

Keberkesanan 3-D Molecular Visualization Augmented Reality (V-Max) Terhadap Pencapaian dan Kemahiran Visualisasi Pelajar dalam Topik Ikatan Kimia

Kherul Jefri Jamen, kherul@kmk.matrik.edu.my¹

Nor Syatilla Haerany Abd Ghani, syatilla@kmk.matrik.edu.my²

Siti Zahirah Nordin, zahirah@kmk.matrik.edu.my³

Ilyana Mohammad Kamel, ilyana@kmk.matrik.edu.my⁴

^{1,2,3,4}Kolej Matrikulasi Kedah

Abstrak: Kajian ini bertujuan untuk membantu pelajar meningkatkan visualisasi topik ikatan kimia menerusi penggunaan teknologi digital dalam permainan 3-D *Molecular Visualization Augmented Reality* (V-MAX). Peserta kajian terdiri daripada 20 orang pelajar Sistem Empat Semester (SES) Kolej Matrikulasi Kedah yang berprestasi rendah dalam topik ikatan kimia. Sebelum kajian dilaksanakan, satu kajian analisis keperluan telah dijalankan untuk mendapatkan pandangan pelajar dan pensyarah mengenai kesukaran topik ikatan kimia. Respon pelajar menunjukkan mereka cenderung untuk belajar sambil bermain untuk belajar topik yang abstrak seperti subjek kimia. Bagi mengatasi masalah tersebut, penggunaan permainan V-MAX yang menggunakan kaedah Pembelajaran Berasaskan Permainan (PBP) telah digunakan di dalam Pengajaran dan Pemudahcaraan (PdPc). Kajian ini adalah kajian tindakan Kemmis dan McTaggart dua kitaran berbentuk kuantitatif. Instrumen yang digunakan adalah set soalan Pra Ujian dan Pasca Ujian, soalan tugas Ikatan Kimia dan soal selidik maklum balas pelajar. Analisis data kuantitatif adalah deskriptif berbentuk min dan peratus. Perbandingan peratusan markah ujian pada kitaran satu dan kitaran dua telah dilakukan dalam bentuk julat dan carta palang. Dapatan kajian pada kitaran dua menunjukkan lonjakan drastik dengan peningkatan markah bagi semua pelajar. Hasil tugas topik ikatan kimia menunjukkan kesemua pelajar berada dalam tahap cemerlang. Soal selidik maklum balas pelajar juga menunjukkan min tertinggi bagi item peningkatan markah dan visualisasi dalam topik ikatan kimia. Penggunaan V-MAX dapat dijadikan media sokongan dalam pengajaran dan pembelajaran dan perlu diperluaskan lagi penggunaannya kepada semua pensyarah dan pelajar agar dapat meningkatkan kemahiran visualisasi dan seterusnya melonjakkan pencapaian pelajar di dalam subjek kimia.

Kata kunci: Visualisasi, Ikatan Kimia, *Augmented Reality*, Pembelajaran Berasaskan Permainan, Tiga dimensi

1.0 Pendahuluan

Perkembangan pantas teknologi maklumat, Revolusi Industri 4.0 (RI 4.0) dan perubahan pesat globalisasi dunia memberi kesan besar ke atas transformasi sistem pendidikan (Himmetoğlu, Ayduğ & Bayrak, 2020) bagi negara-negara membangun termasuk Malaysia ke arah Pendidikan 4.0 (Baskaran & Norazilawati, 2020). Pendidikan 4.0 merupakan paradigma baru dalam pendidikan yang melibatkan integrasi sains teknologi dan inovasi dalam bidang pendidikan bagi memenuhi keperluan RI4.0. (Himmetoğlu *et al.*, 2020). Transformasi ke arah Pendidikan 4.0 ini merupakan cabaran besar kepada institusi pendidikan bagi memastikan sistem pendidikan negara dapat memenuhi standard seiring dengan keperluan pendidikan di peringkat global.

Menurut Harlina, Zubaidah dan Ainee (2017) bagi memastikan proses pembelajaran berlangsung dengan lebih kondusif dan sesuai dengan keperluan pembelajaran abad ke-21, sedikit perubahan pedagogi pