Hakim, F. (2021). The Effectiveness of Model Team Assisted Individualization Learning Based on Hands-on Activity on Chemical Concept Understanding and Learning Motivation on Hydrocarbon Combustion Materials.. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 11(2), 203-216.
- Priyayi, D. F., Keliat, N. R., & Hastuti, S. P. (2018). Masalah dalam Pembelajaran Menurut Perspektif Guru Biologi Sekolah Menengah Atas (SMA) di Salatiga dan Kabupaten Semarang. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 2(2), 85-92.
- Putra, A. L., Kasdi, A., & Subroto, W. T. (2019). Pengaruh Media Google Earth Terhadap Hasil Belajar Berdasarkan

- Keaktifan Siswa Kelas Iv Tema Indahnya Negeriku Di Sekolah Dasar. *Jurnal Review Pendidikan Dasar : Jurnal Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian*, 5(3), 1034–1042.
- Sadi, Ö., & Çakıroğlu, J. (2011). Effects of Hands-on Activity Enriched Instruction on Students' Achievement and Attitudes Towards Science. *Journal of Baltic Science Education*, 10(2), 87-97.
- Sari, R. W. (2016). Efektivitas Model Pembelajaran Fisika Berbasis Hands-on Activity terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Rambah Samo. *Skripsi*. Universitas Pangairan. Rokan Hulu.
- Setiawan, M. A. (2017). *Belajar dan pembelajaran*. Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (Mixed Methods)* (Alfabeta (ed.); IV). Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan RnD*. Bandung: Alfabeta
- Thalheimer, W., & Cook, S. (2002). *How to Calculate Effect Sizes from Published Research: A Simplified Methodology*. Diakses pada tanggal 12 Februari 2024 dari http://work-learning.com/effect_sizes.htm.
- Virdaussya, M. R., & Fitrihidajati, H. (2018). Pengembangan LKS Berbasis Contextual Teaching and Learning untuk

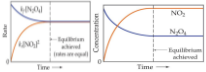
Melatihkan Keterampilan Proses pada Materi Perubahan Lingkungan. *BioEdu*, 7(2), 347–355.

Wulandari, A. Y. P., Tawil, M., & Amin, B. D. (2014). Penerapan Pembelajaran Fisika Berbasis Hands On Activities Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MAN 2 Model Makassar. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(2), 105–115.

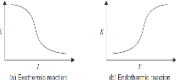
Zahara, L. (2018). Penerapan Model Hands On Activity Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa. *Kappa Journal*, 2(2), 28–33.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kisi-Kisi Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

Elemen Sistem	Indikator <i>System Thinking</i>	Indikator Soal	Soal	Nomor dan Level	Jawaban
Kestimbangan Dinamis	Memahami perilaku dinamis	Disajikan kurva reaksi kesetimbangan, peserta didik mampu menjelaskan hubungan antara laju reaksi dan konsentrasi dengan konsep kesetimbangan	Perhatikan kurva di bawah ini!  <p>Berdasarkan kedua kurva di atas, analisislah peristiwa yang terjadi pada kurva 1 dan 2 berdasarkan konsep kesetimbangan kimia!</p>	1 (C4)	Kesetimbangan kimia terjadi ketika reaksi mengalami reaksi bolak-balik seperti peristiwa yang terjadi pada kurva 1 dan 2 di mana terdapat reaksi: $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ Kurva 1 menunjukkan perubahan laju reaksi terhadap waktu, di mana pada saat setimbang laju reaksi N_2O_4 dan NO_2 bernilai sama ($r_1 = r_2$). Kurva 2 menunjukkan perubahan konsentrasi terhadap waktu, di mana pada saat setimbang konsentrasi N_2O_4 dan NO_2 akan konstan atau bernilai tetap.
Reaksi Reversibel	Dimensi tersembunyi	Peserta didik dapat memahami ciri reaksi reversibel dari fenomena reaksi kesetimbangan kimia	Proses mendidihnya air diawali ketika air yang direbus melewati titik didihnya kemudian berubah menjadi uap. Ketika penutup panci diletakkan kembali di atas panci, uap tersebut akan terperangkap dan terkondensasi kembali menjadi air. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut: $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ Berdasarkan peristiwa tersebut, analisislah proses yang menunjukkan reaksi kesetimbangan kimia dan tuliskan ciri-cirinya!	2 (C4)	Proses mendidihnya air dari reaktan ke produk (penguapan) dengan persamaan reaksi $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ dan reaksi dari produk ke reaktan (kondensasi) dengan persamaan reaksi $H_2O_{(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)}$. Kedua reaksi tersebut dinamakan reaksi reversibel. Ciri-ciri reaksi reversibel: <ul style="list-style-type: none"> • persamaan reaksi ditulis dengan dua anak panah dengan arah berlawanan (\rightleftharpoons) • reaksi ke arah produk disebut reaksi maju, reaksi ke arah reaktan disebut reaksi balik.
Kesetimbangan Homogen dan Heterogen	Melihat keseluruhan	Peserta didik mampu menentukan komponen reaksi kesetimbangan homogen	Diketahui reaksi berikut: <ol style="list-style-type: none"> $PbSO_{4(s)} + 2NaI_{(aq)} \rightleftharpoons PbI_{(s)} + Na_2SO_{4(s)}$ $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ $La_2(C_2O_4)_{3(s)} \rightleftharpoons La_2O_3(s) + 3CO_{2(g)}$ $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(g)}$ Dari kelima reaksi tersebut, analisislah yang termasuk reaksi kesetimbangan	3 (C4)	Reaksi kesetimbangan homogen merupakan reaksi yang komponen zatnya memiliki fasa yang sama. Sedangkan, reaksi kesetimbangan heterogen merupakan reaksi yang komponen zatnya memiliki fasa yang berbeda. Berdasarkan reaksi pada soal, untuk: <ol style="list-style-type: none"> Reaksi kesetimbangan heterogen, karena komponen zatnya memiliki fasa yang berbeda (padatan dan larutan). Reaksi kesetimbangan heterogen, karena komponen zatnya memiliki fasa yang berbeda (padatan dan gas).

			homogen berdasarkan cirinya dan sertakan alasannya!		<p>III. Reaksi kesetimbangan homogen, karena komponen zatnya memiliki fasa yang sama (dalam bentuk gas semua).</p> <p>IV. Reaksi kesetimbangan heterogen, karena komponen zatnya memiliki fasa yang berbeda (padatan dan gas).</p> <p>V. Reaksi kesetimbangan homogen, karena komponen zatnya memiliki fasa yang sama (dalam bentuk gas semua).</p> <p>Jadi, jawaban yang benar adalah reaksi III dan V.</p>
Pergeseran Kesetimbangan Kimia	Memahami mekanisme sistem	Peserta didik mampu menganalisis dan mengatur faktor pergeseran kesetimbangan di dunia industri yang banyak menerapkan sistem kesetimbangan	<p>Industri pembuatan amonia untuk produksi pupuk dan bahan peledak banyak menerapkan reaksi kesetimbangan dengan persamaan reaksi:</p> $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \quad \Delta H = -92 \text{ kJ}$ <p>Berdasarkan reaksi di atas, analisis dan rancanglah faktor pergeseran kesetimbangan agar pergeseran dapat dioptimalkan produk dengan mempertimbangkan faktor :</p> <ol style="list-style-type: none"> Suhu Tekanan Konsentrasi N_2 Volume 	4 (C6)	<p>Raksi kesetimbangan pembuatan amonia terjadi dalam keadaan eksoterm yang ditandai dengan nilai $\Delta H < 0$ atau bernilai negatif. Berdasarkan reaksi pembuatan amonia pada soal, faktor pergeseran kesetimbangan yang harus dirancang agar pergeseran dapat dioptimalkan produk adalah dengan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke kanan atau reaksi eksoterm. Sebaliknya, jika suhu dinaikkan, kesetimbangan akan bergeser ke kiri atau reaksi endoterm. Tekanan berhubungan dengan $\Sigma koef$, yang jika tekanan diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke $\Sigma koef$ yang lebih sedikit. Reaksi pada soal, $\Sigma koef$ reaktan adalah 4 dan $\Sigma koef$ produk adalah 2. Maka berdasarkan data tersebut, kesetimbangan akan bergeser ke produk. Konsentrasi N_2 ditambah, maka kesetimbangan akan bergeser ke produk. Volume berhubungan dengan $\Sigma koef$, yang jika volume diperkecil kesetimbangan akan bergeser ke $\Sigma koef$ yang lebih sedikit. Reaksi pada soal, $\Sigma koef$ reaktan adalah 4 dan $\Sigma koef$ produk adalah 2. Maka berdasarkan data tersebut, kesetimbangan akan bergeser ke produk.

	Mengidentifikasi dan memahami i umpan balik	Peserta didik mampu menjelaskan faktor suhu terhadap nilai tetapan kesetimbangan melalui kurva	Perhatikan kurva di bawah ini!  (a) Eksotermisasi (b) Endotermisasi Dalam reaksi kesetimbangan, perubahan suhu melibatkan proses pelepasan dan penyerapan kalor, sehingga mempengaruhi nilai tetapan kesetimbangannya. Berdasarkan kurva di atas, analisislah hubungan antara suhu dengan nilai tetapan kesetimbangan!	5 (C4)	Berdasarkan kurva tersebut, perubahan suhu dapat mempengaruhi nilai tetapan kesetimbangan. Pada reaksi eksoterm, kurva menurun seiring dengan pertambahan suhu, akibatnya nilai tetapan kesetimbangan akan berkurang, sehingga reaksi akan melakukan penyerapan kalor. Sedangkan pada reaksi endoterm, kurva meningkat seiring dengan pertambahan suhu, akibatnya nilai tetapan kesetimbangan akan bertambah, sehingga reaksi akan melakukan penyerapan kalor.
Konstanta Kesetimbangan Konsentrasi (Kc)	Melihat keseluruhan	Peserta didik mampu memeriksa persamaan Kc disertai dengan alasan yang sesuai	Periksalah persamaan konstanta kesetimbangan konsentrasi (Kc) di bawah ini! Jika persamaan salah, maka tuliskan persamaan Kc yang sesuai dengan menyertakan alasannya: I. $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ $Kc = \frac{[CaCO]}{[CO_2]}$ II. $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ $Kc = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2}$	6 (C5)	Reaksi pertama SALAH, karena persamaan Kc yang sesuai adalah: $Kc = [CO_2]$ Reaksi kedua BENAR, dengan persamaan Kcnya adalah: $Kc = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2}$ Berdasarkan kedua reaksi di atas, disimpulkan bahwa Kc ditentukan oleh zat yang berfasa gas dan larutan (aq), karena zat yang berfasa padat (s) dan cair (l) konsentrasinya dianggap konstan (1)
	Pengakuan kausalitas	Peserta didik dapat mengaitkan harga Kc untuk memperoleh harga konsentrasi I ₂ berdasarkan harga Kc yang disajikan.	Wadah bervolume 1 liter yang berisi gas hidrogen dan gas iodin membentuk hidrogen iodida melalui reaksi kesetimbangan. Konstanta kesetimbangan konsentrasi pada reaksi ini sebesar 0,25 pada suhu tertentu. Tuliskan persamaan reaksi pembentukan gas hidrogen iodida dan tentukan konsentrasi gas iodin yang diperlukan agar saat kesetimbangan terdapat sejumlah 1 M H ₂ dan 0,5 M HI!	7 (C3)	Reaksi kimia: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ Maka: $Kc = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ $0,25 = \frac{[1][I_2]}{[0,5]^2}$ $[I_2] = \frac{[1][I_2]}{[1]0,25}$ $[I_2] = 1$
	Pengakuan kausalitas	Peserta didik dapat membuktikan nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi (Kc) yang dihasilkan	Diketahui persamaan reaksi tahapan pembuatan asam sulfat dengan proses kontak sebagai berikut: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ Mula-mula dalam wadah bervolume 1 liter direaksikan 0,2 mol SO ₂ dengan 0,5 mol O ₂ . Pada saat setimbang, SO ₃ tersisa 0,1 mol. Buktikan bahwa nilai konstanta	8 (C5)	D1 : V = 1 L n O ₂ = 0,5 mol n SO ₂ = 0,1 mol D2 : K? D3 : $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ M : 0,2 0,5 R : 0,1 0,05 0,1 S : 0,1 0,45 0,1 Sehingga Kc:

		tidak sama dengan bilangan bulat berdasarkan informasi data yang disajikan.	kesetimbangan konsentrasi tersebut lebih besar dari 0!		$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]}$ $K_c = \frac{[0,1]^2}{[0,1]^2 [0,45]}$ $K_c = 2,22$ <p>Terbukti bahwa nilai K_c lebih besar dari nol.</p>
Konstanta Kesetimbangan Tekanan (K_p)	Mengidentifikasi titik intervensi	Peserta didik mampu memeriksa persamaan K_p disertai dengan alasan yang sesuai	Periksalah persamaan konstanta kesetimbangan tekanan (K_p) di bawah ini! Jika persamaan salah, maka tuliskan persamaan K_p yang sesuai dengan menyertakan alasannya: I. $Fe_2O_3(s) + 4H_2(g) \rightleftharpoons 3Fe(s) + 4H_2O(l)$ $K_p = \frac{(PH_2O)^4}{(PH_2)^4}$ II. $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ $K_p = (PNO_2)^2$	9 (C5)	Reaksi pertama SALAH, karena persamaan K_p yang sesuai adalah: $K_p = \frac{1}{(PH_2)^4}$ Reaksi kedua SALAH, karena persamaan K_p yang sesuai adalah: $K_p = \frac{(PNO_2)^2}{(PNO_2)}$ Berdasarkan kedua reaksi di atas, disimpulkan bahwa K_p ditentukan oleh zat yang berfasa gas saja, karena zat yang berfasa padat (s), larutan (aq), dan cair (l) tekanannya dianggap konstan (1)
	Dimensi tersembunyi	Peserta didik mampu menganalisis dan memeriksa pernyataan yang salah berdasarkan informasi data yang disajikan.	Pada suhu $T^\circ C$ dalam sebuah bejana V Liter terdapat kesetimbangan $2X(g) \rightleftharpoons 3Y(g)$ Nilai K_p pada suhu tersebut adalah $\frac{1}{2}$ dan harga $PX = 4$ atm, analisis dan perkiraan pernyataan yang salah di bawah ini! I. Persamaan K_p adalah $\frac{1}{(PX)^2}$ II. Nilai PY merupakan 4 kalinya nilai K_p pada $T^\circ C$ III. Konstanta kesetimbangan tekanan memperhatikan zat berfasa <i>liquid</i> .	10 (C5)	Berdasarkan data pada soal: I. Pernyataan yang pertama SALAH, karena persamaan K_p yang sesuai adalah $K_p = \frac{(PY)^3}{(PX)^2}$ II. Pernyataan yang kedua BENAR, berdasarkan perhitungan: D1: $PX = 4$ atm $K_p = 0,5$ D2: $PY?$ D3: $2X(g) \rightleftharpoons 3Y(g)$ $K_p = \frac{(PY)^3}{(PX)^2}$ $\frac{1}{2} = \frac{(PY)^3}{(4)^2}$ $(PY)^3 = \left(\frac{1}{2} \times 16\right)$ $(PY)^3 = 8 \text{ atm}$ $PY = 2 \text{ atm}$ Terbukti nilai PY tersebut 4 kalinya nilai K_p pada $T^\circ C$ dengan bukti: $\frac{1}{2} \times 4 = 2$ III. Pernyataan ketiga SALAH, karena konstanta kesetimbangan memperhatikan zat berfasa gas saja.

					Jadi, pernyataan yang salah ditunjukkan pada I dan III.
Hubungan Kp dan Kc	Pengakuan kausalitas	Peserta didik mampu memperkirakan nilai Kc dan Kp berdasarkan hubungan Kp dan Kc	Dari reaksi-reaksi kesetimbangan berikut, analisislah reaksi yang memiliki nilai tetapan kesetimbangan Kc = Kp! I. $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ II. $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$ III. $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$	11 (C4)	Hubungan Kp dan Kc adalah: $Kp = Kc RT^{\Delta n}$ Jika $\Delta n = 0$, maka Kp = Kc Δn merupakan selisih Σ koef produk dengan Σ koef reaktan, maka: I. $\Delta n = 2-1 = 1$ II. $\Delta n = 2-2 = 0$ III. $\Delta n = 2-2 = 0$ Maka reaksi yang memiliki nilai Kp = Kc adalah reaksi II dan III
	Pengakuan kausalitas		Ke dalam ruangan 10 L direaksikan 5 mol N ₂ , 5 mol H ₂ , dan 5 mol NH ₃ . Kemudian dipanaskan pada suhu 427°C. Jika pada keadaan setimbang terdapat 2 mol NH ₃ , analisis dan perkirakan hubungan Kp dan Kc pada reaksi tersebut!	12 (C5)	Berdasarkan data tersebut, nilai Kc dan Kp dapat ditentukan dengan perhitungan: D1: V = 10 L n N ₂ = 5 mol n H ₂ = 5 mol n NH ₃ = 5 mol n NH ₃ pada saat setimbang = 2 mol T = 427°C D2: Harga Kc dan Kp? D3: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ M: 5 5 5 B: 3/2 9/2 3 S: $\frac{3,5 \text{ mol}}{10 \text{ L}}$ $\frac{0,5 \text{ mol}}{10 \text{ L}}$ $\frac{2 \text{ mol}}{10 \text{ L}}$ Sehingga: $Kc = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$ $Kc = \frac{[0,2]^2}{[0,35][0,05]^3}$ Kc = 914,285 Berarti harga Kp: $Kp = Kc RT^{\Delta n}$ $Kp = 914,285(0,082 \cdot 700)^{-2}$ $Kp = \frac{914,285}{(0,082 \times 700)^2}$ Kp = 0,277 Dengan demikian hubungan Kp dan Kc berdasarkan perhitungan di atas adalah Kc lebih besar daripada Kp atau Kp lebih kecil daripada Kc.
Derajat Disosiasi	Dimensi tersembuyi	Peserta didik dapat menentukan derajat disosiasi gas HI berdasarkan data mol persamaan reaksi	Pada reaksi kesetimbangan $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$, 0,1 mol HI dipanaskan sehingga terbentuk 0,02 mol I ₂ . Tentukan derajat disosiasi HI!	13 (C3)	D1: n HI = 0,1 mol n = 0,02 mol D2: Derajat disosiasi HI? D3: $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ M: 0,1 R: 2 × 0,02 S: 0,06 0,02 Maka: $\alpha = \frac{\text{jumlah mol zat yang bereaksi}}{\text{jumlah mol zat mula-mula}}$

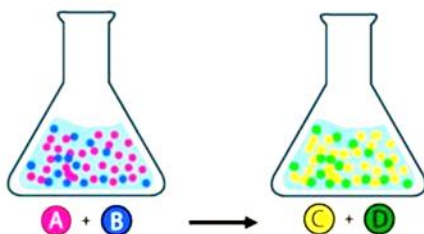
		kesetimbangan kimia yang diberikan.			$\alpha = \frac{0,04}{0,1} = 0,4$
		Peserta didik dapat menentukan derajat disosiasi berdasarkan data persamaan reaksi kesetimbangan kimia yang diberikan.	Dalam tabung yang berisikan gas N_2O_4 terjadi reaksi penguraian menjadi NO_2 $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ Diketahui mol mula-mula N_2O_4 adalah 1 mol dan pada saat setimbang, mol N_2O_4 dan NO_2 masing-masing $1 - \gamma$ mol dan 2γ mol. Tentukan derajat disosiasi N_2O_4 !	14 (C3)	D1: $n N_2O_4 = 1$ mol $n N_2O_4$ pada saat setimbang = $1 - \gamma$ mol $n NO_2$ pada saat setimbang = 2γ mol D2: Derajat disosiasi N_2O_4 ? D3: $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ M : 1 - R : γ 2γ S : $1 - \gamma$ 2γ Sehingga: $\alpha = \frac{\text{jumlah mol zat yang bereaksi}}{\text{jumlah mol zat mula-mula}}$ $\alpha = \frac{\gamma}{1}$
Manipulasi Hukum Kesetimbangan	Prediksi masa depan	Peserta didik dapat memprediksikan harga tetapan kesetimbangan dari beberapa persamaan kesetimbangan kimia	Diketahui reaksi kesetimbangan: I. $P_2 + Q_2 \rightleftharpoons 2PQ$ $K = \frac{32}{32}$ II. $PS + \frac{1}{2}Q_2 \rightleftharpoons PQ + S$ $K = 4$ Perkirakan dan buktikan bahwa nilai K untuk reaksi: $2PS \rightleftharpoons P_2 + 2S$ adalah lebih besar dari 0!	15 (C5)	Berdasarkan hukum kesetimbangan maka: <ul style="list-style-type: none"> • Reaksi pertama dibalik • Reaksi kedua tetap dan dikali 2 Sehingga: $2PQ \rightleftharpoons P_2 + Q_2$ $K = \frac{1}{32}$ $2PS + \frac{2}{2}Q_2 \rightleftharpoons 2PQ + 2S$ $K = 4^2$ Berarti $K = \frac{1}{32} \times 16 = 0,5$ (terbukti nilai $K > 0$)

Lampiran 2 Rubrik dan Pedoman Penskoran

Soal	Deskripsi	Skor
1	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah /tidak relevan dengan kurva	1
	Menuliskan jawaban satu kurva dengan benar tanpa disertai penjelasan	2
	Menuliskan jawaban dua kurva dengan benar tetapi penjelasan salah/terbalik	3
	Menuliskan jawaban dua kurva dengan benar dan penjelasan tepat	4
2	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban peristiwa dengan benar tetapi tidak terdapat ciri reaksi reversibel	2
	Menuliskan jawaban peristiwa dengan benar tetapi terdapat satu ciri reaksi reversibel	3
	Menuliskan jawaban berdasarkan reaksi dengan benar dan terdapat dua atau lebih ciri reaksi reversibel	4
3	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban dengan benar tanpa disertai alasan	2
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi alasan salah	3
	Menuliskan jawaban dengan benar dan alasan yang tepat	4
4	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban berdasarkan reaksi dengan benar tanpa menuliskan rancangan faktor pergeseran kesetimbangan	2
	Menuliskan jawaban berdasarkan reaksi dengan benar tetapi hanya menuliskan dua atau tiga rancangan faktor pergeseran kesetimbangan dengan tepat	3
	Menuliskan jawaban berdasarkan reaksi dengan benar dan menuliskan empat rancangan faktor pergeseran kesetimbangan dengan tepat	4
5	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban satu kurva dengan benar tanpa disertai penjelasan	2
	Menuliskan jawaban dua kurva dengan benar tetapi penjelasan salah/terbalik	3
	Menuliskan jawaban dua kurva dengan benar dan penjelasan tepat	4
6	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban satu persamaan dengan benar tanpa disertai alasan	2
	Menuliskan jawaban dua persamaan dengan benar tetapi alasan salah	3
	Menuliskan jawaban dua persamaan dengan benar dan alasan yang tepat	4
7	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban reaksi dengan benar tanpa menuliskan perhitungan konsentrasi	2
	Menuliskan jawaban reaksi dengan benar tetapi perhitungan konsentrasi salah	3
	Menuliskan jawaban reaksi dengan benar dan perhitungan konsentrasi dengan tepat	4
8	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi hanya menuliskan informasi data perhitungan	2
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi perhitungan salah	3
	Menuliskan jawaban dengan benar dan perhitungan tepat	4
9	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban satu persamaan dengan benar tanpa disertai alasan	2
	Menuliskan jawaban dua persamaan dengan benar tetapi alasan salah	3
	Menuliskan jawaban dua persamaan dengan benar dan alasan yang tepat	4
10	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban dengan benar tanpa disertai alasan	2
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi alasan salah	3
	Menuliskan jawaban dengan benar dan alasan yang tepat	4
11	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban dengan benar tanpa disertai alasan	2
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi alasan salah	3
	Menuliskan jawaban dengan benar dan alasan yang tepat	4
12	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban dengan benar tanpa disertai alasan dan perhitungan	2
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi alasan dan perhitungan salah	3
	Menuliskan jawaban, alasan, dan perhitungan dengan benar	4
13	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi hanya menuliskan informasi data perhitungan	2
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi perhitungan salah	3
	Menuliskan jawaban dengan benar dan perhitungan tepat	4
14	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi hanya menuliskan informasi data perhitungan	2
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi perhitungan salah	3
	Menuliskan jawaban dengan benar dan perhitungan tepat	4
15	Tidak menjawab soal	0
	Menuliskan jawaban tetapi jawaban salah	1
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi hanya menuliskan informasi data soal	2
	Menuliskan jawaban dengan benar tetapi penentuan reaksi dan perhitungan salah	3
	Menuliskan jawaban, penentuan reaksi, dan perhitungan dengan benar	4

PEDOMAN PENSKORAN

Pedoman Penskoran
Uraian
$\text{Jumlah skor yang diharapkan} = 4 \times 15 = 60$
$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

KESETIMBANGAN KIMIA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat-Nya modul pembelajaran yang berjudul “Keseimbangan Kimia” dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Salawat serta salam senantiasa kita haturkan ke hadirat beliau Nabi Muhammad SAW, yang kita harapkan syafa’atnya di hari kiamat nanti.

Modul pembelajaran ini disusun untuk membantu proses belajar dan mengajar pada mata pelajaran kimia di sekolah. Dalam penyusunan ini, penulis mendapat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak.

Penulis menyadari modul pembelajaran ini masih jauh dari sempurna dan memerlukan pendalaman lebih lanjut. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Penulis berharap semoga gagasan pada modul ajar ini dapat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

Semarang, 09 Januari 2024

Penulis

MENGAPA ES YANG MENCAIR DAPAT KEMBALI LAGI MENJADI PADAT???

1. INFORMASI UMUM

A. Identitas Modul

Nama Penulis : Siti Rahmawati

Institusi : Universitas Islam Negeri Walisongo
Semarang

Tahun Penyusunan : 2024

Fase	Jenjang	Kelas	Mata Pelajaran	Alokasi Waktu
F	SMA	XI	Kimia	12 x 45 menit

B. Kompetensi Awal

Kompetensi yang harus dimiliki sebelum mempelajari pokok bahasan ini yaitu peserta didik telah memahami kemolaran suatu zat, konsep mol, dan materi kinetika kimia.

C. Profil Pelajar Pancasila

- Bernalar kritis, mampu secara objektif memproses informasi baik kualitatif maupun kuantitatif, membangun keterkaitan antara berbagai informasi, menganalisis informasi, mengevaluasi dan menyimpulkannya.
- Mandiri, bertanggung jawab atas proses dan hasil belajarnya. Elemen kunci dari mandiri terdiri dari kesadaran akan diri dan situasi yang dihadapi serta regulasi diri.

- Gotong royong, mampu melakukan kegiatan secara bersama-sama dengan suka rela agar kegiatan yang dikerjakan dapat berjalan lancar, mudah dan ringan. Elemen-elemen dari bergotong royong adalah kolaborasi, kepedulian, dan berbagi.

D. Sarana dan Prasarana

Kelas, laptop/*handphone*, jaringan internet, papan tulis, LCD (*projector*), alat tulis dan bahan pembelajaran (seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), alat, dan bahan laboratorium) serta *Ms. Power Point*.

E. Target Peserta Didik

Peserta didik yang menjadi target yaitu:

- a. Peserta didik reguler/tipikal/umum, di mana siswa tidak mengalami kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
- b. Peserta didik dengan kesulitan belajar dikarenakan memiliki gaya belajar terbatas hanya satu gaya.
- c. Peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda dapat dilakukan dengan *auditory*, visual, dan kinestetik.
- d. Peserta didik dengan pencapaian tinggi yang mampu menerima dan memahami dengan cepat, mampu mencapai keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS), dan memiliki kemampuan memimpin.

F. Model Pembelajaran

Model Pembelajaran : *Hands-on Activity*

Metode Pembelajaran :ceramah interaktif, diskusi kelompok, tanya jawab, gamifikasi, eksperimen, dan penugasan.

G. Sumber Bahan Ajar

- Sudarmo, Unggul. 2013. Kimia untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Erlangga.
- Salirawati, Das, Fitria Meilina, Jamil Suprihatiningrum. 2007. Belajar Kimia secara Menarik untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Bahan Ajar Guru.
- *E-book* Internet dan Jurnal Ilmiah

2. KOMPETENSI INTI

A. Capaian Pembelajaran

Mampu menunjukkan sikap berpikir tingkat tinggi, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, dan bekerja sama (kelompok) terkait konsep kesetimbangan kimia. Serta mampu menerapkan konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

B. Tujuan Pembelajaran

- Peserta didik dapat menunjukkan sikap berpikir tingkat tinggi, kreatif, mandiri, rasa ingin tahu, dan bekerja sama (kelompok) terkait konsep kesetimbangan kimia dengan tepat.
- Peserta didik dapat menjelaskan hubungan antara pereaksi dan hasil reaksi dalam konsep kesetimbangan kimia dengan baik dan benar.
- Peserta didik dapat menentukan tetapan atau konstanta kesetimbangan kimia, mampu menghubungkan tetapan kesetimbangan konsentrasi (K_c) dengan tetapan kesetimbangan

tekanan (K_p) berdasarkan persamaan gas ideal, dan mampu menentukan harga derajat disosiasi dengan tepat.

- Peserta didik dapat memahami hukum kesetimbangan kimia dengan baik.
- Peserta didik dapat menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan berdasarkan Azas Le Chatelier dan penerapannya dalam industri.

C. Pemahaman yang Bermakna

Setelah mempelajari konsep kesetimbangan kimia, peserta didik dapat memahami konsep kesetimbangan kimia, menjelaskan hubungan antara pereaksi dan hasil reaksi dalam konsep kesetimbangan kimia, menentukan tetapan atau konstanta kesetimbangan kimia, mampu menghubungkan tetapan kesetimbangan konsentrasi (K_c) dengan tetapan kesetimbangan tekanan (K_p) berdasarkan persamaan gas ideal, mampu menentukan harga derajat disosiasi, memahami hukum kesetimbangan kimia, dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan berdasarkan Azas Le Chatelier dan penerapannya dalam industri.

D. Pertanyaan Pemantik

- Mengapa reaksi kesetimbangan kimia dapat mengalami reaksi bolak-balik?
- Bagaimana cara menganalisis karakteristik reaksi kesetimbangan kimia secara langsung dengan mengaplikasikan konsep kesetimbangan kimia?

- Faktor apa saja yang dapat mempengaruhi pergeseran kesetimbangan kimia?
- Bagaimana reaksi kesetimbangan dapat mempengaruhi timbulnya rasa sakit pada gigi?

E. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan Pertama (2x45 menit)

No.	Kegiatan Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
1.	Kegiatan awal	<p>Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan salam dan mengajak berdo'a bersama sebelum pelajaran dimulai (<i>spiritual</i>) 2. Guru menanyakan kabar dan mengkondisikan peserta didik dengan mengecek kehadiran peserta didik (<i>disiplin</i>). 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran (<i>disiplin</i>) <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru melakukan apersepsi kepada peserta didik dengan 	5 menit

		<p>mengaitkan materi pembelajaran yang akan dibahas dengan pengalaman peserta didik (<i>konsentrasi</i>)</p> <p>2. Guru mengajukan pertanyaan pemantik yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dipelajari (<i>konsentrasi</i>)</p> <p>Motivasi</p> <p>1. Guru menyampaikan kompetensi dan tujuan pembelajaran yang harus dicapai serta lingkup materi yang dipelajari (<i>fokus dan konsentrasi</i>)</p> <p>2. Guru memberikan motivasi: “Apakah kalian pernah merasa sakit gigi? Perlu diketahui, bahwa mulut manusia dapat mengalami reaksi kesetimbangan kimia. Mengapa demikian? Hal ini dikarenakan email</p>	
--	--	--	--

		<p>gigi mengandung senyawa kalsiumhidrosiapatit yang ketika bereaksi dengan asam akan mengalami pergeseran ke produk, akibatnya konsentrasi kalsiumhidrosiapatit berkurang. Hal inilah yang menimbulkan rasa sakit pada gigi (<i>fokus, komunikasi, dan konsentrasi</i>)</p>	
2.	Kegiatan Inti	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mendengarkan dan memahami penjelasan guru mengenai kontrak belajar selama proses pembelajaran (<i>komunikasi</i>) 2. Peserta didik mendengarkan dan memahami penjelasan guru mengenai petunjuk pengerjaan soal <i>pretest</i> yang akan dikerjakan 	80 menit

		<p>oleh peserta didik <i>(komunikasi)</i></p> <p>3. Guru memberikan soal <i>pretest</i> kepada peserta didik</p> <p>4. Peserta didik mengerjakan <i>pretest</i> yang diberikan <i>(fokus dan konsentrasi)</i></p> <p>5. Peserta didik mengumpulkan jawaban <i>pretest (tanggungjawab)</i></p>	
3.	Penutup	<p>1. Peserta didik mendengarkan informasi dari guru mengenai materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya <i>(fokus dan Konsentrasi)</i></p> <p>2. Guru dan peserta didik mengakhiri pembelajaran dengan berdoa bersama-sama dan salam penutup <i>(spiritual)</i></p>	5 menit

Pertemuan Kedua (2x45 menit)

No.	Kegiatan Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
1.	Kegiatan awal	<p>Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan salam dan mengajak berdo'a bersama sebelum pelajaran dimulai (<i>spiritual</i>) 2. Guru menanyakan kabar dan mengkondisikan peserta didik dengan mengecek kehadiran peserta didik (<i>disiplin</i>) 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran (<i>disiplin</i>) 4. Guru melakukan apersepsi kepada peserta didik dengan mengaitkan materi pembelajaran yang akan dibahas dengan pengalaman peserta didik (<i>konsentrasi</i>) 	10 menit

		<p>5. Guru mengajukan pertanyaan pemantik yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dipelajari <i>(konsentrasi)</i></p> <p>6. Guru menyampaikan kompetensi dan tujuan pembelajaran yang harus dicapai serta lingkup materi yang dipelajari <i>(fokus dan konsentrasi)</i>.</p> <p>7. Guru memberikan motivasi secara langsung mengenai reaksi yang terjadi pada pembakaran kertas dan fenomena kristal biru <i>(fokus, komunikasi, dan konsentrasi)</i></p>	
2.	Kegiatan Inti	<p>a). Menggali informasi dan bertanya</p> <p>1. Peserta didik mendengarkan dan memahami penjelasan guru mengenai</p>	70 menit

		<p>mekanisme pembelajaran <i>(komunikasi)</i></p> <p>2. Guru membagi peserta didik dalam 5-6 kelompok berdasarkan keheterogenan <i>(komunikasi)</i></p> <p>3. Guru membagikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) mengenai konsep reaksi bolak-balik yang terjadi dalam keadaan kesetimbangan fisis dan kimia, kesetimbangan homogen, kesetimbangan heterogen, kesetimbangan statis, serta dinamis.</p> <p>4. Guru menjelaskan pembelajaran yang berlangsung, melalui demonstrasi fenomena yang terdapat dalam LKPD yaitu reaksi pembakaran kertas dan</p>	
--	--	--	--

		<p>kristal biru (<i>fokus dan konsentrasi</i>)</p> <p>5. Guru menanyakan beberapa pertanyaan kepada peserta didik berdasarkan materi yang telah dijelaskan</p> <p>6. Peserta didik menjawab pertanyaan guru</p> <p>b). Beraktivitas dan menemukan</p> <p>1. Peserta didik mendemonstrasikan percobaan sederhana mengenai pembuktian hubungan laju reaksi dengan kesetimbangan yang merupakan ciri reaksi kesetimbangan kimia yang dibimbing guru sesuai dengan petunjuk yang ada</p> <p>c). Mengumpulkan dan menganalisis</p> <p>1. Guru meminta peserta didik untuk mencatat poin-poin penting untuk menghubungkan dengan</p>	
--	--	--	--

		<p>materi yang sedang dipelajari</p> <ol style="list-style-type: none">2. Peserta didik melakukan kegiatan diskusi kelompok <i>(tanggungjawab, fokus, dan konsentrasi)</i> <p>d). Membuat kesimpulan</p> <ol style="list-style-type: none">1. Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil tugas LKPD dan membandingkannya dengan kelompok lain2. Peserta didik melakukan diskusi dengan mempresentasikan hasil dari LKPD dan membandingkannya dengan kelompok lain <i>(fokus dan konsentrasi)</i>3. Peserta didik menyimpulkan hasil kegiatan pembelajaran setelah membandingkan dengan hasil kelompok lain <i>(berani dan percaya diri)</i>	
--	--	---	--

		<ol style="list-style-type: none"> 4. Peserta didik merasa senang dengan pujian yang diberikan guru karena aktif dalam proses pembelajaran 5. Guru melakukan pemantapan terhadap materi yang sudah diajarkan dan diadakan tes atau kuis untuk melihat pemahaman peserta didik 	
3.	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik membuat rangkuman hasil pembelajaran yang telah berlangsung (<i>fokus dan Konsentrasi</i>) 2. Peserta didik mendengarkan pemantapan materi dan informasi dari guru mengenai materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya (<i>fokus</i>) 3. Guru dan peserta didik mengakhiri pembelajaran dengan 	10 menit

		berdoa bersama-sama dan salam penutup <i>(spiritual)</i>	
--	--	---	--

Pertemuan Ketiga dan Keempat (3x45 menit)

No.	Kegiatan Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
1.	Kegiatan awal	<p>Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan salam dan mengajak berdo'a bersama sebelum pelajaran dimulai <i>(spiritual)</i> 2. Guru menanyakan kabar dan mengkondisikan peserta didik dengan mengecek kehadiran peserta didik <i>(disiplin)</i> 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran <i>(disiplin)</i> 4. Guru melakukan apersepsi kepada peserta didik dengan mengaitkan materi pembelajaran yang akan 	5 menit

		<p>dibahas dengan pengalaman peserta didik (<i>konsentrasi</i>)</p> <p>5. Guru mengajukan pertanyaan pemantik yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dipelajari (<i>konsentrasi</i>)</p> <p>6. Guru menyampaikan kompetensi dan tujuan pembelajaran yang harus dicapai serta lingkup materi yang dipelajari (<i>fokus dan konsentrasi</i>).</p> <p>7. Guru memberikan motivasi tentang reaksi yang terjadi dalam proses pemanasan air dalam wadah yang tertutup (panci) kemarin, dapat ditentukan harganya dengan tetapan kesetimbangan. (<i>fokus, komunikasi, dan konsentrasi</i>)</p>	
--	--	--	--

2.	Kegiatan Inti	<p>a). Menggali informasi dan bertanya</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menanyakan tentang materi sebelumnya tentang konsep kesetimbangan kimia 2. Peserta didik mendengarkan dan turut menyampaikan pendapatnya mengenai konsep kesetimbangan <i>(komunikasi)</i> 3. Guru membagi peserta didik dalam 5-6 kelompok berdasarkan keheterogenan <i>(komunikasi)</i> 4. Guru membagikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) mengenai konsep dan perhitungan tetapan kesetimbangan (K_c, K_p, derajat disosiasi, hubungan K_c dan K_p, hukum kesetimbangan, kuosien 	123 menit
----	----------------------	--	--------------

		<p>reaksi, dan pergeseran kesetimbangan)</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru menjelaskan pembelajaran yang berlangsung (<i>fokus dan konsentrasi</i>) 6. Guru bertanya untuk membuka wawasan peserta didik mengenai fasa zat dalam menghitung tetapan kesetimbangan (<i>komunikasi</i>) 7. Peserta didik mendengarkan dan menjawab pertanyaan guru (<i>komunikasi dan fokus</i>) <p>b). Beraktivitas dan menemukan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan media ajar berupa Power Point yang berisi terkait konsep dan perhitungan tetapan kesetimbangan. Kemudian, Peserta didik dibagi ke dalam 6 	
--	--	--	--

		<p>kelompok berdasarkan keheterogenan untuk mengerjakan LKPD yang telah dibagikan sebelumnya.</p> <p>2. Peserta didik mengajukan pertanyaan terkait materi yang tidak dipahami</p> <p>c). Mengumpulkan dan menganalisis</p> <p>1. Guru meminta peserta didik untuk mencatat poin-poin penting untuk menghubungkan dengan materi yang sedang dipelajari</p> <p>2. Peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran melalui diskusi kelompok <i>(tanggungjawab, fokus, dan konsentrasi)</i></p> <p>d). Membuat kesimpulan</p> <p>1. Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil tugas LKPD dan</p>	
--	--	---	--

		<p>membandingkannya dengan kelompok lain</p> <p>2. Peserta didik melakukan diskusi dengan mempresentasikan hasil dari LKPD dan membandingkannya dengan kelompok lain (<i>fokus dan konsentrasi</i>)</p> <p>3. Peserta didik menyimpulkan hasil kegiatan pembelajaran setelah membandingkan dengan hasil kelompok lain (<i>berani dan percaya diri</i>)</p> <p>4. Peserta didik merasa senang dengan pujian yang diberikan guru karena aktif dalam proses pembelajaran</p> <p>5. Guru melakukan pemantapan terhadap materi yang sudah diajarkan dan diadakan tes atau kuis berbasis gamifikasi untuk</p>	
--	--	---	--

		melihat pemahaman peserta didik	
3.	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik membuat rangkuman hasil pembelajaran yang telah berlangsung (<i>fokus dan Konsentrasi</i>) 2. Peserta didik mendengarkan informasi dari guru mengenai materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya (<i>fokus</i>) 3. Guru dan peserta didik mengakhiri pembelajaran dengan berdoa bersama-sama dan salam penutup (<i>spiritual</i>) 	7 menit

Pertemuan Kelima (2x45 menit)

No.	Kegiatan Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
1.	Kegiatan awal	Pendahuluan <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan salam dan mengajak berdoa'a bersama sebelum 	5 menit

		<p>pelajaran dimulai <i>(spiritual)</i></p> <ol style="list-style-type: none">2. Guru menanyakan kabar dan mengkondisikan peserta didik dengan mengecek kehadiran peserta didik <i>(disiplin)</i>3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran <i>(disiplin)</i>4. Guru melakukan apersepsi kepada peserta didik dengan mengaitkan materi pembelajaran yang akan dibahas dengan pengalaman peserta didik <i>(konsentrasi)</i>5. Guru mengajukan pertanyaan pemantik yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dipelajari <i>(konsentrasi)</i>6. Guru menyampaikan kompetensi dan tujuan	
--	--	--	--

		<p>pembelajaran yang harus dicapai serta lingkup materi yang dipelajari (<i>fokus dan konsentrasi</i>).</p> <p>7. Guru memberikan motivasi tentang reaksi kesetimbangan dalam darah manusia (<i>fokus, komunikasi, dan konsentrasi</i>)</p>	
2.	Kegiatan Inti	<p>a). Menggali informasi dan bertanya</p> <p>1. Guru membagi peserta didik dalam 5-6 kelompok berdasarkan keheterogenan (<i>komunikasi</i>)</p> <p>2. Guru membagikan Lembar Pengamatan Praktikum mengenai faktor pergeseran kesetimbangan</p> <p>3. Guru menjelaskan pembelajaran yang berlangsung (<i>fokus dan konsentrasi</i>)</p>	75 menit

		<p>4. Guru menanyakan yang membuka wawasan peserta didik mengenai faktor pergeseran kesetimbangan kimia <i>(komunikasi)</i></p> <p>5. Peserta didik mendengarkan dan menjawab pertanyaan guru <i>(komunikasi dan fokus)</i></p> <p>b). Beraktivitas dan menemukan</p> <p>1. Peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran melalui praktikum, diskusi kelompok, dan bahan ajar lainnya sesuai dengan prosedur dalam LKPD <i>(tanggungjawab, fokus, dan konsentrasi)</i></p> <p>2. Peserta didik mendemonstrasikan contoh reaksi kesetimbangan yang dibimbing guru sesuai</p>	
--	--	--	--

		<p>dengan petunjuk yang ada.</p> <p>3. Peserta didik mengajukan pertanyaan terkait prosedur praktikum yang tidak dipahami</p> <p>c). Mengumpulkan dan menganalisis</p> <p>1. Guru meminta peserta didik untuk menganalisis poin-poin penting praktikum untuk dihubungkan dengan materi yang sedang dipelajari</p> <p>d). Membuat kesimpulan</p> <p>1. Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil praktikum dan membandingkannya dengan kelompok lain</p> <p>2. Peserta didik melakukan diskusi dengan mempresentasikan hasil praktikum dan membandingkannya</p>	
--	--	--	--

		<p>dengan kelompok lain <i>(fokus dan konsentrasi)</i></p> <p>3. Peserta didik menyimpulkan hasil kegiatan pembelajaran setelah membandingkan dengan hasil kelompok lain <i>(berani dan percaya diri)</i></p> <p>4. Peserta didik merasa senang dengan pujian yang diberikan guru karena aktif dalam proses pembelajaran</p> <p>5. Guru melakukan pemantapan terhadap kegiatan praktikum yang sudah dilakukan peserta didik</p>	
3.	Penutup	<p>1. Peserta didik membuat rangkuman hasil pembelajaran yang telah berlangsung <i>(fokus dan Konsentrasi)</i></p> <p>2. Peserta didik mendengarkan informasi dari guru mengenai laporan</p>	10 menit

		<p>praktikum dan materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya <i>(fokus)</i></p> <p>3. Guru dan peserta didik mengakhiri pembelajaran dengan berdoa bersama-sama dan salam penutup <i>(spiritual)</i></p>	
--	--	---	--

Pertemuan Keenam (1x45 menit)

No.	Kegiatan Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
1.	Kegiatan awal	<p>Pendahuluan</p> <p>1. Guru membuka pelajaran dengan salam dan mengajak berdo'a bersama sebelum pelajaran dimulai <i>(spiritual)</i></p> <p>2. Guru menanyakan kabar dan mengkondisikan peserta didik dengan mengecek kehadiran peserta didik <i>(disiplin)</i></p>	5 menit

		<p>3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran <i>(disiplin)</i></p> <p>4. Guru melakukan apersepsi kepada peserta didik dengan mengaitkan materi pembelajaran yang akan dibahas dengan pengalaman peserta didik <i>(konsentrasi)</i></p> <p>5. Guru menyampaikan kompetensi dan tujuan pembelajaran yang harus dicapai serta lingkup materi yang dipelajari <i>(fokus dan konsentrasi)</i></p> <p>6. Guru memberikan motivasi tentang pentingnya reaksi kesetimbangan kimia <i>(fokus, komunikasi, dan konsentrasi)</i></p>	
--	--	--	--

2.	Kegiatan Inti	<p>a). Menggali informasi dan bertanya</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mendengarkan dan memahami penjelasan guru mengenai mekanisme pembelajaran <i>(komunikasi)</i> 2. Guru membagi peserta didik dalam 5-6 kelompok berdasarkan keheterogenan <i>(komunikasi)</i> 3. Guru menyampaikan pembelajaran yang berlangsung yakni <i>review</i> materi dan latihan soal kesetimbangan untuk melihat pemahaman siswa <i>(fokus dan konsentrasi)</i> 4. Guru dan peserta didik <i>mereview</i> materi dan latihan soal bersama 	38 menit
----	----------------------	--	----------

		<p>5. Guru menanyakan beberapa pertanyaan kepada peserta didik berdasarkan materi yang telah dijelaskan</p> <p>6. Peserta didik menjawab pertanyaan guru</p> <p>b). Beraktivitas dan menemukan</p> <p>1. Peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran melalui diskusi kelompok, dan bahan ajar lainnya <i>(tanggungjawab, fokus, dan konsentrasi)</i></p> <p>c). Mengumpulkan dan menganalisis</p> <p>1. Guru meminta peserta didik untuk mencatat poin-poin penting dalam soal untuk menghubungkan dengan materi yang sedang dipelajari</p> <p>d). Membuat kesimpulan</p>	
--	--	--	--

		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru melakukan pemantapan terhadap materi yang sudah diajarkan 2. Peserta didik menyimpulkan dan membuat rangkuman hasil pembelajaran yang telah berlangsung (<i>fokus dan Konsentrasi</i>) 	
3.	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mendengarkan informasi dari guru mengenai materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya (<i>fokus</i>) 2. Guru dan peserta didik mengakhiri pembelajaran dengan berdoa bersama-sama dan salam penutup (<i>spiritual</i>) 	2 menit

Pertemuan Ketujuh (2x45 menit)

No.	Kegiatan Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
-----	-----------------------	-----------	---------------

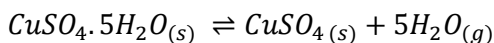
1.	Kegiatan awal	<p>Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan salam dan mengajak berdo'a bersama sebelum pelajaran dimulai (<i>spiritual</i>) 2. Guru menanyakan kabar dan mengkondisikan peserta didik dengan mengecek kehadiran peserta didik (<i>disiplin</i>). 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan alat pembelajaran (<i>disiplin</i>) <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru melakukan apersepsi kepada peserta didik dengan mengaitkan materi pembelajaran yang akan dibahas dengan pengalaman peserta didik (<i>konsentrasi</i>) 	5 menit
----	----------------------	---	---------

		<p>2. Guru mengajukan pertanyaan pemantik yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dipelajari <i>(konsentrasi)</i></p> <p>Motivasi</p> <p>1. Guru menyampaikan kompetensi dan tujuan pembelajaran yang harus dicapai serta lingkup materi yang dipelajari <i>(fokus dan konsentrasi)</i></p>	
2.	Kegiatan Inti	<p>1. Peserta didik mendengarkan dan memahami penjelasan guru mengenai mekanisme proses pembelajaran <i>(komunikasi)</i></p> <p>2. Peserta didik mendengarkan dan memahami penjelasan guru mengenai petunjuk pengerjaan soal <i>posttest</i> yang akan</p>	80 menit

		<p>dikerjakan oleh peserta didik (<i>komunikasi</i>)</p> <p>3. Guru memberikan soal <i>posttest</i> kepada peserta didik</p> <p>4. Peserta didik mengerjakan <i>pretest</i> yang diberikan (<i>fokus dan konsentrasi</i>)</p> <p>5. Peserta didik mengumpulkan jawaban <i>posttest</i> (<i>tanggungjawab</i>)</p>	
3.	Penutup	<p>1. Peserta didik mendengarkan informasi dari guru mengenai materi yang akan dipelajari di pertemuan selanjutnya (<i>fokus dan Konsentrasi</i>)</p> <p>2. Guru dan peserta didik mengakhiri pembelajaran dengan berdoa bersama-sama dan salam penutup (<i>spiritual</i>)</p>	5 menit

Jika reaksi dapat balik mencapai suatu keadaan $r_1 = r_2$, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut telah mencapai keadaan setimbang, sehingga disebut reaksi kesetimbangan. Pada saat kondisi setimbang, reaksi dianggap berhenti karena tidak terjadi lagi perubahan konsentrasi dan warna secara makroskopis. Namun secara mikroskopis, reaksi tersebut berlangsung terus-menerus. Reaktan di sebelah kiri selalu membentuk hasil reaksi atau sebaliknya dengan laju yang sama, sehingga dapat dikatakan bahwa reaksi dapat balik merupakan kesetimbangan dinamis.

Reaksi yang dapat balik, dapat ditulis dengan tanda panah yang berlawanan (\rightleftharpoons), Persamaan reaksi di atas dapat ditulis:



Selama reaksi kimia berlangsung, dapat terjadi proses pengurangan pereaksi dan penambahan hasil reaksi atau produk. Istilah lainnya, adalah dalam keadaan setimbang reaksi maju (r_1) dan reaksi balik (r_2) akan sama lajunya sehingga akan terbentuk kesetimbangan antar kedua ruas yang konstan. Koefisien reaksi pada setiap komponen merupakan pangkat dari konsentrasi komponen tersebut.

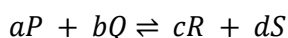
2. Tetapan Kesetimbangan

Pada suhu tetap, suatu reaksi kesetimbangan memiliki hubungan antara konsentrasi pereaksi dengan konsentrasi produk terhadap tetapan kesetimbangan (K). Pada suatu kesetimbangan kimia berlaku hukum kesetimbangan, seperti yang dikemukakan oleh Guldberg dan Waage. "Dalam keadaan setimbang pada suhu tertentu, hasil kali konsentrasi hasil reaksi dibagi hasil kali

konsentrasi pereaksi yang ada dalam sistem kesetimbangan yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisiennya mempunyai harga tetap." Hasil bagi tersebut dinamakan tetapan kesetimbangan (K).

a) Tetapan Kesetimbangan Berdasarkan Konsentrasi (Kc)

Selama reaksi berlangsung, jumlah pereaksi berkurang dan hasil reaksi terbentuk dan bertambah. Tercapai kesetimbangan sehingga jumlah pereaksi dan hasil reaksi menjadi konstan. Dalam setiap kesetimbangan ada dua macam reaksi, yaitu arah ke kanan dan sebaliknya arah ke kiri.



$$K_c = \frac{[R]^c [S]^d}{[P]^a [Q]^b}$$

Makna dari Kc adalah konstanta kesetimbangan konsentrasi yang menyatakan banyaknya zat dalam konsentasi. Hubungan antara konstanta kesetimbangan dengan persamaan reaksi yang dinamakan hukum kesetimbangan berbunyi: *"Konstanta kesetimbangan konsentrasi adalah perkalian konsentrasi zat produk dibagi perkalian konsentrasi reaktan yang dipangkatkan dengan koefisien masing-masing spesi"*.

b) Tetapan Kesetimbangan Berdasarkan Tekanan (Kp)

Penentuan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan parsial (Kp) yang terlibat dalam reaksi dihitung dari tekanan parsial zatnya (P). Untuk menghitung tetapan nilai kesetimbangan tersebut, kalian harus memperhatikan fase atau

wujud zat yang terdapat dalam reaksi yang akan ditentukan nilai K_p -nya. Pada perhitungan nilai kesetimbangan tekanan, fase yang dibutuhkan hanya fase gas (g). Jika di dalam reaksi terdapat fase lain selain fase gas maka fase itu diabaikan. Untuk lebih jelasnya kalian dapat mencermati penjelasan berikut ini:

$$aP + bQ \rightleftharpoons cR + dS$$

$$K_p = \frac{(PR)^c (PS)^d}{(PP)^a (PQ)^b}$$

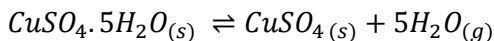
Nilai tekanan parsial (P) tiap zat dapat dihitung menurut perhitungan berikut ini: Misalnya, menghitung tekanan parsial (P) A

$$P_A = \frac{n_A}{n_{total}} \times P_{total}$$

3. Hubungan Persamaan Reaksi dengan Tetapan Kesetimbangan

Harga tetapan kesetimbangan (K) beberapa reaksi kimia dapat dibandingkan satu sama lain. Bentuk hubungan tersebut, jika ada suatu reaksi yang tetapan kesetimbangannya sama dengan K , berlaku ketentuan sebagai berikut:

Misalkan untuk reaksi:



Berdasarkan reaksi tersebut, maka nilai K akan terjadi perubahan, meliputi hal berikut :

- Reaksi yang berkebalikan, tetapan kesetimbangannya $\frac{1}{K}$
- Reaksi yang merupakan x kali dari reaksi tersebut, tetapan kesetimbangannya K^x

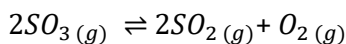
- Jika reaksi yang merupakan pembagian sebesar x , tetapan kesetimbangannya $\sqrt[x]{K}$

4. Faktor Pergeseran Kesetimbangan

Faktor-faktor yang mempengaruhi agar keadaan setimbang tetap dinamis adalah mengubah sistem reaksi untuk memperkecil gangguan kesetimbangan reaksi. Faktor-faktor tersebut menerapkan prinsip Le Chatelier di antaranya:

- **Perubahan konsentrasi pereaksi**

Penambahan dan pengurangan konsentrasi zat pereaksi dapat mengganggu kesetimbangan kimia. Contoh kasus dalam reaksi kimia di bawah ini:



Berdasarkan prinsip Le Chatelier, jika konsentrasi SO_3 ditambahkan maka akan terjadi peningkatan jumlah SO_3 sehingga secara spontan sistem akan mengurangi jumlah SO_3 dan kesetimbangan dapat bergeser ke arah produk atau kanan.

- **Perubahan suhu pada keadaan setimbang**

Pengaruh suhu hampir sama dengan pengaruh konsentrasi, namun memiliki perbedaan di mana ketika suhu diturunkan maka kesetimbangan akan bergeser ke arah eksotermik ($\Delta H < 0$) dan ketika suhu dinaikkan maka kesetimbangan akan bergeser ke arah endotermik ($\Delta H > 0$).

- **Perubahan tekanan dan volume yang mengubah posisi keadaan setimbang**

Pada suhu konstan, perubahan volume akan mempengaruhi perubahan tekanannya. Ketika volume diperbesar maka tekanan diperkecil dan jika volume diperkecil maka tekanan diperbesar.

- **Penambahan katalis dan gas inert yang tidak tidak dapat bereaksi**

Katalis memiliki peranan penting dalam mempercepat reaksi namun tidak mempengaruhi arah kesetimbangan. Begitupun juga dengan gas inert yang ketika dimasukkan ke dalam bejana yang mengandung gas yang sedang bereaksi dalam keadaan setimbang maka akan menambahkan jumlah tekanan. Penambahan tersebut tidak mempengaruhi arah keetimbangan kimia karena tekanan ini tidak mempengaruhi tekanan parsial spesi yang telah terbentuk.

G. Perangkat Asesmen

Bentuk Asesmen

1. Asesmen Formatif

a. Penilaian Pengetahuan

- Teknik penilaian : Tes tertulis
- Bentuk penilaian : Pengisian LKPD dan LKS
- Instrumen penelitian : LKPD dan LKS

b. Penilaian Sikap

- Teknik penilaian : Observasi
- Bentuk penilaian : Observasi perkembangan profil pelajar pancasila
- Instrumen penilaian : Lembar observasi

c. Penilaian Keterampilan

- Teknik penilaian :Observasi dan Presentasi
- Bentuk penilaian :Observasi keterampilan kinerja
- Instrumen penilaian : Lembar observasi

2. Asesmen Sumatif

- Teknik penilaian : Tes tertulis
- Bentuk penilaian : Soal
- Instrumen penilaian : Soal uraian

H. Pengayaan dan Remedial

1. Pengayaan

Teknik pembelajaran pengayaan diberikan secara berkelompok kepada siswa yang sudah tuntas dalam pembelajaran reguler. Materi yang diberikan adalah penguatan dan pendalaman ikatan logam. Metode pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran pengayaan ini yaitu pembelajaran berkelompok, pemberian tugas, dan presentasi.

2. Remedial

Bagi peserta didik yang belum mencapai tujuan pembelajaran, maka dilakukan kegiatan remedial dengan kegiatan berikut:

- Pemberian bimbingan secara individu. Hal ini dilakukan apabila ada beberapa anak yang mengalami kesulitan yang berbeda-beda, sehingga memerlukan bimbingan secara individual. Bimbingan yang

diberikan disesuaikan dengan tingkat kesulitan yang dialami oleh peserta didik.

- Pemberian bimbingan secara berkelompok. Hal ini dilakukan apabila dalam pembelajaran ada beberapa peserta didik yang mengalami kesulitan sama.
- Pemberian pembelajaran ulang dengan metode dan media yang berbeda. Pembelajaran ulang dilakukan apabila semua peserta didik mengalami kesulitan. Pembelajaran ulang dilakukan dengan cara penyederhanaan materi, variasi cara penyajian, penyederhanaan tes/pertanyaan.
- Pemanfaatan tutor sebaya, yaitu peserta didik dibantu oleh teman sekelas yang telah mencapai KKM, baik secara individu maupun kelompok.

I. Refleksi Guru dan Peserta Didik

No.	Refleksi Guru	Refleksi Peserta Didik	Catatan
1.	Apakah kegiatan membuka pelajaran dapat mengarahkan dan mempersiapkan pelajaran dengan baik?	Apakah saya sudah dapat mengetahui contoh terkait kesetimbangan kimia dengan baik?	
2.	Apakah peserta didik memahami penjelasan saya?	Apakah saya sudah dapat menjelaskan dan menafsirkan kaitan contoh kesetimbangan kimia pada kehidupan sehari-hari?	

3.	Apakah yang harus diperbaiki bila siswa tidak paham penjelasan saya?	Apakah saya sudah dapat menganalisis konsep kesetimbangan kimia?	
4.	Peserta didik mana yang perlu perhatian saya?	Apakah saya memperhatikan guru ketika menerangkan materi?	

J. Glosarium

Reaksi kesetimbangan : Reaksi dua arah dengan laju ke kanan sama dengan laju ke kiri

Keadaan setimbang : Keadaan saat dua proses yang berlawanan arah berlangsung secara bersamaan dengan kelajuan yang sama sehingga tidak menghasilkan perubahan makroskopis

Hukum kesetimbangan : Hukum aksi masa yang menyatakan bahwa hasil kali konsentrasi produk terhadap hasil kali konsentrasi pereaksi, dipangkatkan dengan koefisien reaksinya, mempunyai nilai tertentu pada suhu tertentu

Kesetimbangan Dinamis : Reaksi dapat balik secara terus-menerus sehingga secara makroskopis, reaksi nampak berhenti sedangkan secara mikroskopis reaksi terus terjadi

- Konsentrasi : Ukuran yang menggambarkan banyaknya zat dalam suatu campuran yang dibagi dengan volume total dari campuran
- Tekanan parsial : Tekanan yang diberikan oleh suatu gas dalam campurannya dengan gas-gas lain
- Katalis : Zat yang menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi dapat berjalan dengan cepat
- Reaksi eksotermik : Reaksi pelepasan kalor dari sistem ke lingkungan
- Reaksi endotermik : Reaksi penyerapan kalor dari lingkungan ke sistem

INSTRUMEN PENILAIAN SIKAP

Mata Pelajaran : Kimia

Kelas/semester : XI/ Genap

Materi : Keseimbangan Kimia

No	Nama Siswa	Perilaku			Ket.
		Aktif	Kerjasama	Percaya Diri	
1.					
2.					
3.					

Kolom aspek perilaku diisi dengan angka sesuai kriteria berikut:

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

Panduan Penskoran

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Pemberian Predikat

Nilai ketuntasan kompetensi sikap dalam bentuk predikat, yakni predikat Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), dan Kurang (K) sesuai kriteria dibawah ini.

Sangat Baik (A) : apabila memperoleh skor : $80 < \text{skor} < 100$ Baik (B) : apabila memperoleh skor : $60 < \text{skor} < 80$

Cukup (C) : apabila memperoleh skor : $40 < \text{skor} < 60$

Kurang (K) : apabila memperoleh skor : skor < 40

RUBRIK PENILAIAN SIKAP

Indikator	Skala Nilai	Rubrik
Aktif dalam Pembelajaran	1	<ul style="list-style-type: none"> ● Kurang baik jika menunjukkan sama sekali tidak memperhatikan pembelajaran
	2	<ul style="list-style-type: none"> ● Cukup jika menunjukkan sedikit perhatian terhadap pembelajaran tetapi belum ada pertanyaan dan tanggapan
	3	<ul style="list-style-type: none"> ● Baik jika menunjukkan perhatian dan ketertarikan materi pembelajaran dan sedikit pertanyaan dan tanggapan
	4	<ul style="list-style-type: none"> ● Sangat baik jika menunjukkan perhatian dan ketertarikan materi pembelajaran dan secara terus menerus mengajukan pertanyaan dan tanggapan
Kerjasama	1	<ul style="list-style-type: none"> ● Kurang baik jika sama sekali tidak berusaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok.
	2	<ul style="list-style-type: none"> ● Cukup jika menunjukkan ada sedikit usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum ajeg/konsisten.
	3	<ul style="list-style-type: none"> ● Baik jika menunjukkan sudah ada usaha untuk bekerjasama dalam kegiatan kelompok tetapi masih belum

Panduan Penskoran

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

RUBRIK PENILAIAN KETERAMPILAN

Apek yang dinilai	Indikator penilaian
<p style="text-align: center;">Mengamati dan menganalisis masalah</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Melihat dengan selang pandang ● Melihat dengan cermat ● Melihat dengan cermat dan mendengarkan dengan baik ● Melihat dengan cermat, mendengarkan dengan baik, dan menentukan solusi yang tepat untuk menyelesaikan kasus yang disediakan
<p style="text-align: center;">Mengkomunikasikan hasil diskusi</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Menggunakan getsur yang mantap dalam menyampaikan hasil diskusi kelompok dalam persentasi kelas ● Menggunakan suara yang lantang dan jelas dalam menyampaikan hasil diskusi kelompok dalam persentasi kelas ● Menggunakan bahasa yang baik dalam menyampaikan hasil diskusi kelompok dalam persentasi kelas ● Mengelola <i>audience</i> dengan baik dalam menyampaikan hasil diskusi kelompok dalam persentasi kelas

Keterangan:

Skor 4: jika 4 indikator dilakukan semua

Skor 3: jika hanya 3 indikator yang dilakukan

Skor 2: jika hanya 2 indikator yang dilakukan

Skor ≤ 1 : jika hanya 1 indikator yang dilakukan

Kriteria Penilaian

Sangat Baik (A) : apabila memperoleh skor : $3 < \text{skor} \leq 4$

Baik (B) : apabila memperoleh skor : $2 < \text{skor} \leq 3$

Cukup (C) : apabila memperoleh skor : $1 < \text{skor} \leq 2$

Kurang (K) : apabila memperoleh skor : skor akhir ≤ 1

INSRUMEN PENILAIAN PENGETAHUAN

Nama siswa	Tugas					Ulangan					Skor perolehan
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	

Panduan Penskoran

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Pemberian Predikat

Nilai ketuntasan kompetensi sikap dalam bentuk predikat, yakni predikat Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), dan Kurang (E) sesuai kriteria dibawah ini.

Sangat Baik (A) : apabila memperoleh skor : $80 < \text{skor} < 100$

Baik (B) : apabila memperoleh skor : $60 < \text{skor} < 80$

Cukup (C) : apabila memperoleh skor : $40 < \text{skor} < 60$

Kurang (E) : apabila memperoleh skor : $\text{skor} < 40$

Lampiran 4 Instrumen Soal Uji Coba, *Pretest*, dan *Posttest***KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET,
DAN TEKNOLOGI REPUBLIK INDONESIA
SMA NEGERI 15 SEMARANG**

Jl. Kedungmundu No.34, Sambiroto, Kec. Tembalang, Kota Semarang,
Jawa Tengah 50276

A. IDENTITAS *POSTTEST*

Mata Pelajaran : Kimia
Kelas : XI (Sebelas)
Waktu : 90 menit

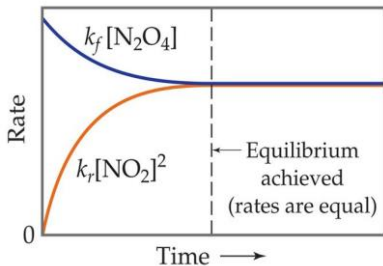
B. PETUNJUK UMUM

1. Berdo'alah sebelum mengerjakan soal!
2. Sebelum mengerjakan soal, telitilah kelengkapan nomor dalam berkas soal ini. Soal ini terdiri atas 15 soal.
3. Kerjakan soal pada kertas kosong dan tanpa ada catatan apapun!
4. Bacalah dengan cermat aturan dan tata cara menjawab setiap tipe soal!
5. Selama ujian berlangsung, tidak diperkenankan menggunakan alat komunikasi dalam segala bentuk apapun.
6. Diperkenankan menggunakan alat bantu hitung berupa kalkulator.
7. Waktu pengerjaan ujian 90 menit.
8. Percaya pada kemampuan diri sendiri, dilarang saling kirim jawaban dengan teman saat mengerjakan!
9. Periksa kembali jawaban jika sudah menyelesaikan semua soal!
10. *Happy enjoy and good luckkk!!!*

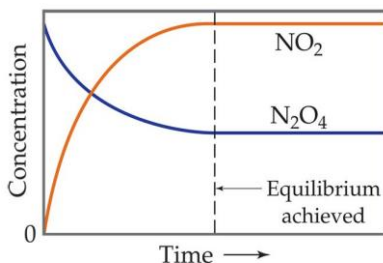
C. SOAL POSTTEST

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Perhatikan kurva di bawah ini!



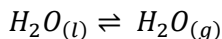
1



2

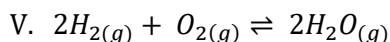
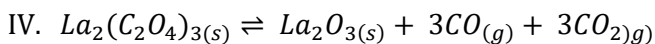
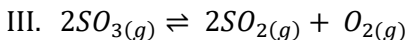
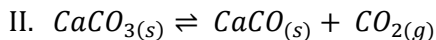
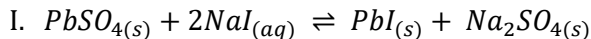
Berdasarkan kedua kurva di atas, analisislah peristiwa yang terjadi pada kurva 1 dan 2 berdasarkan konsep kesetimbangan kimia!

2. Proses mendidihnya air diawali ketika air yang direbus melewati titik didihnya kemudian berubah menjadi uap. Ketika penutup panci diletakkan kembali di atas panci, uap tersebut akan terperangkap dan terkondensasi kembali menjadi air. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:



Berdasarkan peristiwa tersebut, analisislah proses yang menunjukkan reaksi kesetimbangan kimia dan tuliskan ciri-cirinya!

3. Diketahui beberapa reaksi berikut:



Dari kelima reaksi tersebut, analisislah yang termasuk reaksi kesetimbangan homogen berdasarkan cirinya dan sertakan alasannya!

4. Industri pembuatan amonia untuk produksi pupuk dan bahan peledak banyak menerapkan reaksi kesetimbangan dengan persamaan reaksi:



Berdasarkan reaksi di atas, analisis dan rancanglah faktor pergeseran kesetimbangan agar pergeseran dapat mengoptimalkan produk dengan mempertimbangkan faktor :

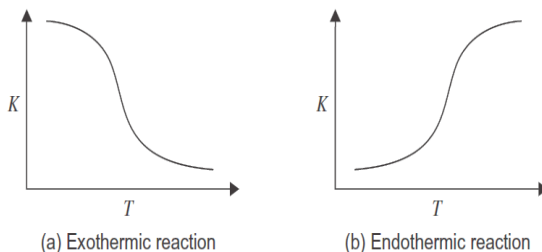
a) Suhu

b) Tekanan

c) Konsentrasi N_2

d) Volume

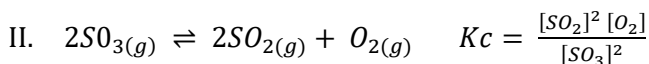
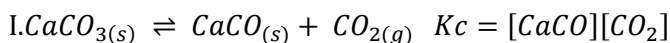
5. Perhatikan kurva di bawah ini!



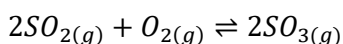
Dalam reaksi kesetimbangan, perubahan suhu melibatkan proses pelepasan dan penyerapan kalor, sehingga mempengaruhi nilai tetapan kesetimbangannya. Berdasarkan kurva di atas, analisislah hubungan antara suhu dengan nilai tetapan kesetimbangan!

6. Periksalah persamaan konstanta kesetimbangan konsentrasi (K_c) di bawah ini!

Jika persamaan salah, maka tuliskan persamaan K_c yang sesuai dengan menyertakan alasannya:



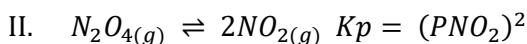
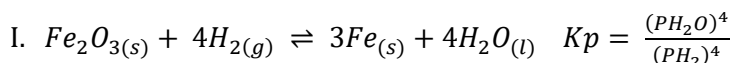
7. Wadah bervolume 1 liter yang berisi gas hidrogen dan gas iodin membentuk hidrogen iodida melalui reaksi kesetimbangan. Konstanta kesetimbangan konsentrasi pada reaksi ini sebesar 0,25 pada suhu tertentu. Tuliskan persamaan reaksi pembentukan gas hidrogen iodida dan tentukan konsentrasi gas iodin yang diperlukan agar saat kesetimbangan terdapat sejumlah 1 M H_2 dan 0,5 M HI!
8. Diketahui persamaan reaksi tahapan pembuatan asam sulfat dengan proses kontak sebagai berikut:



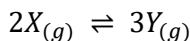
Mula-mula dalam wadah bervolume 1 liter direaksikan 0,2 mol SO_2 dengan 0,5 mol O_2 . Pada saat setimbang, SO_3 tersisa 0,1 mol. Buktikan bahwa nilai konstanta kesetimbangan konsentrasi tersebut lebih besar dari 0!

9. Periksalah persamaan konstanta kesetimbangan tekanan (K_p) di bawah ini!

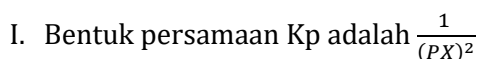
Jika persamaan salah, maka tuliskan persamaan K_p yang sesuai dengan menyertakan alasannya:



10. Pada suhu $T^\circ\text{C}$ dalam sebuah bejana V Liter terdapat kesetimbangan



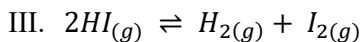
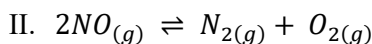
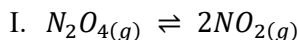
Nilai K_p pada suhu tersebut adalah $\frac{1}{2}$ dan harga $P_X = 4$ atm, analisis dan perkirakan pernyataan yang salah di bawah ini!



II. Nilai P_Y merupakan 4 kalinya nilai K_p pada $T^\circ\text{C}$

III. Konstanta kesetimbangan tekanan memperhatikan zat berfasa *liquid*

11. Dari reaksi-reaksi kesetimbangan berikut, analisislah reaksi yang memiliki nilai tetapan kesetimbangan $K_c = K_p$!

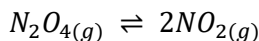


12. Ke dalam ruangan 10 L direaksikan 5 mol N_2 , 5 mol H_2 , dan 5 mol NH_3 . Kemudian dipanaskan pada suhu 427°C . Jika pada keadaan

setimbang terdapat 2 mol NH_3 , analisis dan perkirakan hubungan K_p dan K_c pada reaksi tersebut!

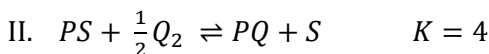
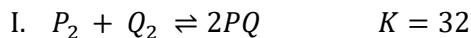
13. Pada reaksi kesetimbangan $2\text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$, 0,1 mol HI dipanaskan sehingga terbentuk 0,02 mol I_2 . Tentukan derajat disosiasi HI!

14. Dalam tabung yang berisikan gas N_2O_4 terjadi reaksi penguraian menjadi NO_2



Diketahui mol mula-mula N_2O_4 adalah 1 mol dan pada saat setimbang, mol N_2O_4 dan NO_2 masing-masing $1 - \gamma$ mol dan 2γ mol. Tentukan derajat disosiasi N_2O_4 !

15. Diketahui reaksi kesetimbangan:



Perkirakan dan buktikan bahwa nilai K untuk reaksi $2\text{PS} \rightleftharpoons \text{P}_2 + 2\text{S}$ adalah lebih besar dari 0!

Lampiran 5 Lembar Kerja Peserta Didik

LKPD Pertemuan 2

**MERDEKA
BELAJAR**

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

KELOMPOK :
KELAS :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Dalam pembelajaran ini siswa diharapkan dapat:

- Menjelaskan konsep reaksi bolak-balik yang terjadi dalam keadaan kesetimbangan fisis dan kimia
- Menjelaskan pengertian kesetimbangan dinamis
- Menjelaskan pengertian kesetimbangan statis
- Menjelaskan pengertian kesetimbangan homogen
- Menjelaskan pengertian kesetimbangan heterogen

FENOMENA I

Simak dan analisislah reaksi kimia dalam cerita berikut ini!

Kesetimbangan Kimia *is Magic!!!*

Suatu hari, seorang siswa ditugaskan untuk melakukan eksperimen di laboratorium berkaitan dengan beberapa reaksi kimia. Eksperimen yang pertama, siswa tersebut diminta untuk membakar kertas. Ketika kertas dibakar, seketika kertas itu menjadi abu. Kemudian siswa tersebut ditantang juga untuk mengubah abu kertas tadi menjadi kertas, namun dia mengalami kesulitan. Karena abu tersebut, tetap menjadi abu. Tidak bisa berubah menjadi kertas. Sehingga persamaan yang dihasilkan di buku catatannya:

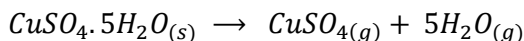


Kertas $\xrightarrow{\Delta}$ Abu (Berlangsung)

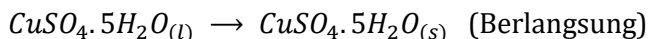
Abu \longrightarrow Kertas (Tidak berlangsung)

Tugas kedua siswa tersebut adalah menguji padatan biru yaitu tembaga (II) sulfat pentahidrat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$). Padatan tersebut seringkali disebut sebagai kristal biru yang dapat berubah menjadi kristal anhidrat berwarna putih dengan ditambah larutan HCl atau dilakukan pemanasan pada suhu tertentu. Kemudian diteteskan kembali air pada kristal anhidrat yang berwarna putih tadi. Ternyata kristal anhidrat berubah menjadi berwarna biru kembali, yang mengindikasikan kristal hidrat terbentuk kembali.

Sehingga persamaan reaksinya sebagai berikut:



(Berlangsung)



Berdasarkan fenomena di atas, jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Sebagaimana yang telah kalian amati, apakah abu hasil pembakaran kertas dapat diubah menjadi kertas seperti semula?

.....

.....

2. Peristiwa pembakaran kertas disebut sebagai reaksi *irreversible*. Jadi, berdasarkan peristiwa tersebut apakah yang dimaksud reaksi *irreversible*?

.....

.....

3. Tuliskan persamaan reaksi total pada fenomena pembakaran kertas!

.....

4. Peristiwa kristal biru disebut sebagai reaksi *reversible*. Jadi, berdasarkan peristiwa tersebut apakah yang dimaksud reaksi *reversible*?

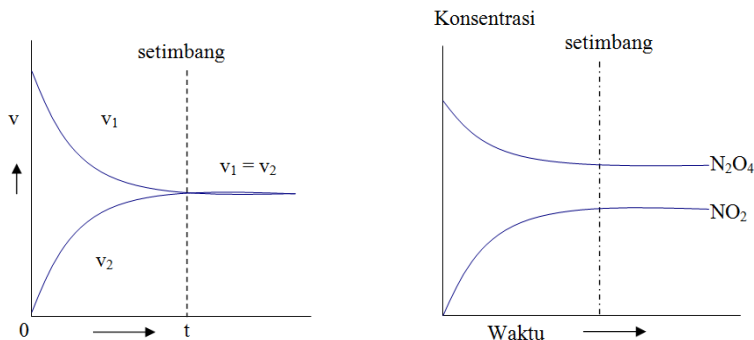
.....

5. Tuliskan persamaan reaksi kesetimbangan total pada fenomena kristal biru!

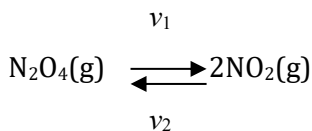
.....

KARAKTERISTIK KESETIMBANGAN KIMIA

Untuk memahami reaksi dapat balik yang berkesetimbangan perhatikan kurva reaksi kimia $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ berikut dengan teliti!



Kurva 1 menunjukkan hubungan perubahan laju reaksi terhadap waktu, dan kurva 2 menunjukkan hubungan perubahan konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi menuju keadaan setimbang. Sebagaimana reaksinya:



Misalkan laju reaksi maju v_1 (laju disosiasi N_2O_4) dan laju reaksi balik v_2 (laju sintesis N_2O_4), v_1 **bergantung pada konsentrasi N_2O_4** , sedangkan **nilai v_2 bergantung pada konsentrasi NO_2** .

Berdasarkan kurva di atas, jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Berdasarkan kurva 1, pada saat t setimbang (ditandai dengan garis vertikal putus-putus), bagaimanakah nilai v_1 dan v_2 ?

.....

.....

2. Berdasarkan jawaban no. 1, simpulkan apa yang terjadi pada peristiwa tersebut!

.....

.....

3. Berdasarkan kurva 2, pada saat t setimbang (ditandai dengan garis vertikal putus-putus) bagaimanakah nilai konsentrasi N_2O_4 dan NO_2 ?

.....

.....

4. Berdasarkan jawaban no. 3, simpulkan apa yang terjadi pada peristiwa tersebut!

.....

.....

5. Benar atau salah! Secara sub mikroskopis, nilai v_1 dan v_2 adalah berbeda dan tidak terjadi lagi? Jelaskan alasannya!

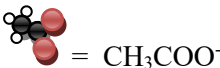
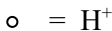
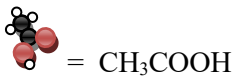
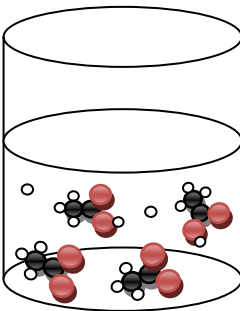
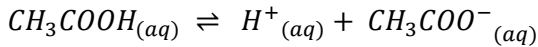
.....

.....

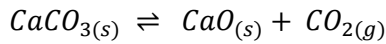
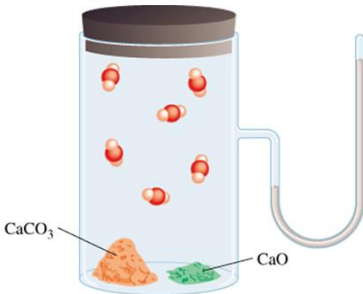
KESETIMBANGAN HOMOGEN DAN HETEROGEN

1. Cuka atau asam asetat (CH_3COOH) merupakan asam lemah yang dalam larutan berair akan terurai dan membentuk kesetimbangan.

Reaksi kesetimbangannya:



2. Pualam atau (CaCO_3) merupakan bagian terbesar penyusun cangkang siput. Kapur tidak larut dalam air sehingga tidak pernah kita jumpai siput dalam keadaan telanjang (tanpa rumah). Apabila kita panaskan batu kapur pada suhu tertentu maka akan terurai menjadi kapur tohor (CaO) dan karbondioksida (CO_2) dalam reaksi kesetimbangan.



Berdasarkan fenomena tersebut, simpulkan apa yang Anda ketahui berdasarkan informasi dari kedua reaksi yang berlangsung!

.....

.....

.....

.....

.....



PEMBUKTIAN HUBUNGAN LAJU REAKSI DENGAN REAKSI KESETIMBANGAN

Pembuktian tersebut dilakukan melalui percobaan sederhana, dengan alat dan bahan sebagai berikut:

Alat	Bahan
Wadah plastik berdiameter besar 2 buah	Larutan CuCl_2
Gelas <i>beaker</i> 100 mL	
Gelas <i>beaker</i> 50 mL	
Label	

Prosedur:

- ✓ Dilabeli wadah plastik yang akan digunakan dengan wadah reaktan dan produk
- ✓ Dituangkan larutan CuCl_2 ke dalam masing-masing wadah plastik
- ✓ Diambil larutan dari masing-masing wadah dan dilakukan penuangan dari wadah reaktan ke produk dan sebaliknya.
- ✓ Lakukan secara terus-menerus hingga didapatkan nilai volume wadah reaktan dan produk sama

Tuliskan hasil pengamatan dan simpulkan!

Hasil Pengamatan

.....

Lembar Kegiatan Peserta

Tetapan Kesetimbangan

Kelompok :

Kelas :

Anggota (Nama dan No. Presensi)

1.

2.

3.

4.

5.

Dalam pembelajaran ini siswa diharapkan dapat:

- Menuliskan tetapan kesetimbangan berdasarkan konsentrasi (K_c) dan tekanan parsial (K_p) untuk reaksi melalui kerja kelompok.
- Menghitung harga K_c dan K_p berdasarkan konsentrasi dan tekanan parsial gas pereaksi dan hasil reaksi pada keadaan setimbang melalui kerja kelompok.
- Menghitung harga K_p berdasarkan harga K_c dan sebaliknya
- Memahami dan menghitung harga tetapan kesetimbangan dari hubungan antara K_p dengan K_c
- Memahami dan menghitung derajat disosiasi
- Menghitung kuosien reaksi (Q_c) untuk menentukan arah reaksi
- Memahami hukum kesetimbangan
- Memahami faktor-faktor pergeseran kesetimbangan

Tetapan Kesetimbangan (K)

Dalam keadaan setimbang, perbandingan konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi tergantung pada suhu dan jenis reaksi kesetimbangan. **Cato Maximilian Guldberg dan Peter Waage**, dua ahli kimia dari Norwegia, menyatakan bahwa dalam reaksi kesetimbangan berlaku hukum kesetimbangan.

Bunyi Hukum Kesetimbangan

Dalam keadaan setimbang pada suhu tertentu, hasil perkalian konsentrasi hasil reaksi dibagi perkalian konsentrasi pereaksi yang masing-masing dipangkatkan koefisiennya mempunyai nilai konstan.



Tentukan persamaan tetapan kesetimbangan berikut ini:

1. $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$
2. $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

Tetapan Kesetimbangan Konsentrasi (Kc)

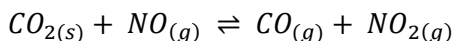
Merupakan hasil perkalian konsentrasi hasil reaksi dibagi perkalian konsentrasi pereaksi yang masing-masing dipangkatkan koefisiennya. Persamaan tetapan kesetimbangan konsentrasi (Kc) berlaku apabila dalam sistem tersebut berada dalam fasa gas atau larutan.

Tentukan persamaan tetapan kesetimbangan konsentrasi (Kc) dari reaksi di bawah ini:

1. $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$
2. $H_2O_{(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)}$
3. $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
4. $Ni_{(s)} + 4CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni(CO)_{4(g)}$

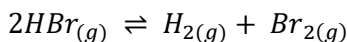
Tentukan harga tetapan kesetimbangan konsentrasi (Kc) dari reaksi di bawah ini:

1. Perhatikan reaksi berikut ini:



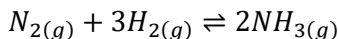
Reaksi diatas dilakukan dalam wadah 5 L. Pada keadaan awal terdapat 4,5 mol CO_2 dan 4 mol NO , sesudah kesetimbangan NO yang masih tersisa adalah 0,5 mol. Tetapan kesetimbangan reaksi tersebut adalah ...

2. Sejumlah 0,07 M gas HBr diperoleh dari 0,015 M gas H_2 , dan 0,015 M gas Br_2 membentuk reaksi kesetimbangan dengan persamaan reaksi sebagai berikut.



Tetapan kesetimbangan konsentrasinya adalah

3. Dalam wadah 1 liter terjadi reaksi kesetimbangan. Konstanta kesetimbangan konsentrasi pada reaksi ini sebesar 0,25 pada suhu tertentu. Konsentrasi yang diperlukan agar saat kesetimbangan terdapat sejumlah aM H_2 dan bM HI adalah
4. Pada suhu tertentu terjadi reaksi kesetimbangan sebagai berikut:



Pada wadah 2 L sejumlah H_2 dan gas NH_3 dalam keadaan setimbang adalah A mol dan B mol. Jika harga $K_c = \frac{1}{2}$, konsentrasi gas N_2 adalah ...

Tetapan Kesetimbangan Tekanan (K_p)

Merupakan hasil kali tekanan parsial gas-gas hasil reaksi dibagi dengan hasil kali tekanan parsial gas-gas pereaksi, setelah masing-masing gas dipangkatkan dengan koefisiennya menurut persamaan reaksi. Persamaan tetapan kesetimbangan tekanan (K_p) berlaku apabila dalam sistem tersebut berada dalam fasa gas

Gas selain memiliki konsentrasi juga dapat menimbulkan tekanan tertentu, sehingga tekanan total gas merupakan sumbangan dari tekanan parsial masing-masing gas (P_x)

$$P_x = \frac{\text{mol gas X}}{\text{mol total gas}} \times P_{\text{total}}$$



Tentukan persamaan tetapan kesetimbangan tekanan (K_p) dari reaksi di bawah ini:

- $NH_4Cl_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + HCl_{(g)}$
- $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$
- $Ag^+_{(aq)} + Fe^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons Ag_{(s)} + Fe^{3+}_{(aq)}$

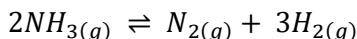
Tentukan harga tetapan kesetimbangan tekanan (K_p) dari reaksi di bawah ini:

1. Pada suhu 425°C dalam ruang 10 liter, 3 mol gas HI terdisosiasi 50% menghasilkan gas H_2 dan I_2 . Jika tekanan total campuran gas adalah 6 atm, berapa harga K_p ?
2. Gas X mengalami disosiasi akibat pemanasan dengan reaksi $X_{(g)} \rightleftharpoons Y_{(g)} + Z_{(g)}$. Sejumlah gas X dipanaskan pada tekanan konstan P. Pada kesetimbangan tekanan parsial X = $\frac{1}{7}P$. Berapa K_p pada suhu tersebut!
3. Dalam suatu wadah tertutup, amonium klorida dipanaskan pada suhu 200°C dan terjadi disosiasi:



Jika pada suhu tersebut $K_p = a$ (tekanan dalam atm), maka tekanan total dalam wadah (dalam atm) adalah

4. 5 mol gas amonia dimasukkan ke dalam suatu wadah dan dibiarkan terurai menurut reaksi:

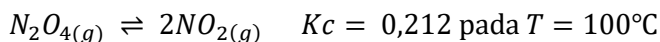


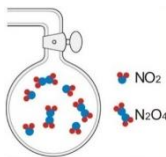
Setelah kesetimbangan tercapai ternyata amonia terurai 40% dan tekanan total 3,5 atm. Hitunglah K_p !

Hubungan K_p dan K_c

Perhatikan gambar di bawah ini!

Reaksi yang terjadi, dapat dituliskan dalam persamaan reaksi berikut:





Pada persamaan reaksi diketahui harga K_c reaksi disosiasi N_2O_4 pada suhu $100^\circ C$. Reaksi disosiasi N_2O_4 , fase reaktan dan produknya dalam wujud gas. Dari harga K_c tersebut

dapat ditentukan harga K_p -nya.

Hubungan K_p dan K_c dapat ditentukan berdasarkan rumus gas ideal:

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{n}{V}RT$$

$$P = MRT$$

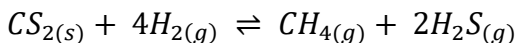
$$\text{Sehingga, } K_p = K_c RT^{\Delta n}$$

Kerjakan soal berikut ini!

1. Tuliskan hubungan K_p dan K_c pada reaksi di bawah ini!

- $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$
- $2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g)$
- $H_2O(g) \rightleftharpoons H_2O(l)$
- $CO_2(s) + NO(g) \rightleftharpoons CO(g) + NO_2(g)$

2. Harga K_c untuk reaksi berikut ini adalah 0,28.



Tentukan harga K_p pada temperatur $900^\circ C$ dan $R = 0,082 \text{ L.atm/mol.K}$?

3. Tentukan harga K_p pada reaksi kesetimbangan $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$. Jika harga K_c pada suhu $190^\circ C$ adalah 3,2.

Derajat Disosiasi

Disosiasi adalah peristiwa penguraian suatu zat menjadi zat lain yang lebih sederhana. Jumlah zat yang terdisosiasi dinyatakan dalam derajat disosiasi

$$\alpha = \frac{\Sigma \text{ mol zat yang terurai}}{\Sigma \text{ mol zat mula-mula}}$$

- Jika $\alpha = 0$, berarti reaksi tidak berlangsung
- Jika $\alpha = 1$, berarti reaksi berlangsung sempurna
- Jika $0 < \alpha < 1$, berarti reaksi berada dalam keadaan setimbang



ASAH KONSEP

- ✓ Pada penguraian gas amonia, saat setimbang mol NH_3 berbanding mol H_2 adalah 4 : 3. Persamaan reaksinya $2\text{NH}_{3(g)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)}$ maka derajat disosiasinya adalah
- ✓ Dalam suatu bejana terdapat kesetimbangan gas dengan susunan 0,05 mol SO_3 , 0,01 mol SO_2 , dan 0,005 mol O_2 yang berasal dari penguraian gas SO_3 murni. Derajat disosiasi penguraian SO_3 murni adalah

Kuosien Konsentrasi (Q_c)

Pergeseran reaksi kesetimbangan tidak hanya dapat dilihat oleh mata, akan tetapi juga dapat dikuantifikasi dalam bentuk angka.

Jika $Q_c < K_c$, reaksi akan berlangsung ke arah kanan

Jika $Q_c > K_c$, reaksi akan berlangsung ke arah kiri

Jika $Q_c = K_c$, tidak ada perubahan reaksi dan dalam keadaan setimbang

Latihan soal!

Pada temperatur tinggi, terjadi reaksi disosiasi senyawa HI berdasarkan persamaan reaksi berikut: $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$. Reaksi tersebut memiliki harga Kc sebesar 65 dengan konsentrasi awal HI sebesar 0,500 M, konsentrasi H_2 sebesar 2,8 M, dan konsentrasi I_2 sebesar 3,4 M. Tentukan:

1. Tentukan ke arah mana reaksi akan bergeser?
2. Apa langkah yang harus dilakukan agar reaksi dapat menjadi setimbang?

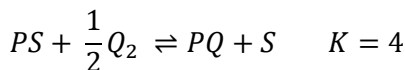
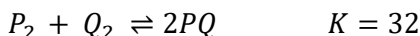
Manipulasi Hukum Keseimbangan Kimia

- Jika reaksi tetap, berarti nilai tetapan kesetimbangan tetap
- Jika reaksi dibalik, berarti nilai K juga dibalik. $K = \frac{1}{K}$
- Jika reaksi kesetimbangan dikali faktor n, berarti nilai K dipangkatkan n. $K = K^n$
- Jika reaksi kesetimbangan dibagi faktor n, berarti nilai K diakar n. $K = \sqrt[n]{K}$
- Jika reaksi-reaksi kesetimbangan dijumlahkan, berarti nilai K merupakan hasil kali reaksi-reaksi yang dijumlah. $K_1 + K_2 = K_1 \times K_2$

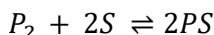


Kerjakan soal berikut ini!

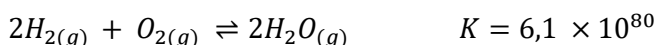
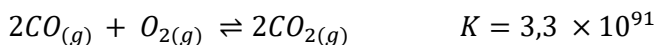
1. Diketahui reaksi kesetimbangan:



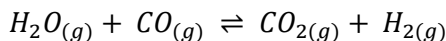
Tentukanlah Kc untuk reaksi:



2. Pada suhu 25°C, reaksi berikut memiliki tetapan kesetimbangan:



Tentukan nilai Kp untuk reaksi di bawah ini:



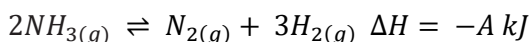
Faktor Pergeseran Kesetimbangan

Azas Le Chatelier berbunyi "Bila suatu kesetimbangan diberikan suatu aksi/tindakan, maka sistem tersebut akan mengadakan reaksi yang cenderung mengurangi aksi tersebut"



ASAH KONSEP

✓ Tunjukkan arah pergeseran kesetimbangan reaksi berikut:



Bila pada sistem:

- Ditambahkan H_2
- Ditambahkan N_2
- Dikurangi N_2

- d. Volume sistem diperbesar
 - e. Tekanan diperkecil
 - f. Suhu dinaikkan
 - g. Penambahan katallis
- ✓ Dari reaksi, $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ diketahui K_p pada 600°C dan 1000°C berturut-turut adalah $1,8 \times 10^4$ dan $2,8 \times 10^4$. Pernyataan yang benar ditunjukkan oleh nomor (sertakan alasannya!)
1. Tekanan parsial gas NO_2 akan meningkat jika suhu dinaikkan
 2. Peningkatan tekanan total campuran gas dalam kesetimbangan akan menurunkan kadar NO_2

PERCOBAAN FAKTOR PERGESERAN KESETIMBANGAN KIMIA

Kelompok :

Kelas :

Anggota (Nama dan No. Presensi)

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Tujuan Percobaan:

1. Praktikan dapat mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan kimia
2. Praktikan dapat mengetahui pengaruh suhu terhadap pergeseran kesetimbangan

Alat dan Bahan

No.	Alat	Bahan
Pengaruh Konsentrasi Terhadap Pergeseran Kesetimbangan		
1.	Pipet Tetes 5 buah	Larutan FeCl_3 0.0024 M Larutan KSCN 0.0041M
2.	Gelas <i>Beaker</i> 250 mL	
3.	Tabung Reaksi 5 buah	

4.	Rak Tabung Reaksi 1 buah	Larutan Na_2HPO_4 0.0028 M Aquades
5.	Batang Pengaduk 1 buah	
6.	Gelas ukur 10 mL 1 buah	
7.	Label	
Pengaruh Suhu Terhadap Pergeseran Kesetimbangan		
1.	Gelas <i>Beaker</i> 500 mL 3 buah	Pb(NO ₃) ₂ Es batu Aquades
2.	Tabung Reaksi 4 buah dan penutupnya	
3.	Pipa bengkok	
4.	Pemanas	
5.	Label	
6.	Termometer	
7.	Spatula	

Prosedur Kerja:

Pengaruh Konsentrasi

1. Disiapkan gelas *beaker* 100 mL dan 5 tabung reaksi
2. Dimasukkan 10 mL akuades ke dalam gelas *beaker*
3. Ditambahkan 8 tetes larutan FeCl_3 0.0024 M dan 8 tetes larutan KSCN 0.0041M
4. Dihomogenkan
5. Dibagi ke dalam 5 tabung reaksi dengan volume yang sama
6. Disiapkan 5 tabung reaksi dengan diberi label:
 - Tabung 1 (hanya larutan no.3 sebanyak 5 tetes)
 - Tabung 2 ditambah 3 tetes FeCl_3
 - Tabung 3 ditambah 3 tetes KSCN

- Tabung 4 ditambah larutan Na_2HPO_4 0.0028 M
- Tabung 5 ditambah 5 mL aquades

Pengaruh Suhu

1. Dimasukkan kristal $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ pada tabung reaksi lalu ditutup dengan penutup yang telah dipasang pipa bengkok
2. Dimasukkan ujung pipa bengkok ke dalam 3 tabung reaksi untuk menampung gas NO_2
3. Dipanaskan tabung yang berisi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sampai terbentuk gas berwarna coklat
4. Diberikan perlakuan 3 tabung reaksi pada no. 2 dengan:
 - Tabung 1 dimasukkan ke dalam gelas *beaker* berisi air (kontrol)
 - Tabung 2 dimasukkan ke dalam gelas *beaker* berisi es batu
 - Tabung 3 dimasukkan ke dalam gelas *beaker* berisi air mendidih

Hasil Pengamatan

Pengaruh Konsentrasi

Tabung Reaksi	Perlakuan	Pengamatan
1.	Aquades 10 mL + 8 tetes FeCl_3 + 8 tetes KSCN	
2.	Tabung 2 + 3 tetes FeCl_3	
3.	Tabung 3 + 3 tetes KSCN	
4.	Tabung 4 + larutan Na_2HPO_4 0.0028 M	
5.	Tabung 5 + 5 mL aquades	

Pengaruh Suhu

Tabung Reaksi	Suhu	Pengamatan
1.	27°C	
2.	15°C	
3.	80°C	

Pembahasan

Pengaruh Konsentrasi

Setelah melakukan percobaan, jawablah soal-soal berikut:

1. Bagaimana warna larutan pada tabung 2,3, dan 4 dibandingkan warna larutan pada tabung 1? Ke arah mana kesetimbangan akan bergeser?
2. Apakah terjadi perubahan warna pada tabung 5?

Pengaruh Suhu

Setelah melakukan percobaan, jawablah soal-soal berikut:

1. Apa warna gas NO_2 pada suhu 27°C (suhu kamar)?
2. Bagaimana warna gas jika suhu diturunkan? Ke arah manakah kesetimbangan akan bergeser? Jelaskan!
3. Bagaimana warna gas jika suhu dinaikkan? Ke arah manakah kesetimbangan akan bergeser? Jelaskan!

Noted: Jawaban ditulis dalam bentuk deskripsi dan dilengkapi dengan konsep faktor pergeseran kesetimbangan yang telah dipelajari

Kesimpulan

Diskusikan hasil percobaan dengan teman kelompok, kemudian buatlah kesimpulan sesuai dengan tujuan percobaan dan presentasikan di depan kelas!

Lampiran 6 Hasil Validasi Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking* oleh Ahli Materi

D. Penilaian

Aspek	Nomor														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Kejelasan format	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2. Kejelasan isi	3	4	4	4	3	4	3	3	2	4	4	4	4	3	
3. Kejelasan pedoman penskoran	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4. Keterbacaan	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
5. Kejelasan bahasa	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

E. Komentar Umum dan Saran
 diperbaiki untuk rubrik penilaian dan soal yang sesuai

F. Kesimpulan
 Kisi-kisi instrumen soal untuk meningkatkan kemampuan system thinking siswa pada materi kesetimbangan kimia, dinyatakan pada:

A. Layak diujikan tanpa revisi
 B. Layak diujikan dengan revisi
 C. Tidak layak diujikan

Mohon diberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

D. Penilaian

Aspek	Nomor														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Kejelasan format	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4
2. Kejelasan isi	3	2	3	3	2	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4
3. Kejelasan pedoman penskoran	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3
4. Keterbacaan	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	2	4	3	3
5. Kejelasan bahasa	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3

E. Komentar Umum dan Saran
 diperbaiki sesuai dengan saran yg sudah diberikan

F. Kesimpulan
 Kisi-kisi instrumen soal untuk meningkatkan kemampuan system thinking siswa pada materi kesetimbangan kimia, dinyatakan pada:

A. Layak diujikan tanpa revisi
 B. Layak diujikan dengan revisi
 C. Tidak layak diujikan

Mohon diberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

Lampiran 7 Hasil Validasi Konstrak Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

Correlations		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_10	X_11	X_12	X_13	X_14	X_15	Total
X_1	Pearson Correlation	1	.621**	.584**	.838**	.857**	.836**	.870**	.876**	.881**	.863**	.829**	.788**	.759**	.699**	.782**	.907**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_2	Pearson Correlation	.621**	1	.601**	.678**	.572**	.778**	.626**	.702**	.703**	.745**	.714**	.624**	.599**	.540**	.572**	.739**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.001	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_3	Pearson Correlation	.584**	.601**	1	.619**	.643**	.759**	.607**	.654**	.716**	.586**	.662**	.633**	.564**	.571**	.516**	.715**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.001	.002	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_4	Pearson Correlation	.838**	.678**	.619**	1	.756**	.805**	.832**	.805**	.810**	.794**	.799**	.768**	.704**	.715**	.792**	.876**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_5	Pearson Correlation	.857**	.572**	.643**	.756**	1	.802**	.871**	.837**	.870**	.795**	.774**	.736**	.755**	.718**	.767**	.883**
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_6	Pearson Correlation	.836**	.778**	.759**	.805**	.802**	1	.875**	.906**	.902**	.866**	.853**	.758**	.767**	.697**	.774**	.923**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_7	Pearson Correlation	.870**	.626**	.607**	.832**	.871**	.875**	1	.923**	.917**	.877**	.866**	.826**	.830**	.765**	.876**	.948**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_8	Pearson Correlation	.876**	.702**	.654**	.805**	.837**	.906**	.923**	1	.933**	.896**	.867**	.841**	.814**	.761**	.817**	.950**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_9	Pearson Correlation	.881**	.703**	.716**	.810**	.870**	.902**	.917**	.933**	1	.870**	.874**	.799**	.834**	.745**	.794**	.949**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_10	Pearson Correlation	.863**	.745**	.586**	.794**	.795**	.866**	.877**	.896**	.870**	1	.865**	.839**	.893**	.780**	.820**	.939**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_11	Pearson Correlation	.829**	.714**	.662**	.799**	.774**	.853**	.866**	.867**	.874**	.865**	1	.804**	.838**	.853**	.823**	.933**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_12	Pearson Correlation	.788**	.624**	.633**	.768**	.736**	.758**	.826**	.841**	.799**	.839**	.804**	1	.828**	.804**	.866**	.898**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_13	Pearson Correlation	.759**	.599**	.564**	.704**	.755**	.767**	.830**	.814**	.834**	.893**	.838**	.828**	1	.853**	.811**	.897**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_14	Pearson Correlation	.699**	.540**	.571**	.715**	.718**	.697**	.765**	.761**	.745**	.780**	.853**	.804**	.853**	1	.822**	.858**
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
X_15	Pearson Correlation	.782**	.572**	.516**	.792**	.767**	.774**	.876**	.817**	.794**	.820**	.823**	.866**	.811**	.822**	1	.896**
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Total	Pearson Correlation	.907**	.739**	.715**	.876**	.883**	.923**	.948**	.950**	.949**	.939**	.933**	.898**	.897**	.858**	.896**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33

** .Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 8 Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Keterampilan *System Thinking*

Reliability Statistics	N of Items
Cronbach's Alpha	15
.980	

Lampiran 9 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

Tingkat Kesukaran															
rata-rata	2,78 788	2,93 939	3,66 667	1,21 212	2	3,27 273	2,81 818	2,87 879	2,96 97	1,18 182	2,84 848	2,54 545	2,27 273	2,48 485	1,21 212
skor maksimal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tingkat kesukaran	0,69 697	0,73 485	0,91 667	0,30 303	0,5	0,81 818	0,70 455	0,71 97	0,74 242	0,29 545	0,71 212	0,63 636	0,56 818	0,62 121	0,30 303
kriteria	Sed ang	Mud ah	Mud ah	Suk ar	Sed ang	Mud ah	Sed ang	Mud ah	Mud ah	Suk ar	Mud ah	Sed ang	Sed ang	Sed ang	Suk ar

Lampiran 10 Hasil Analisis Daya Beda Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

Kelompok Atas (JA)	Kelompok Bawah (JB)
Agatha = 57	Fahri = 26
Arya = 54	Aini = 25
Jauza = 54	Evan = 24
Keisha = 54	Muaffa = 24
Tenaya = 54	Ricky = 24
Fanisa = 52	Arthur = 21
Amy = 51	Satria = 20
Sekar = 50	Fariz = 6
Jeny = 50	Aziz = 2
Ja = 9 orang	Jb = 9 orang

Item Soal	Ba	Bb	JA	JB	Pa = Ba/Ja	Pb = Bb/Jb	D = Pa - Pb	Kriteria
1	8	0	9	9	0,88888889	0	0,88888889	Baik Sekali
2	3	0	9	9	0,33333333	0	0,33333333	Cukup
3	9	5	9	9	1	0,5555556	0,44444444	Baik
4	0	0	9	9	0	0	0	Buruk
5	2	0	9	9	0,22222222	0	0,22222222	Cukup
6	9	0	9	9	1	0	1	Baik Sekali
7	8	0	9	9	0,88888889	0	0,88888889	Baik Sekali
8	9	0	9	9	1	0	1	Baik Sekali
9	9	0	9	9	1	0	1	Baik Sekali
10	2	0	9	9	0,22222222	0	0,22222222	Cukup
11	7	0	9	9	0,77777778	0	0,77777778	Baik Sekali
12	6	0	9	9	0,66666667	0	0,66666667	Baik
13	2	0	9	9	0,22222222	0	0,22222222	Cukup
14	4	0	9	9	0,44444444	0	0,44444444	Baik
15	3	0	9	9	0,33333333	0	0,33333333	Cukup

Lampiran 11 Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pretest_eks	.088	35	.200*	.978	35	.679
pretest_kontrol	.097	36	.200*	.960	36	.221
posttest_eks	.174	35	.008	.840	35	.000
posttest_kontrol	.172	36	.009	.914	36	.008

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 12 Hasil Uji Mann-Whitney U

Test Statistics^a

	Hasil Sstem Thinking
Mann-Whitney U	426.000
Wilcoxon W	1092.000
Z	-2.502
Asymp. Sig. (2-tailed)	.012

a. Grouping Variable: Kelas

Lampiran 13 Hasil Uji Homgenitas

Test of Homogeneity of Variances

Hasil System Thinking

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.119	1	69	.294

Lampiran 15 Hasil *Posttest* Kelas Eksperimen

No	Nama	Soal															Jumlah	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	AISYAH JIHAN NABILA	4	3	4	2	3	4	4	4	4	2	2	3	1	2	1	43	71,6
2	ANANDA AYUDYA PUTRI	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	59	98,3
3	ANDRE MAULANA PUTRA PRATAMA	4	3	3	2	3	4	4	4	3	2	3	3	3	3	3	47	78,3
4	ARKAN PRADITYA	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	54	90,0
5	ARUNA ATHAILLAH NURWIDODO	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	56	93,3
6	DIAN ALIYA AFRIN	3	2	3	2	3	4	3	3	3	2	2	3	2	2	2	39	65,0
7	DIMAS ABYAN FAWWAZ	3	3	3	3	3	4	3	2	2	1	3	2	3	2	3	40	66,0
8	ERLIA NOVA DHI ARYANI	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	56	93,3
9	FREDELLA CLARESTA SALSABILA HERKUTANTO	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	58	96,6
10	HANUM PUTRI SALSABILA	3	4	4	2	3	4	4	4	3	4	3	2	3	4	3	50	83,3
11	HASNA ARINA HAKIM	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4	55	91,6
12	HENGGAR RIZKY DEWANDARU	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	57	95,0
13	KEILLA ALINZIA ALFIONA	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	2	3	4	4	50	83,3
14	KHANSA SYIFA KHAILILA PUTRI ABIMANYU	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	59	98,3
15	LINA RAHMAWATI	4	4	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	56	93,3
16	M.DAFFA AL MALIKI	2	2	1	2	1	0	3	2	3	3	2	2	1	2	2	28	46,6
17	MAULIDA AISYA DEVI	4	2	4	2	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	54	90,0
18	MUHAMMAD NOFAL EKARIZKI	4	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	54	90,0
19	MUTIA CYNTHIA DEWI ARIYANTI	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	16	26,6
20	NAADIRA SALMA PUTRI	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	2	4	51	85,0
21	NABILLA FAJRI IZZATI	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	52	86,6
22	NADIA KHANSA PRASETYO	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	2	2	3	3	4	47	78,3
23	NANDIYA PUTRI MARTASYA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	58	96,6
24	NETISARA ARDIYANTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
25	ODWEEN FERDIANSYAH	3	3	4	2	2	4	4	3	3	2	2	3	3	3	4	45	75,0
26	OLIVIA DWI MAHARANI	3	3	3	2	1	3	2	2	3	0	3	1	2	2	0	30	50,0
27	PUTRI SALMA FASA SABELA	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	56	93,3
28	QANITA ALYA AZIZA	4	2	4	2	2	4	4	4	2	2	3	0	0	0	3	36	60,0
29	RAISSA AZ ZAHRA PURNOMO	3	3	4	2	3	3	4	3	3	2	3	2	2	3	3	43	71,6
30	REVA AMELIA	3	3	3	2	2	2	0	1	3	2	2	1	2	2	0	28	46,6
31	SABRINA BERLIAN IZZATI	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	2	4	2	3	49	81,6
32	SHAFIRA NAJWA NUR ALDIANSYAH	3	3	1	2	1	2	1	3	2	1	2	2	1	1	1	26	43,3
33	TITAN SAPUTRA	1	1	2	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	11	18,3
34	TSANAYA ARIDHO FADHLAN	2	2	4	3	2	3	4	4	3	3	2	3	4	3	3	45	75,0
35	WIDYA MAHARANI AZIZAH	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	58	96,6
36	YUSUF SURYA SAPUTRA	2	3	4	3	2	4	4	4	3	3	2	3	3	3	3	46	76,6
Jumlah Skor		117	102	124	93	99	123	122	123	113	99	105	92	101	99	103		
Persentase Jawaban (%)		81	70	86	64	68	85	84	83	78	68	72	63	70	68	71		
Rata-Rata (%)		5	3	1	8	5	1	2	3	7	5	1	8	3	5	2		

Lampiran 16 Hasil Pretest Kelas Kontrol

No	Nama	Soal															Jumlah	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	ADELIA INTAN PUTRI ADIYANTI	1	2	2	1	1	2	1	1	2	0	0	1	0	0	0	14	23.3
2	ADELIA NAVIRA BAHRI	1	2	2	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	12	20.0
3	ADRIAN FAHMI DHAURRAHMAN	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	15	25.0
4	AISHA ALIKA FERNANDA	2	2	2	1	1	2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	15	25.0
5	ALYA BUNGA RAMADHANI	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	10.0
6	ARIMA BERLIANA PUTRI	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	15	25.0
7	AZALIA SALSABILA PUTRI ADI	1	2	2	1	1	2	1	1	2	0	1	0	0	1	0	15	25.0
8	AZZAHRA FATWA SOLECHAH	1	1	2	1	0	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0	11	18.3
9	CARLOS IMMANUEL HUTABARAT	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	10	16.6
10	DANDI DWI PRADHITYA PUTRA	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9	15.0
11	DESI NIRMALA	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	0	20	33.3
12	DWI RAHMA PUSPITANINGTYAS	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	0	0	18	30.0
13	FEBRINA DAHLIA PUSPTASARI	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18	30.0
14	FIRDA GHATSA AL-MAGHFIRAH	2	3	3	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	0	22	36.6
15	GHAZI PUTRA BAHARI	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.30
16	HAYDAR MOHAMMAD RASYID	1	3	3	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	0	18	30.0
17	KIRANI ZAHRA TUL AISYAH	2	2	3	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	0	22	36.6
18	MUHAMMAD ARJUNA RAEIA ANDHIRA	1	2	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	10	16.6
19	MUHAMMAD ZIDAN YORDI ALHANIF	1	2	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	9	15.0
20	NABILA NURRIZQIQA	2	2	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	20	33.3
21	NADHILA SEPTYASA PUTRI RAHMAWATI	1	2	4	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	0	21	35.0
22	NASYWA CARISSA CHAERANI	1	2	3	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	14	23.3
23	NATHANIA ZERLINA HARTANTO	2	2	4	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	22	36.6
24	NOVITA FEBRIYANTI	0	2	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	7	11.6
25	ORLIN ONDIN MEISYESA NAFIYANTO	2	3	4	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	0	24	40.0
26	PUTRI NAYLA TAZKIYAH	2	2	3	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	1	0	16	26.6
27	RACHEL GAYATRI ZAKIA SALSABILA	2	2	4	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	18	30.0
28	RAYHAN RAHMANANDA SANTOSA	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.30
29	REGHA PUTRI PARAMITA	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	16	26.6
30	REYANIA AURELIA PRAMESTHI	1	2	3	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	12	20.0
31	RIZKA FITRI NUR AMANDA	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.30
32	SISCA NURAZIZAH	1	2	3	1	1	1	1	0	0	0	2	1	1	0	0	14	23.3
33	SULTHON QOIS ATHALLAH	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6.66
34	TANZHIRLA FARREL RACHIMAN	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6.66
35	TRISTAN LEANDRO LAIMEHERIWA	1	2	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	11	18.3
36	VIROSY AMLIA	1	2	2	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	13	21.6
Rata-Rata (%)		47	68	80	34	22	44	28	25	32	27	22	19	15	18	0		
Jumlah Skor		32	47	55	23	15	30	19	17	22	18	15	13	10	12	0		
Persentase Jawaban (%)		.6	.2	.5	.6	.2	.5	.4	.3	.2	.7	.2	.1	.4	.5	0		
		4	2	5	1	7	5	4	6	2	5	7	2	1	0			
		22.26																

Lampiran 17 Hasil Posttest Kelas Kontrol

No	Nama	Soal															Jumlah	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	ADELIA INTAN PUTRI ADIYANTI	3	3	4	2	2	4	4	4	3	2	3	2	2	1	1	40	66.6
2	ADELIA NAVIRA BAHRI	3	3	4	2	3	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2	42	70.0
3	ADRIAN FAHMI DHAURRAHMAN	3	3	4	2	2	4	4	4	2	3	3	3	2	2	2	43	71.6
4	AISHA ALIKA FERNANDA	3	3	4	2	2	4	4	4	3	2	3	2	3	2	3	43	71.6
5	ALYA BUNGA RAMADHANI	1	2	3	1	2	3	2	2	1	0	1	0	1	1	0	20	33.3
6	ARIMA BERLIANA PUTRI	3	3	4	2	2	4	4	4	3	3	3	3	1	2	2	43	71.6
7	AZALIA SALSABILA PUTRI ADI	3	3	4	3	2	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2	44	73.3
8	AZZAHRA FATWA SOLECHAH	2	3	3	2	2	4	4	4	2	2	2	2	2	1	1	36	60.0
9	CARLOS IMMANUEL HUTABARAT	3	3	4	2	2	4	3	4	3	3	2	2	1	3	2	41	68.3
10	DANDI DWI PRADHITYA PUTRA	3	2	3	2	1	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	22	36.6
11	DESI NIRMALA	4	2	4	3	3	4	4	4	4	3	3	2	3	3	3	49	81.6
12	DWIRAHMA PUSPTIANINGTYAS	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	2	3	3	4	52	86.6
13	FEBRINA DAHLIA PUSPTASARI	4	3	4	3	3	4	4	4	3	2	3	2	2	3	2	46	76.6
14	FIRDA CHAITSA AL-MAGHIRAH	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	56	93.3
15	GHAZI PUTRA BAHARI	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.0
16	HAYDAR MOHAMMAD RASYID	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	50	83.3
17	KIRANI ZAHRA TUL AISYA	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	54	90.0
18	MUHAMMAD ARJUNA RAEIA ANDHIRA	3	2	3	1	1	3	3	2	2	2	2	1	1	2	0	28	45.0
19	MUHAMMAD ZIDAN YORDI ALHANIF	3	2	4	2	1	4	3	3	2	2	1	1	1	1	0	30	50.0
20	NABILA NURRIZQIA	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	52	86.6
21	NADHILA SEPTYASA PUTRI RAHMAMATI	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	57	95.0
22	NASYWA CARISSA CHAERANI	4	3	4	2	2	4	4	3	3	4	3	2	3	3	2	46	76.6
23	NATHANIA ZERLINA HARTANTO	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	58	96.6
24	NOVITA FEBRIYANTI	3	2	3	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	19	31.6
25	ORLIN ONDIN MEIYESA NAFIYANTO	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	59	98.3
26	PUTRI NAVLA TAZKIYAH	4	3	4	2	2	4	4	4	3	2	2	3	2	3	3	45	75.0
27	RACHEL GAYATRI ZAKIA SALSABILA	4	3	3	2	3	4	4	3	3	3	2	2	2	3	3	44	73.3
28	RAYHAN RAHMAMANDA SANTOSA	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.30
29	REGITA PUTRI PARAMITA	3	3	4	2	3	4	4	3	3	2	1	1	2	2	3	40	66.6
30	REVANIA AURELIA PRAMESTHI	4	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	2	34	56.6
31	RIZKA FITRI NUR AMANDA	2	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	13.3
32	SISCA NURAZIZAH	3	3	4	2	2	3	3	2	2	1	1	1	1	2	1	31	51.6
33	SULTHON QOIS ATHALLAH	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.0
34	TANZHILA FARREL RACHMAN	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8.33
35	TRISTAN LEANDRO LAIMEHERIWA	3	3	4	2	3	4	3	3	2	2	3	2	1	3	1	39	65.0
36	VIROSY AMLIA	3	3	4	1	1	2	3	2	3	2	2	0	0	0	0	26	43.3
Jumlah Skor		11	9	1	7	7	1	1	1	0	8	7	7	6	6	7	6	5
Persentase Jawaban (%)		7	6	8	5	5	8	7	7	6	5	5	4	4	5	4	5	4
		7	7	4	0	1	1	7	2	0	3	4	3	4	0	5	0	1
		7	3	7	0	4	2	7	2	4	4	2	7	4	0	1	3	3
		7	6	2	0	0	5	7	2	2	7	0	5	4	0	3	3	3
Rata-Rata (%)		60.92																

Lampiran 18 Hasil Uji *Effect Size*

Eksperimen

<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pos-Pre</i>
31,6	71,6	40
50	98,3	48,3
13,3	78,3	65
40	90	50
35	93,3	58,3
21,6	65	43,4
16,6	66	49,4
31,6	93,3	61,7
41,6	96,6	55
21,6	83,3	61,7
45	91,6	46,6
38,3	95	56,7
23,3	83,3	60
53,3	98,3	45
36,6	93,3	56,7
3,3	46,6	43,3
36,6	90	53,4
26,6	90	63,4
8,3	26,6	18,3
30	85	55
35	86,6	51,6
21,6	78,3	56,7
56,6	96,6	40
0	0	0
26,6	75	48,4
18,3	50	31,7
31,6	93,3	61,7
28,3	60	31,7
20	71,6	51,6
8,3	46,6	38,3
10	81,6	71,6
21,6	43,3	21,7
3,3	18,3	15
16,6	75	58,4
55	96,6	41,6
16,6	76,6	60
Mean		47,53333
STDEV		15,43871

Kontrol

<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pos-Pre</i>
23,3	66,6	43,3
20	70	50
25	71,6	46,6
25	71,6	46,6
10	33,3	23,3
25	71,6	46,6
25	73,3	48,3
18,3	60	41,7
16,6	68,3	51,7
15	36,6	21,6
33,3	81,6	48,3
30	86,6	56,6
30	76,6	46,6
36,6	93,3	56,7
3,3	10	6,7
30	83,3	53,3
36,6	90	53,4
16,6	45	28,4
15	50	35
33,3	86,6	53,3
35	95	60
23,3	76,6	53,3
36,6	96,6	60
11,6	31,6	20
40	98,3	58,3
26,6	75	48,4
30	73,3	43,3
3,3	3,3	0
26,6	66,6	40
20	56,6	36,6
3,3	13,3	10
23,3	51,6	28,3
6,66	10	3,34
6,66	8,33	1,67
18,3	65	46,7
43,3	43,3	21,7
Mean		38,60028
STDEV		17,80887

Results

Cohen's $d = 0.536$ (medium effect size)

Cohen's d is calculated according to the formula: $d = (M_1 - M_2) / SD_{\text{pooled}}$

$$SD_{\text{pooled}} = \sqrt{[(SD_1^2 + SD_2^2) / 2]}$$

Where: M_1 = mean of group 1, M_2 = mean of group 2, SD_1 = standard deviation of group 1, SD_2 = standard deviation of group 2,

SD_{pooled} = pooled standard deviation.

$$M_1 = 47.53333333, M_2 = 38.60027778, SD_1 = 15.43870831, SD_2 = 17.80886817$$

$$d = (47.53333333 - 38.60027778) / 16.666, SD_{\text{pooled}} = \sqrt{[(15.43870831^2 + 17.80886817^2) / 2]} = 16.666$$

$$d = 8.933 / 16.666 = 0.536$$

$$d = 0.536$$

Lampiran 20 Dokumentasi Jawaban *Pretest* dan *Posttest*

Kelas Eksperimen

Nardiya Putri M
XI-A-6 123

- Peristiwa yang terjadi pada kurva 1 dan 2
 - kurva 1 : pada saat keadaan equilibrium, seiring berjalannya waktu nilai laju reaktan & produk, nilainya sama.
 - kurva 2 : pada keadaan equilibrium seiring berjalannya waktu, nilai laju reaktan lebih rendah dari nilai laju produk, dan konsentrasi produk & reaktan yang konstan. produk > reaktan
- Proses : diawali ketika air yang direbus melewati titik didihnya kemudian berubah menjadi uap. ketika penutup panci diletakkan kembali diatas panci, uap tersebut akan terperangkap & terkondensasi kembali menjadi air.

Rx : $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$

Ciri 2 : 1. Proses reaksi bolak-balik ditandai dengan panah dua arah " \rightleftharpoons " dan disebut reversible
 2. Dalam keadaan seimbang, tidak ada reaksi yang habis karena berlangsung terus-menerus
 3. terjadi pada ruangan tertutup.
- Reaksi yang termasuk reaksi homogen adalah :

III. $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$
 V. $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g)$

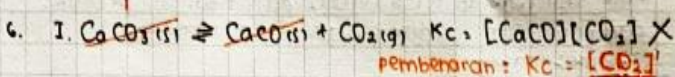
Alasan : karena pada no 3 & 5 memiliki fasa yang sama, mulai dari fasa reaktan & produk sama. Tidak ada fasa yang berbeda. no 3 & 5 berfasa gas
- D₁ : Rx : $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $\Delta H = -92 \text{ kJ}$ → eksoterm
 koef : 1 3 2 dan rancang
 D₂ : a. suhu
 b. tekanan
 c. konsentrasi N₂
 d. volume
 } analisis yang termasuk faktor pergeseran kesetimbangan agar pergeseran dapat mengoptimalkan produk.
 D₃ : analisa :
 a. suhu : suhu diturunkan agar produk lebih optimal. karena reaksi merupakan reaksi eksoterm (panas) sehingga suhu harus diturunkan.
 b. tekanan : tekanan dinaikkan agar produk lebih optimal. karena koefisien pada NH₃ yang kecil, maka tekanan NH₃ yang dinaikkan.

- c. **Konentrasi** N_2 : konsentrasi N_2 ditambah, maka akan bergeser ke kanan (ke produk). Karena konsentrasi produk yang kecil jadi konsentrasi N_2 ditambah, agar dapat bergeser ke kanan (ke arah produk) sehingga konsentrasi produk sama dgn reaktan.
- d. **Volume**: volume diturunkan, karena tekanan dinaikkan, maka volume diturunkan agar seimbang. karena volume dan tekanan yang berkaitan satu sama lain.

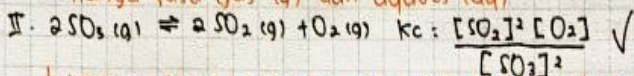
9. hubungan:

kurva a: seiring bertambahnya suhu, nilai tetapan keretimbangan semakin kecil karena terjadi pelepasan panas pada K. sehingga reaksi akan bergeser ke kiri.

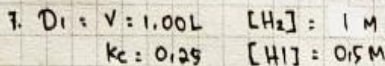
b: seiring bertambahnya suhu, nilai tetapan keretimbangan semakin besar karena terjadi penyerapan panas pada K. sehingga reaksi akan bergeser ke kanan



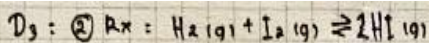
↳ fase solid (s) tidak dihitung, dan reaktan dinilai 1 karena reaktan berfase solid (s), yang dicantumkan untuk K_c hanya fase gas (g) dan aqueous (aq)



↳ karena faranya semua gas, sehingga bisa dimasukkan ke persamaan K_c . dan penempatannya sudah benar yaitu $K_c = \frac{\text{produk}}{\text{reaktan}}$ dgn SO_2 & O_2 sbg produk, & SO_2 sbg reaktan.



D2: 1. konsentrasi I_2
 2. Rx



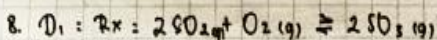
$$\textcircled{1} K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

$$\frac{0,25^2 [\text{0,5}]^2}{[\text{1}][\text{I}_2]} = \frac{1}{1[\text{I}_2]}$$

$$[\text{I}_2] = \frac{1}{1}$$

$$\text{I}_2 = 1\text{M}$$

Tadi konsentrasi I_2 yaitu 1M dan persamaan reaksi HI yaitu $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$



$$V = 1\text{L}$$

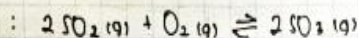
$$n_{\text{SO}_2} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Sisa O}_2} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{O}_2} = 0,5 \text{ mol}$$

D_2 : buktikan jika $K_c > 0$

D_3 : (dianjutkan tertas)



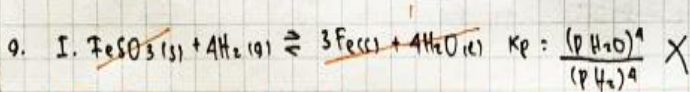
M	0,2 mol	0,5 mol	-
R	0,1 mol	0,05 mol	0,1 mol
S	0,1 mol	0,45 mol	0,1 mol
	1L	1L	1L
	= 0,1 M	0,45 M	0,1 M

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{[\text{0,1}]^2}{[\text{0,1}]^2 [\text{0,45}]} = \frac{1}{[\text{0,45}]}$$

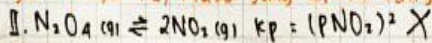
$$K_c = 2,22$$

$$K_c > 0$$

Jadi $K_c > 0$ karena K_c bernilai $2,22$, $2,22 > 0$



Pembahasan: $K_p = \frac{1}{(P_{\text{H}_2})^4}$ karena pada produk tidak ada senyawa yang berfase gas, sedangkan K_p hanya berfase gas. Maka produk dihitungkan! Jika reaktan yang berfase gas hanya H_2 , maka yang dipakai hanya H_2 .



Pembahasan: $K_p = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{(P_{\text{N}_2\text{O}_4})^1}$ karena semua berfase gas, maka semua senyawa bisa dimasukkan ke reaksi K_p .

10. D1: $T = T^\circ\text{C}$ $P_x = 4 \text{ atm}$
 $V = V_L$ $n_x = 2x(\text{g}) \rightleftharpoons 3Y(\text{g})$
 $K_p = \frac{1}{2}$

D233: I. bentuk $K_p = \frac{1}{(P_x)^2} \times$

Pembahasan: $K_p = \frac{(P_Y)^5}{(P_X)^2}$ karena pada P_x semua berfase gas, $(P_X)^2$ maka tidak ada yang tidak dimasukkan!

Tidak ada yang bernilai 1 pada reaksi tersebut.

II. P_Y 4 kali K_p

$$K_p = \frac{(P_Y)^5}{(P_X)^2}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{(2x)^5}{(4)^2}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{(2x)^5}{16}$$

$$\frac{1}{2} = (2x)^5$$

$$8 = (2x)^5$$

$$2x = \sqrt[5]{8}$$

$$x = 2$$

$$> P_Y = 2$$

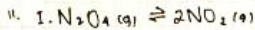
$$K_p = \frac{1}{2} \times 2^2 = 2$$

Jadi P_Y merupakan 4 kali nilai K_p km

$$\left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}\right) = 1 + 1 = 2 \quad / \quad \frac{1}{2} \times 2^2 = 2$$

III. K_p memperhatikan zat berfase 2

Jawaban: Salah karena K_p hanya memperhatikan zat berfase gas.

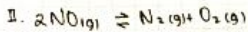


↳ Δn : kanan - kiri

$$= 2 - 1 = 1$$

$$K_p = K_c (\text{RT})^{\Delta n} \quad \text{Karena } \Delta n \text{ nya tidak}$$

$$K_p = K_c (\text{RT})^1 \quad 0.$$

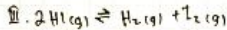


↳ Δn : $2 - 2 = 0$

$$K_p = K_c (\text{RT})^{\Delta n}$$

$$K_p = K_c (\text{RT})^0 = K_p = K_c$$

Karena nilai
 Δn nya 0 maka
(RT) dinilai 1

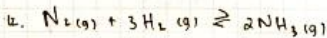


↳ Δn : $2 - 2 = 0$

$$K_p = K_c (\text{RT})^{\Delta n}$$

$$K_p = K_c (\text{RT})^0 = K_p = K_c$$

nilai Δn 0 maka
(RT) dinilai 1



m: 5 mol 5 mol 5 mol

r: 1,5 mol 4,5 mol 3 mol

s: 6,5 mol 0,5 mol 2 mol

= 0,65 M 0,95 M 0,2 M

$$D_1: V = 10 \text{ L}$$

$$n \text{ N}_2 = 5$$

$$n \text{ H}_2 = 5$$

$$n \text{ NH}_3 = 5$$

$$n \text{ NH}_3 = 2 \text{ mol}$$

$$T = 423^\circ \text{C}$$

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{[0,2]^2}{[0,65][0,95]^3} = \frac{[0,04]}{[0,557]} = 7,2 \cdot 10^{-2}$$

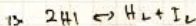
$$\Delta n = 2 - 4 = -2$$

$$K_p = K_c (\text{RT})^{\Delta n}$$

$$K_p = (7,2 \cdot 10^{-2}) (0,082 \cdot 700)^{-2}$$

$$= 2,2 \cdot 10^{-5}$$

} $K_p < K_c$
 $K_c > K_p$



m: 0,1 - -

r: 0,04 0,01 0,02

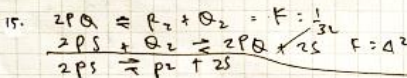
s: 0,06 0,02 0,02

$$\alpha \text{ HI} = \frac{r}{m}$$

$$= \frac{0,04}{0,1} = 0,4$$

$$14. \alpha = \frac{\epsilon \text{ reaksi (bereaksi)}}{\epsilon \text{ mula}}$$

$$= \frac{\alpha \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = \alpha$$



$$F_1 \times F_2 = \frac{1}{32} \cdot 16 = \frac{1}{2}$$

$$\underline{\underline{0 < 0,5}}$$

Kelas Kontrol

— Nabilo Nurriqin.

— x1. A5 120. S M T W T F S

* Pretest Kimia.

3). Reaksi kesetimbangan homogen yaitu nomor 3 dan 5, karena fase nya sama yaitu gas (g).

1). Kurva 1 : yaitu hubungan laju dengan waktu saat setimbang menghasilkan nilai yang sama. Kurva 2 : yaitu hubungan konsentrasi produk dan reaktan dalam waktu tertentu saat setimbang akan menghasilkan nilai yang tetap.

6). I. $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ $K_c = [\text{CaO}][\text{CO}_2]$ ✗
 alasannya : Karena solid (s) dalam rumusan tidak digunakan. $K_c = [\text{CO}_2]$ ✓

9). I. $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $K_p = \frac{(\text{PH}_2\text{O})^4}{(\text{PH}_2)^4}$ ✗
 alasannya : karena solid (s) dan liquid (l) dalam rumusan tidak digunakan. $K_p = (\text{PH}_2)^4$ ✓

II. $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ $K_p = \frac{(\text{PNO}_2)^2}{(\text{PN}_2\text{O}_4)}$ ✗
 alasannya : karena gas (g) dalam rumusan digunakan. $K_p = \frac{(\text{PNO}_2)^2}{(\text{PN}_2\text{O}_4)}$ ✓

5). 2. Jika suhu dinaikkan, konsentrasinya menurun.
 b. Jika suhu dinaikkan, konsentrasinya meningkat.

13). $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$

M	0,1	-	-
t	2(0,02)	0,02	0,02
S	0,06	0,02	0,02

Derajat disosiasi (α) = $\frac{\sum \text{mol terurai}}{\sum \text{mol Mula-mula}} = \frac{0,04}{0,1} = 0,4$

2). • Reaksi tersebut termasuk kesetimbangan heterogen karena memiliki fase yang berbeda.
 • Reaksi tersebut juga memiliki tanda bolak-balik (\rightleftharpoons).
 • Setiap komponen tetap ada.

8). $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ Volume : 1 l

M	0,2	0,5	-
t	$\frac{3}{2} \cdot 0,1$	$\frac{1}{2} \cdot 0,5 = 0,25$	0,1
S	0,1	0,25	0,1

(mol/l) $\frac{0,1}{1}$ $\frac{0,25}{1}$ $\frac{0,1}{1}$

$$K_c = \frac{(\text{SO}_3)^2}{(\text{SO}_2)^2 (\text{O}_2)} = \frac{(0,1)^2}{(0,1)^2 (0,25)} = \frac{1}{0,25}$$

S M T W T F S

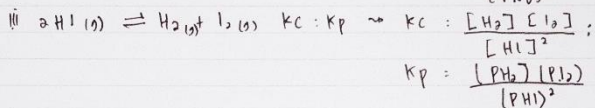
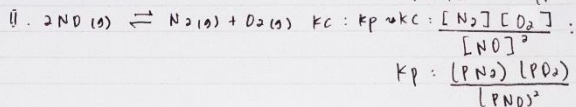
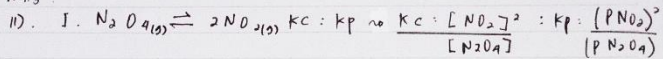
A). a. Suhu & zat $N_2(g)$ + $3H_2(g)$ melepas kalor untuk menentuk
 $2NH_3$

b. Tekanan & Tekanan diperbesar, keseimbangan bergeser ke arah

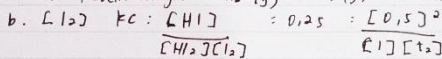
$2NH_3$

c. Konsentrasi NH_3 & zat NH_3 didapatkan dari N_2 ditambah
 H_2 yang akan bergeser ke kanan sampai tercapai keseimbangan
baru.

d. Volume & volume diperkecil, keseimbangan bergeser ke arah
 NH_3 .



2). a. Pers. kesetimbangan : $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI$



$$0,25 = \frac{[0,5]^2}{[1][2]} = \frac{0,25}{0,25} = 1$$

Lampiran 21 Dokumentasi Jawaban Uji Coba Instrumen Tes Keterampilan *System Thinking*

$r_1 = x_1 - r_2$
 $0 = 31$

Kurva 1: Terjadi perubahan laju reaksi terhadap waktu. Laju reaksi N_2O_4 dan NO_2 bernilai sama ($r_1 = r_2$) pada saat setimbang.
 Kurva 2: Terjadi perubahan konsentrasi terhadap waktu. Konsentrasi N_2O_4 dan NO_2 akan bernilai tetap pada saat setimbang.

proses yang menunjukkan reaksi kesetimbangan kimia, ada reaksi reversibel =
 Proses mendidihnya air menjadi uap (reaktan ke produk)
 $H_2O(g) \rightleftharpoons H_2O(g)$
 • Uap terkondensasi kembali menjadi air (produk ke reaktan)
 $H_2O(g) \rightleftharpoons H_2O(l)$
 Ciri-ciri reaksi reversibel:
 • Terdapat anak panah bolak-balik (\rightleftharpoons)
 • Reaksi ke arah produk disebut reaksi maju, reaksi ke arah reaktan disebut reaksi balik.

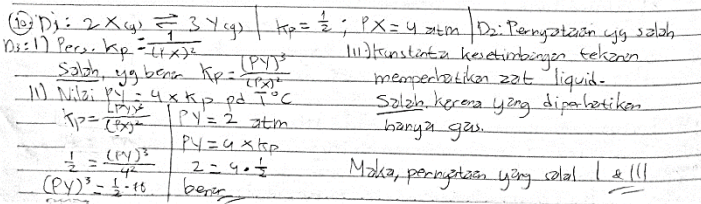
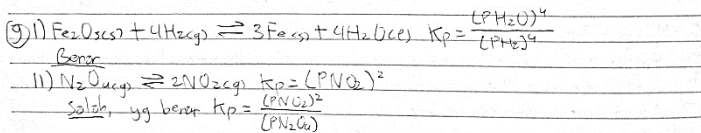
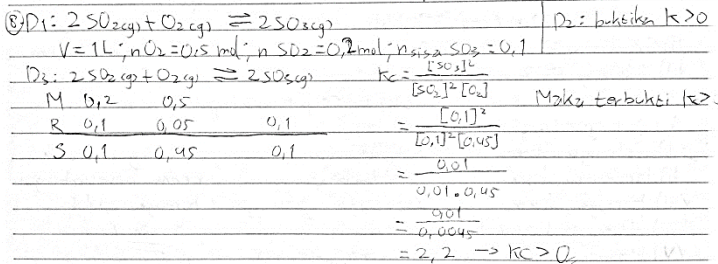
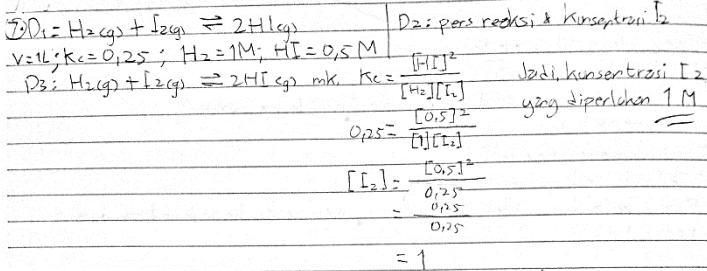
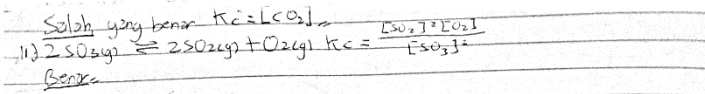
Di: I) $PbSO_4(s) + 2NaCl(aq) \rightleftharpoons PbCl_2 + Na_2SO_4(s)$ Di: yg termasuk
 II) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ reaksi kesetim-
 III) $2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + O_2(g)$ bangan homogen
 IV) $La_2(C_2O_4)_3(s) \rightleftharpoons La_2O_3(s) + 3CO_2(g) + 3CO_2(g)$
 V) $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g)$

Di: I) Heterogen, karena fasa zat berbeda. Jadi, yang termasuk
 II) Heterogen, karena fasa zat berbeda. reaksi kesetimbangan
 • III) Homogen, karena fasa zat sama yaitu gas homogen adalah
 IV) Heterogen, karena fasa zat berbeda. III dan V
 • V) Homogen, karena fasa zat sama yaitu gas.

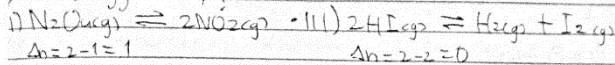
Di: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \quad \Delta H = -92 \text{ kJ}$

Di: Faktor agar percepatan mengoptimalkan produk (suhu, tekanan, konsentrasi N_2 volume)
 Di: Reaksi tersebut termasuk reaksi eksoterm, maka agar percepatan reaksi dapat mengoptimalkan produk =
 a) Suhu diturunkan agar bergeser ke kanan
 b) Tekanan diperbesar, karena koef reaktan $>$ koef produk ($4 > 2$)
 c) Konsentrasi N_2 ditambah agar bergeser ke kanan
 d) Volume diperkecil, karena $<$ koef reaktan $>$ koef produk ($4 > 2$)

• Hubungannya, suhu dapat mempengaruhi nilai tetapan kesetimbangan. Kurva (a) Exothermic reaction, kurva menurun seiring dengan penambahan suhu. Sehingga nilai tetapan kesetimbangan akan berkurang. Lalu kurva (b) Endothermic reaction, kurva naik seiring dengan penambahan suhu. Sehingga nilai

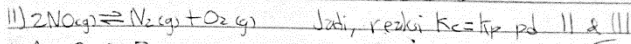


2) Analisis yg $K_c = K_p$!

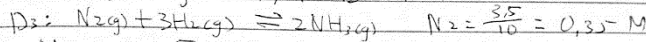
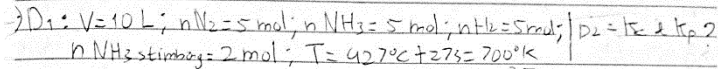


$$\Delta n = 2 - 1 = 1$$

$$\Delta n = 2 - 2 = 0$$



$$\Delta n = 2 - 2 = 0$$



$$\text{M} \quad \begin{array}{ccc} 5 & 5 & 5 \\ \hline \text{R} & 1,5 & 4,5 & 3 \\ \hline \text{S} & 3,5 & 0,5 & 2 \end{array} \quad \text{H}_2 = \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ M}$$

$$\text{NH}_3 = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$$

$$= \frac{[0,2]^2}{[0,35][0,05]^3}$$

$$= \frac{0,04}{0,35 \cdot 0,000125}$$

$$= \frac{0,04}{0,0004375}$$

$$K_c = 919,28$$

$$K_p = K_c RT^{\Delta n}$$

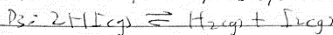
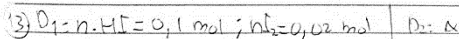
$$= 919,28 (0,082 \cdot 700)^2$$

$$= 919,28 \cdot 57,4^2$$

$$= 919,28 \cdot 3294,76$$

$$K_p = 3.011,4$$

$$\rightarrow \Delta n = 2 - 3 = -1$$



$$\alpha = \frac{0,04}{0,1} = 0,4$$

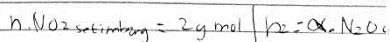
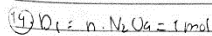
$$\text{M} \quad 0,1$$

$$\text{R} \quad 0,04$$

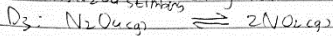
$$\text{S} \quad 0,06$$

$$0,02$$

Maka derajat ionisasi $\alpha = 0,4$



$$n_{\text{N}_2\text{O}_4} \text{ setimbang} = 1 - y \text{ mol}$$



$$\alpha \cdot \text{N}_2\text{O}_4 = \frac{y}{1-y}$$

$$\text{M} \quad 1$$

$$\text{R} \quad y$$

$$\text{S} \quad 1-y$$

$$2y$$

Maka, $\alpha \cdot \text{N}_2\text{O}_4$ adalah $\frac{y}{1-y}$

15.) Buktilah $2Ps \equiv P_2 + 2s \quad k > 0$

1) $P_2 + Q_2 \equiv 2PQ \quad k = 32$

dibalik $\Rightarrow 2PQ = P_2 + Q_2 \quad k = \frac{1}{2}$

11) $P_5 + \frac{1}{2} Q_2 \equiv PQ + 5 \quad k = 4$ $\times 2$

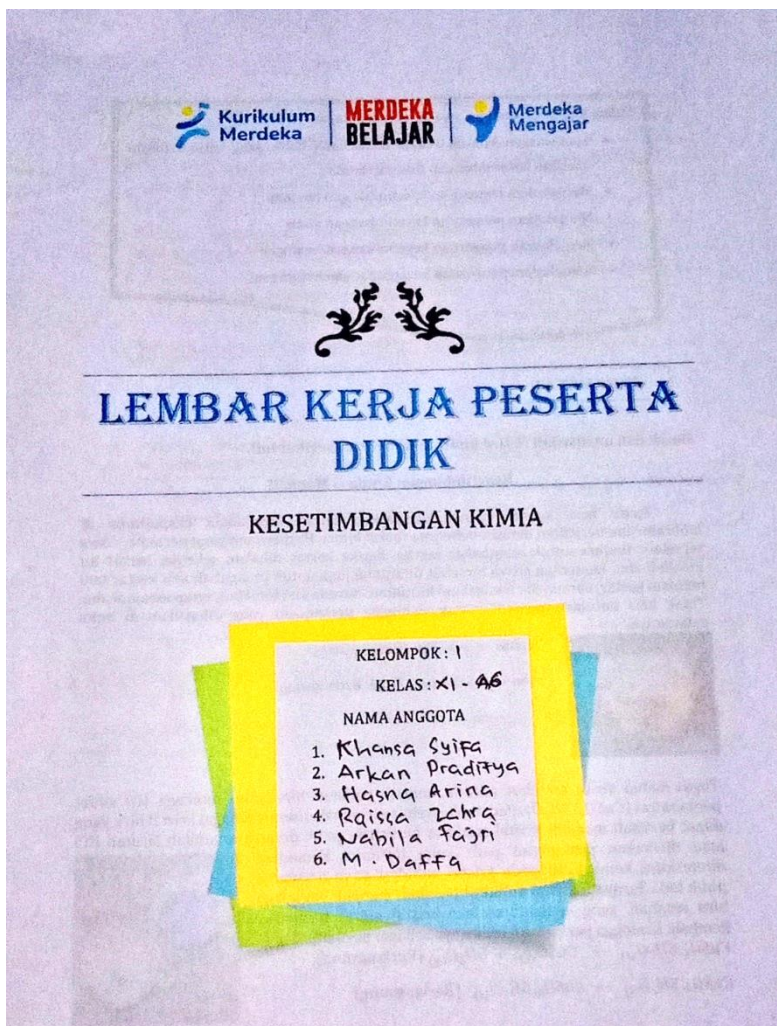
$2P_5 + Q_2 \equiv 2PQ + 10 \quad k = 16$

$k = \frac{1}{36} \cdot 16 = 0,5$

$k > 0$

//

Lampiran 22 Dokumentasi Jawaban LKPD



Kurikulum Merdeka | MERDEKA BELAJAR | Merdeka Mengajar

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

KESETIMBANGAN KIMIA

KELOMPOK: I
KELAS: XI - A6
NAMA ANGGOTA

1. Khansa Syifa
2. Arkan Praditya
3. Hasna Arina
4. Raisa Zahra
5. Nabila Fajri
6. M. Daffa

Dalam pembelajaran ini siswa diharapkan dapat:

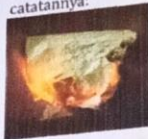
- Menjelaskan konsep reaksi bolak-balik yang terjadi dalam keadaan kesetimbangan fisis dan kimia
- Menjelaskan pengertian kesetimbangan dinamis
- Menjelaskan pengertian kesetimbangan statis
- Menjelaskan pengertian kesetimbangan homogen
- Menjelaskan pengertian kesetimbangan heterogen

FENOMENA I

Simak dan analisislah reaksi kimia dalam cerita berikut ini!

Kesetimbangan Kimia *is Magic!!!*

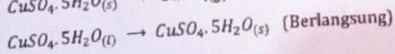
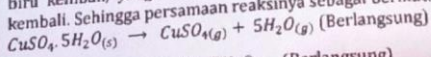
Suatu hari, seorang siswa ditugaskan untuk melakukan eksperimen di laboratorium berkaitan dengan beberapa reaksi kimia. Eksperimen yang pertama, siswa tersebut diminta untuk membakar kertas. Ketika kertas dibakar, seketika kertas itu menjadi abu. Kemudian siswa tersebut ditantang juga untuk mengubah abu kertas tadi menjadi kertas, namun dia mengalami kesulitan. Karena abu tersebut, tetap menjadi abu. Tidak bisa berubah menjadi kertas. Sehingga persamaan yang dihasilkan di buku catatannya:



Kertas $\xrightarrow{\Delta}$ Abu (Berlangsung)

Abu \nrightarrow Kertas (Tidak berlangsung)

Tugas kedua siswa tersebut adalah menguji padatan biru yaitu tembaga (II) sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Padatan tersebut seringkali disebut sebagai kristal biru yang dapat berubah menjadi kristal anhidrat berwarna putih dengan ditambah larutan HCl atau dilakukan pemanasan pada suhu tertentu. Kemudian diteteskan kembali air pada kristal anhidrat yang berwarna putih tadi. Ternyata kristal anhidrat berubah menjadi berwarna biru kembali, yang mengindikasikan kristal hidrat terbentuk kembali. Sehingga persamaan reaksinya sebagai berikut:



KIMIA ITU MENYENANGKAN

Berdasarkan fenomena di atas, jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Sebagaimana yang telah kalian amati, apakah abu hasil pembakaran kertas dapat diubah menjadi kertas seperti semula?

Tidak, karena berdasarkan reaksi, proses tersebut berlangsung satu arah

2. Peristiwa pembakaran kertas disebut sebagai reaksi *irreversible*. Jadi, berdasarkan peristiwa tersebut apakah yang dimaksud reaksi *irreversible*?

Reaksi irreversible adalah reaksi yang tidak dapat balik atau hanya satu arah

3. Tuliskan persamaan reaksi total pada fenomena pembakaran kertas!

Kertas $\xrightarrow{\Delta}$ Abu

4. Peristiwa kristal biru disebut sebagai reaksi *reversible*. Jadi, berdasarkan peristiwa tersebut apakah yang dimaksud reaksi *reversible*?

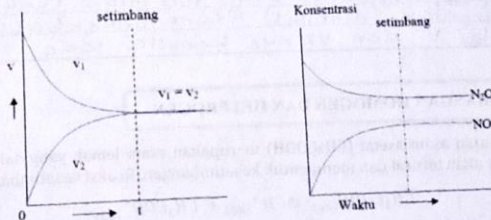
Reaksi reversible adalah reaksi yang dapat berlangsung bolak-balik atau dua arah

5. Tuliskan persamaan reaksi kesetimbangan total pada fenomena kristal biru!

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuSO}_4(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

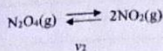
KARAKTERISTIK KESETIMBANGAN KIMIA

Untuk memahami reaksi dapat balik yang berkesetimbangan perhatikan kurva reaksi kimia $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ berikut dengan teliti!



KIMIA ITU MENYENANGKAN

Kurva 1 menunjukkan hubungan perubahan laju reaksi terhadap waktu, dan kurva 2 menunjukkan hubungan perubahan konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi menuju keadaan setimbang. Sebagaimana reaksinya:



Misalkan laju reaksi maju v_1 (laju disosiasi N_2O_4) dan laju reaksi balik v_2 (laju sintesis N_2O_4), v_1 bergantung pada konsentrasi N_2O_4 , sedangkan nilai v_2 bergantung pada konsentrasi NO_2 .

Berdasarkan kurva di atas, jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Berdasarkan kurva 1, pada saat t setimbang (ditandai dengan garis vertikal putus-putus), bagaimanakah nilai v_1 dan v_2 ?

Kurva 1 menunjukkan hubungan perubahan laju terhadap waktu. Pada saat setimbang, nilai v_1 dan v_2 bernilai sama.

2. Berdasarkan jawaban no. 1, simpulkan apa yang terjadi pada peristiwa tersebut!

Sama seperti no. 1

3. Berdasarkan kurva 2, pada saat t setimbang (ditandai dengan garis vertikal putus-putus) bagaimanakah nilai konsentrasi N_2O_4 dan NO_2 ?

Nilainya konstan atau tetap

4. Berdasarkan jawaban no. 3, simpulkan apa yang terjadi pada peristiwa tersebut!

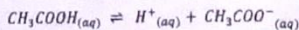
Kurva 2 menunjukkan hubungan perubahan konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi terhadap waktu. Pada saat setimbang, nilai v_1 dan v_2 bernilai konstan

5. Benar atau salah! Secara sub mikroskopis, nilai v_1 dan v_2 adalah berbeda dan tidak terjadi lagi? Jelaskan alasannya!

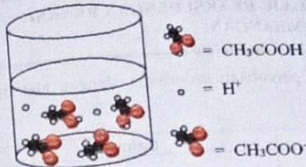
Salah. Nyatanya secara sub mikro reaksi terus berjalan (dinamis) secara bolak-balik dan nilai v_1 dan v_2 nya bernilai sama.

KESETIMBANGAN HOMOGEN DAN HETEROGEN

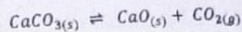
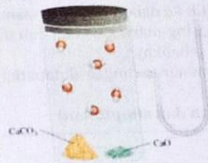
1. Cuka atau asam asetat (CH_3COOH) merupakan asam lemah yang dalam larutan berair akan terurai dan membentuk kesetimbangan. Reaksi kesetimbangannya:



KIMIA ITU MENYENANGKAN



2. Pualam atau (CaCO_3) merupakan bagian terbesar penyusun cangkang siput. Kapur tidak larut dalam air sehingga tidak pernah kita jumpai siput dalam keadaan telanjang (tanpa rumah). Apabila kita panaskan batu kapur pada suhu tertentu maka akan terurai menjadi kapur tohor (CaO) dan karbondioksida (CO_2) dalam reaksi kesetimbangan.



Berdasarkan fenomena tersebut, simpulkan apa yang Anda ketahui berdasarkan informasi dari kedua reaksi yang berlangsung!

Reaksi I melibatkan zat yang berfasa sama atau homogen antara reaktan dan produknya. Sementara reaksi II melibatkan zat yang berfasa beda atau heterogen. Jadi, dalam reaksi kesetimbangan terdapat reaksi kesetimbangan homogen dan heterogen.





PEMBUKTIAN HUBUNGAN LAJU REAKSI DENGAN REAKSI KESETIMBANGAN

Pembuktian tersebut dilakukan melalui percobaan sederhana, dengan alat dan bahan sebagai berikut:

Alat	Bahan
Wadah plastik berdiameter besar 2 buah	Larutan CuCl_2
Gelas beaker 100 mL	
Gelas beaker 50 mL	
Label	

Prosedur:

- ✓ Dilabeli wadah plastik yang akan digunakan dengan wadah reaktan dan produk
- ✓ Dituangkan larutan CuCl_2 ke dalam masing-masing wadah plastik
- ✓ Diambil larutan dari masing-masing wadah dan dilakukan penuangan dari wadah reaktan ke produk dan sebaliknya.
- ✓ Lakukan secara terus-menerus hingga didapatkan nilai volume wadah reaktan dan produk sama

Tuliskan hasil pengamatan dan simpulkan!

Hasil Pengamatan

terjadi perubahan volume (yang dianalogikan sebagai nilai laju) seiring berjalannya waktu.

Simpulan

Nilai volume wadah reaktan dan produk bernilai sama seiring berjalannya waktu. Hal ini sesuai dengan konsep keseimbangan bahwa nilai laju baik reaktan dan produk akan bernilai sama pada saat setimbang.

Lembar Kegiatan Peserta Didik

Tetapan Kesetimbangan

Kelompok : 3

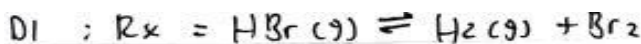
Kelas : XI - AG

Anggota (Nama dan No. Presensi)

1. Nandya Putri
2. Erlia Mova
3. Widya Maharani
4. Arkan Praditya
5. Fredella Claresta
- 6.

Dalam pembelajaran ini siswa diharapkan dapat:

- Menuliskan tetapan kesetimbangan berdasarkan konsentrasi (K_c) dan tekanan parsial (K_p) untuk reaksi melalui kerja kelompok.
- Menghitung harga K_c dan K_p berdasarkan konsentrasi dan tekanan parsial gas pereaksi dan hasil reaksi pada keadaan setimbang melalui kerja kelompok.
- Menghitung harga K_p berdasarkan harga K_c dan sebaliknya
- Memahami dan menghitung harga tetapan kesetimbangan dari hubungan antara K_p dengan K_c
- Memahami dan menghitung derajat disosiasi
- Menghitung kuosien reaksi (Q_c) untuk menentukan arah reaksi
- Memahami hukum kesetimbangan
- Memahami faktor-faktor pergeseran kesetimbangan



$$M_{HBr} = 0,07 \text{ M}$$

$$M_{H_2} = 0,015 \text{ M}$$

$$M_{Br_2} = 0,015 \text{ M}$$

D2 : Nilai K_c ?

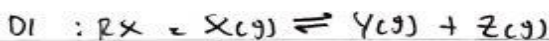


$$K_c = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2}$$

$$= \frac{[0,015][0,015]}{[0,07]^2}$$

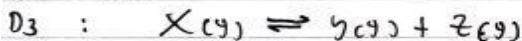
$$= \frac{[0,000225]}{[0,0049]}$$

$$= 0,00459 //$$



$$x = \frac{1}{3} P$$

D2 : K_p ?



$$M \quad x \quad - \quad -$$

$$r \quad -x \quad \quad x \quad \quad x$$

$$S \quad (x-x) \quad \quad x \quad \quad x$$

$$P = \frac{1}{7} P + 2 + 2$$

$$P = \frac{1}{7} P + 2 + 2$$

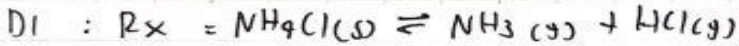
$$\frac{6}{7} P = 2 + 2$$

$$\frac{3}{7} P = 2$$

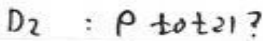
$$K_p = \frac{(y)(z)}{(x)}$$

$$= \frac{\left(\frac{3}{7} P\right) \left(\frac{3}{7} P\right)}{\left[\frac{1}{7} P\right]}$$

$$= \frac{9}{7} P //$$



$$K_p = a$$



$$D3 : K_p = \frac{P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{HCl}}}{1}$$

$$a = P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{HCl}}$$

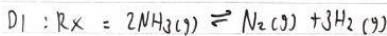
$$a = p^2$$

$$\sqrt{a} = p$$

$$P_{\text{total}} = P_{\text{NH}_3} + P_{\text{HCl}}$$

$$= \sqrt{a} + \sqrt{a}$$

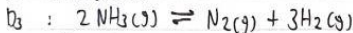
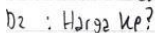
$$P_{\text{total}} = 2\sqrt{a}$$



$$n_{\text{NH}_3} = 4 \text{ mol}$$

Setelah kesetimbangan tercapai, ammonia terurai 90%

$$P_{\text{total}} = 3,7 \text{ atm}$$



M	4	-	-
r	1,6	0,8	2,4

$$S \quad 2,4 \quad 0,8 \quad 2,4 \quad n_{\text{total}} = 5,6 \text{ mol}$$

$$\alpha = \frac{\text{mol reaksi}}{\text{Mol awal - mol}} \times 100\%$$

$$90\% = \frac{\text{Mol reaksi}}{4} \times 100\%$$

$$90\% = \text{mol reaksi} \cdot 25\%$$

$$\frac{90}{25} = \text{mol reaksi}$$

$$2,4 = \text{mol reaksi}$$

$$1,6 = \text{mol reaksi}$$

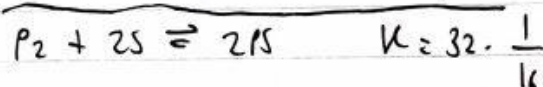
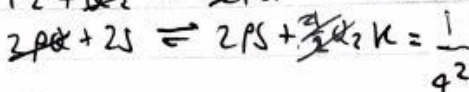
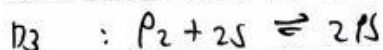
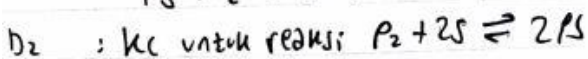
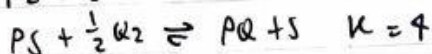
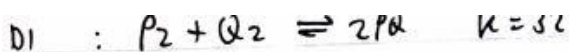
$$\begin{aligned} P_{\text{NH}_3} &= \frac{2,4}{5,6} \cdot 3,7 \\ &= 1,5 \text{ atm} \\ P_{\text{N}_2} &= \frac{0,8}{5,6} \cdot 3,7 \\ &= 0,5 \text{ atm} \\ P_{\text{H}_2} &= \frac{2,4}{5,6} \cdot 3,7 \\ &= 1,5 \text{ atm} \end{aligned} \quad \left| \quad K_p = \frac{(P_{\text{N}_2})(P_{\text{H}_2})^3}{(P_{\text{NH}_3})^2} \right.$$

$$= \frac{(0,5) \cdot (1,5)^3}{(1,5)^2}$$

$$= \frac{(0,5) \cdot (3,375)}{(2,25)}$$

$$= \frac{(1,6875)}{(2,25)}$$

$$= 0,75$$



$$= 2 //$$

$$D1 : K_c = 0,28$$



$$T = 900^\circ C \rightarrow 1.173^\circ K$$

$$R = 0,082 \text{ L.atm/mol.K}$$

$$D2 : K_p ?$$

$$D3 : K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

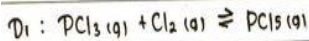
$$K_p = 0,28 (0,082 \text{ L.atm/mol.K} \times 1.173^\circ K)^{(3-4)}$$

$$K_p = 0,28 (96,186)^{-1}$$

$$K_p = 2,911 \times 10^{-3}$$

Jadi $K_p = K_c (RT)^{-1}$, hasil dari K_p yaitu $2,911 \times 10^{-3}$

↳ $K_p \neq K_c$, karena jika $K_p = K_c$, maka Δn harus 0.



$$\text{harga } K_c = 3,2$$

$$T = 190^\circ\text{C} \rightarrow 463^\circ\text{K}$$

$$D_2: K_p ?$$

$$D_3: K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$K_p = 3,2 (0,082 \cdot \text{Latm/mol}\cdot\text{K} \times 463^\circ\text{K})^{(1-2)}$$

$$K_p = 3,2 (37,966)^{-1}$$

$$K_p = 0,084$$

Jadi $K_p = K_c (RT)^{-1}$, hasil dari K_p yaitu 0,084

↳ $K_p \neq K_c$, karena Δn bukan 0, maka Tidak bisa disebut bahwa $K_p = K_c$

$$D_3: [\text{HI}] = 0,500 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2] = 2,8 \text{ M}$$

$$[\text{I}_2] = 3,4 \text{ M}$$

a) menentukan Q_c jika $K_c = 65$

$$Q_c = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2}$$

$$Q_c = \frac{[2,8\text{M}][3,4\text{M}]}{[0,500\text{M}]^2}$$

$$Q_c = \frac{[9,52\text{M}]}{[0,25\text{M}]}$$

$$Q_c = 38,08$$

Jadi $Q_c < K_c$, reaksi bergeser ke arah kanan
 $38,08 < 65$

→ Soal Faktor Pergeseran Kesetimbangan

Dari reaksi $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ diketahui K_p pada 600°C dan 1000°C berturut-turut adalah $1,8 \times 10^4$ dan $2,8 \times 10^4$. Pernyataan yang benar yaitu :

- a) Tekanan parsial gas NO_2 akan meningkat jika suhu dinaikkan
 ↳ Berdasarkan persamaan, nilai tekanan parsial NO_2 sebanding dengan K_p . Jika suhu dinaikkan, nilai K_p meningkat dan tekanan parsial NO_2 semakin besar (Benar)

$$K_p = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{(P_{\text{N}_2\text{O}_4})}$$

- b) Peningkatan tekanan total campuran gas dalam kesetimbangan akan menurunkan kadar NO_2
 ↳ Tekanan dinaikkan reaksi akan bergeser ke jumlah koefisien yang lebih kecil (bergeser ke kiri) sehingga jumlah NO_2 (Produk) akan berkurang (Benar)

c) Hubungan K_p dan K_c adalah sama alias $K_p = K_c$

$$\begin{aligned} \text{↳ } K_p &= K_c(RT)^{\Delta n} \\ K_p &= K_c(RT)^{2-1} \\ K_p &= K_c(RT) \\ K_p &\neq K_c \text{ (salah)} \end{aligned}$$

d) $\Delta H > 0$

↳ pada suhu yang lebih tinggi K_p semakin besar artinya tekanan parsial NO_2 lebih besar. Menunjukkan bahwa kenaikan suhu akan menggeser kesetimbangan ke arah produk. Dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut adalah reaksi endoterm karena kesetimbangan akan bergeser ke endoterm jika suhu dinaikkan
 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$ (Benar)

Lembar Kegiatan Peserta Didik

PERCOBAAN FAKTOR PERGESERAN KESETIMBANGAN KIMIA

Kelompok : 2
Kelas : XI - A6

Anggota (Nama dan No. Presensi)

1. Ananda Ayudya P. (2)
2. M. Daffa Al Maliki (16)
3. Nabilla Fajri I. (21)
4. Nandya Putri M. (23)
5. Olivia Dwi. M. (25)
6. Tsapaya Aridho F. (33)

Tujuan Percobaan:

1. Praktikan dapat mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan kimia
2. Praktikan dapat mengetahui pengaruh suhu terhadap pergeseran kesetimbangan

Alat dan Bahan

No.	Alat	Bahan
Pengaruh Konsentrasi Terhadap Pergeseran Kesetimbangan		
1.	Pipet Tetes 5 buah	Larutan FeCl_3 0.0024 M Larutan KSCN 0.0041M Larutan Na_2HPO_4 0.0028 M Aquadess
2.	Gelas Beaker 250 mL	
3.	Tabung Reaksi 5 buah	
4.	Rak Tabung Reaksi 1 buah	
5.	Batang Pengaduk 1 buah	
6.	Gelas ukur 10 mL 1 buah	
7.	Label	
Pengaruh Suhu Terhadap Pergeseran Kesetimbangan		
1.	Gelas Beaker 500 mL 3 buah	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ Es batu Aquadess
2.	Tabung Reaksi 4 buah dan penutupnya	
3.	Pipa bengkok	
4.	Pemanas	
5.	Label	
6.	Termometer	
7.	Spatula	

KIMIA ITU MENYENANGKAN



Prosedur Kerja:

Pengaruh Konsentrasi

1. Dsiapkan gelas *beaker* 100 mL dan 5 tabung reaksi
2. Dimasukkan 10 mL akuades ke dalam gelas *beaker*
3. Ditambahkan 8 tetes larutan FeCl_3 0.0024 M dan 8 tetes larutan KSCN 0.0041M
4. Dihomogenkan
5. Dibagi ke dalam 5 tabung reaksi dengan volume yang sama
6. Dsiapkan 5 tabung reaksi dengan diberi label:
 - Tabung 1 (hanya larutan no.3 sebanyak 5 tetes)
 - Tabung 2 ditambah 3 tetes FeCl_3
 - Tabung 3 ditambah 3 tetes KSCN
 - Tabung 4 ditambah larutan Na_2HPO_4 0.0028 M
 - Tabung 5 ditambah 5 mL aquades

Pengaruh Suhu

1. Dimasukkan kristal $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ pada tabung reaksi lalu ditutup dengan penutup yang telah dipasang pipa bengkok
2. Dimasukkan ujung pipa bengkok ke dalam 3 tabung reaksi untuk menampung gas NO_2
3. Dipanaskan tabung yang berisi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ sampai terbentuk gas berwarna cokelat
4. Dberikan perlakuan 3 tabung reaksi pada no. 2 dengan:
 - Tabung 1 dimasukkan ke dalam gelas *beaker* berisi air (kontrol)
 - Tabung 2 dimasukkan ke dalam gelas *beaker* berisi es batu
 - Tabung 3 dimasukkan ke dalam gelas *beaker* berisi air mendidih

Hasil Pengamatan

Pengaruh Konsentrasi

Tabung Reaksi	Perlakuan	Pengamatan
1.	Akuades 10 mL + 8 tetes FeCl_3 + 8 tetes KSCN	Berwarna kuning keoklatan
2.	Tabung 2 + 3 tetes FeCl_3	Berwarna merah
3.	Tabung 3 + 3 tetes KSCN	Berwarna coklat muda
4.	Tabung 4 + larutan Na_2HPO_4 0.0028 M	Berwarna Putih keabu-abuan
5.	Tabung 5 + 5 mL aquades	Bening

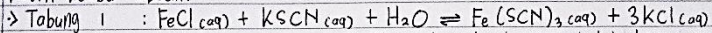
Pengaruh Suhu

Tabung Reaksi	Suhu	Pengamatan
1.	27°C	Berwarna coklat pudar
2.	15°C	Bening
3.	80°C	Berwarna coklat

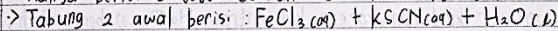
kelompok 2

Pengaruh Konsentrasi:

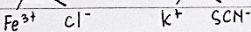
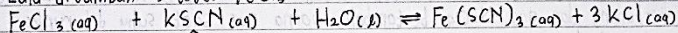
1. Tabung 2 dan 3 memiliki warna larutan yang berbeda dengan warna larutan pada tabung 1. Tabung 2 memiliki larutan dengan warna merah, serta tabung 3 memiliki larutan dengan warna coklat muda. Sedangkan, larutan pada tabung 4 memiliki warna yang sama dengan larutan pada tabung 1, yaitu putih keabu-abuan.



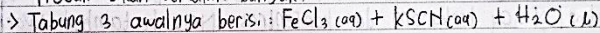
Hanya berisi 5 tetes cairan no. 3. Maka kesetimbangan tidak bergeser.



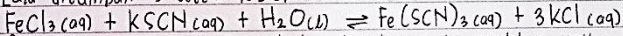
Lalu ditambah 3 tetes FeCl_3



Pada tabung 2 terjadi penambahan larutan reaktan (FeCl_3), sehingga kesetimbangan akan bergeser ke kanan (Produk). Artinya konsentrasi Produk akan semakin banyak.



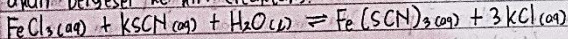
lalu ditambah 3 tetes KSCN



Pada tabung 2 terjadi penambahan larutan pada reaktan yaitu KSCN sehingga kesetimbangan akan bergeser ke kanan (Produk). Artinya konsentrasi Produk akan semakin banyak.

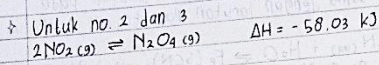
- \rightarrow Tabung 4: menambah Na_2HPO_4 pada tabung 4 tidak memengaruhi pergeseran kesetimbangan karena kesetimbangan disini hanya dipengaruhi oleh FeCl_3 dan KSCN.

Iya, terjadi perubahan warna pada tabung 5. Yang warna awalnya itu orange, setelah ditambahkan aquades, larutan pada tabung 5 menjadi warna bening. Penambahan aquades akan menurunkan konsentrasi reaktan, maka kesetimbangan akan bergeser ke kiri (reaktan).



Pengaruh Suhu

1. Warna gas NO_2 pada suhu kamar yaitu gasnya berubah menjadi sedikit bening tetapi masih ada gas NO_2 yang berwarna coklat.



2. Saat didinginkan :
 kesetimbangan bergeser ke kanan, karena konsentrasi $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ bertambah, karena sebagian gas NO_2 berubah menjadi gas $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ sehingga gas NO_2 berkurang dan gas N_2O_4 bertambah, warna gas saat suhu diturunkan yaitu selangkah bening.


3. Saat dipanaskan :
 kesetimbangan bergeser ke kiri, karena konsentrasi NO_2 bertambah, konsentrasi NO_2 bertambah karena sebagian N_2O_4 berubah menjadi NO_2 , jadi konsentrasi N_2O_4 berkurang dan konsentrasi NO_2 bertambah. Warna gas saat suhu dinaikkan yaitu coklat.

Kesimpulan

Pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan kimia menurut prinsip Le Chatlier. Jika konsentrasi salah satu reaktan dalam sebuah reaksi ditambah, kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan (produk). Demikian sebaliknya, jika konsentrasi salah satu produk ditambah, kesetimbangan akan bergeser ke arah kiri (reaktan). Sedangkan, jika konsentrasi produk atau reaktan dikurangi, akan mendorong reaksi ke arah dirinya sendiri. Pengurangan konsentrasi reaktan, maka reaksi akan bergeser ke arah kiri, dan pengurangan konsentrasi produk, maka reaksi akan bergeser ke arah kanan.

Perubahan suhu dapat memengaruhi pergeseran kesetimbangan kimia melalui prinsip Le Chatlier. Pada umumnya, kenaikan suhu akan mendorong reaksi endoterm (reaksi yang menyerap panas) dan menekan reaksi ekoterm (reaksi yang melepaskan panas). Jika suhu dinaikkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi endoterm ($\Delta H +$). Sedangkan, jika suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke reaksi ekoterm ($\Delta H -$).

Lampiran 23 Surat Permohonan Izin Riset

	KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA	
	UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG	
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI		
Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185 E-mail: fst@walisongo.ac.id. Web : http://fst.walisongo.ac.id		
Nomor	: B.1411/Un.10.8/K/SP.01.08/02/2024	28 Februari 2024
Lamp	: Proposal Skripsi	
Hal	: Permohonan Izin Riset	

Kepada Yth.
Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :


Nama : Siti Rahmawati
NIM : 2008076084
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia
Judul Penelitian : Pengaruh Model Hands-on Activity (HOA) pada Pembelajaran Keseimbangan Kimia terhadap Keterampilan System Thinking Peserta Didik SMA.

Dosen Pembimbing : 1. Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd
2. Teguh Wibowo, M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di SMA Negeri 15 Semarang ,yang akan dilaksanakan tanggal 4 Maret – 23 April 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



A.n. Dekan
Cabang. TU

Muh. Kharis, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip



DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I

Jalan Galat Suktoto, Komplek Taniukelaya, Ungaran, Telpom (024) 76910066
Faksimile (024) 76910066 Laman Web: pd.kabid.wil1@pd.jateng.go.id
Surat Elektronik: cabidid.wil1@pd.jateng.go.id

NOTA DINAS

Kepada Yth. : Kepala SMA Negeri 15 Semarang
Dari : Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
Tanggal : 29 Februari 2024
Nomor : 071492
Hal : Izin Riset

Memindaklanjuti surat permohonan dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Nomor : B.1411/Un.10.8/K/SP.01.09/02/2024 tanggal 28 Februari 2024, perihal Permohonan Izin Riset sebagaimana tersebut pada pokok surat diatas, kami sampaikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah, memberikan izin kepada :

Nama : Sili Rahmawati
NIM : 2008076084
Program Studi : Pendidikan Kimia
Judul Penelitian : Pengaruh Model *Hands-on Activity (HOA)* pada Pembelajaran Keselimbangan Kimia Terhadap System Thinking Peserta Didik SMA

2. Kegiatan dilaksanakan pada :

Tanggal : 4 Maret 2024 s.d 23 April 2024
Pukul : 08.00 WIB – Selesai
Lokasi : SMA Negeri 15 Semarang

3. Hal – hal yang perlu diperhatikan:

- a. Harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- b. Kepala Sekolah bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan ijin penelitian yang dimulai pukul 08.00 WIB sampai dengan selesai;
- c. Saat pelaksanaan ijin Penelitian tidak mengganggu proses jam belajar mengajar;
- d. Pemberian ijin ini hanya untuk kegiatan tersebut diatas, apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan dari ketentuan yang telah ditetapkan maka pemberian ijin ini dicabut;
- e. Apabila Kegiatan tersebut telah selesai agar segera memberikan laporan hasil kegiatan ke Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

a.n. KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I
Kepala Sub Bagian Tata Usaha

024
7691
6724

ANGKY MAYANG SASWATI, S.Pai, M.Si
Penata Tingkat I
NIP 19791005 200801 2 001

024
7691
6724

Dokumen ini diandatangani secara elektronik dengan menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh
Baku Sertifikasi Elektronik (BSrE) BSSN.



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 15
SEMARANG**

Jalan Kedungmudu Raya No 34 Semarang, Kode Pos 50276 Telepon 024-6719871
Faksimile 024-76738440, E-mail: smn15smg@gmail.com Web-site: www.smn15smg.sch.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 070 / 295 / 2024

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala SMA Negeri 15 Semarang, menerangkan bahwa :

Nama : SITI RAHMAWATI
NIM : 2008076084
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi/ Pendidikan Kimia
Perguruan Tinggi : UIN Walisongo Semarang
Judul Penelitian : Pengaruh Model *Hands on Activity* (HOA) pada Pembelajaran Kesenimbangan Kimia terhadap Keterampilan *System Thinking* Peserta Didik SMA.

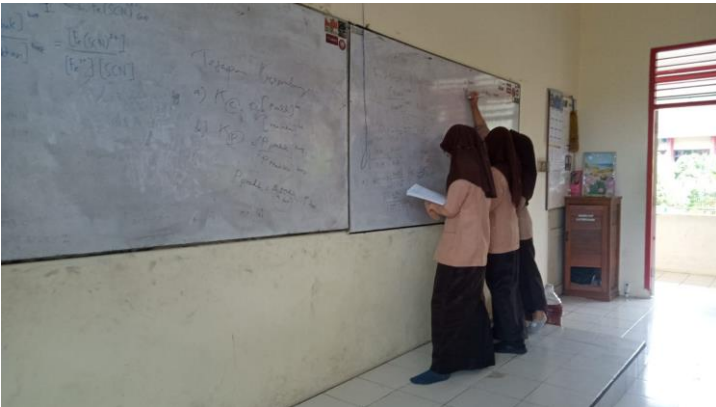
Mahasiswa tersebut telah benar – benar melaksanakan Penelitian dalam rangka penulisan Skripsi di SMA Negeri 15 Semarang pada tanggal 4 Maret s.d. 23 April 2024.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

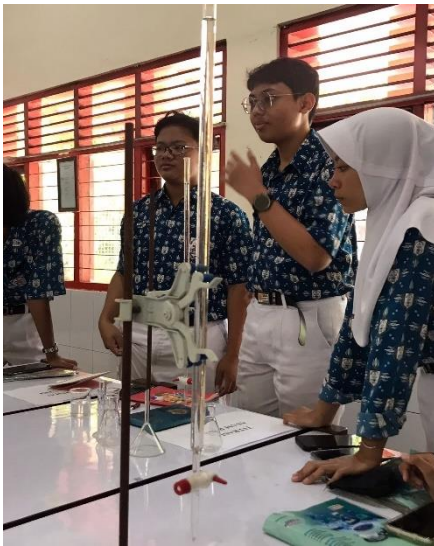
Semarang, 3 Mei 2024

ARDI NUR HIDAYAT, S.Pd
19850218 200904 1 002

Lampiran 24 Kegiatan Pembelajaran











RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

- | | | | |
|---|---------------------|---|--|
| 1 | Nama Lengkap | : | Siti Rahmawati |
| 3 | Alamat Rumah | : | Semarang, Central Java, |
| 4 | Nomor HP | : | 082123015975 |
| 5 | E-mail | : | siti_rahmawati_2008076084@walisongo.ac.id |

B. Riwayat Pendidikan

Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, Indonesia
Chemistry Education (August 2020 – Expected to Graduate 2024)

- Last GPA : 3.81

C. Pengalaman

Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, Indonesia

- Asistent for Chemistry Practicum in Integrated Laboratory UIN Walisongo Semarang (2022 – present)

HMJ Kimia, UIN Walisongo Semarang

- Head of Research and Development Department (2022/2023-2023/2024)

UKM Riset dan Teknologi

- Head of Human Resources and Research Department (2023/2024)

Bimbel Institution

- Genius School : Chemistry Tentor (2022 – present)
- Divazza : Chemistry Tentor (2022 – 2023)
- Bimbel : Chemistry Tentor (2022 – present)

- SmartEdu : Chemistry Tentor (2022 – present)
- Neo Edukasi : Chemistry Tentor (2022 – present)
- Genio : Natural science Tentor (2022 – present)
- LesKimiaSemarang : Founder and Tentor (2023-present)

Warung Sains dan Teknologi, Yogyakarta, Indonesia

- Warstek.com Contributor/Author (2020 – present)

Bisakimia, Jakarta, Indonesia

- Contributor/Author (February – August 2021)

Ruanganriuh.com, Semarang, Indonesia

- Contributor/Author (2020 – 2021)

DTA Al-Munawwar, Tasikmalaya, Indonesia

- Religious School Teacher – DTA Al-Munawwar (2018-2020)

D. Prestasi Akademik

- Awardee Bank Indonesia (2023/2024)
- 1st Place in Chemistry Essay Competition 13Th HMJ Chemistry Walisongo State Islamic University Semarang 2021.
- Finalist in the Fatimatuzzahra Islamic Essay Contest Competitions 2021.
- Finalists in the OASE PTKI Competition throughout Indonesia in the Field of Work Halal Product Innovation and Food Security 2021.

- Participants (selection stage II) Economic Essay Contest which organized by the Young Cadre Association Asia Mahakarya University Management Student 2021.
- Participant of Essay Competition International Young Chemists Summit 2021 (IYCS 2021).
- Contributors INKISH Vol. 8.0 by the Department Writer Student Activity Unit Incubator (UKMP) State University of Malang 2021.
- Champion of hope II National Essay Competition (NEC) 2021 by the DEMA of FST UIN Walisongo Semarang 2021.
- 2nd Place in UIN Walisongo ORSENIK Essay Competition Semarang 2021. 3rd Place in PGSD Present LKTIN Riau University 2022.
- Author Choice (5 Best Articles) Deep Springs Mata Air Magazine Article Writing Contest (2022).
- 2nd place in Business Plan Saintek Festival Dema Faculty Science and Technology UIN Walisongo Semarang (2022).
- Top 10 LKTIN Faperta Fair Universitas Nahdlatul Mataram Wathan 2022.
- 6rd Place LKTIN Physics Star Delta University Jambi 2022.
- Top 10 LKTIN Airlangga Ideas Competition (AIC) Airlangga University Surabaya 2022.
- Top 10 LKTIN Sriwijaya Scientific Week (PIS) Palembang Sriwijaya University 2022.
- Top 10 Essays of MIPA Student Scientific Week Semarang State University 2022.
- 3rd Place at the Scientific Expo in the Nanotechnology and Health Category at OASE 2023.
- Place in Scientific Writing on Nanotechnology and Health at OASE 2023.
- Presenters at the PGRI University National MIPA Seminar Banyuwangi (29 January 2022) Speakers at the National Seminar on the 54th Anniversary of FKIP University of Lampung (5 February 2022).

- Presenters at the National Seminar on Chemistry Education and IKA Chemistry Education FKIP, University of Lampung (12 March 2022).
- Speakers at the National Seminar on Educator Orientation and Indonesian Science Researcher (OPPSI) I (18 April 2022)

E. Karya Ilmiah

- Widayanti, Y., & Rahmawati, S. (2022). Responses of Pre-Service Chemistry Teachers at UIN Walisongo Semarang towards e-Learning Management System during Covid-19 Pandemic. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 11(1), 159-165.
- Widayanti, Y., & Rahmawati, S. (2022). Preliminary Knowledge Analysis of First-Year Undergraduate Student at UIN Walisongo on Green Chemistry Concept. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 11(1), 138-144.
- Rahmawati, S., & Widayanti, Y. (2022). Pengembangan Formulasi Biomassa Limbah Pohon Sengon dan Bonggol Jagung Dalam Inovasi SENGGOL-CHAR (Biochar Limbah Pohon Sengon dan Bonggol Jagung) Melalui Proses Pirolisis. *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi*, 2(1), 325-331.
- Widayanti, Y., & Rahmawati, S. (2022). GESIT EDUSEX: Pengembangan Media Berbasis Google Sites sebagai Media Pengetahuan Seks di Kalangan Mahasiswa. *Jurnal PAJAR (Pendidikan dan Pengajaran)*, 6(4), 1245-1253.
- Rahmawati, S., Zahro, S., Khoiriyah, L.F., & Mulyanti, S. (2024). Pengaruh Daun Kemangi (*Ocimum basilicum L*) sebagai Bioinsektisida Pembasmi Rayap. *Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 7(1), 34-39.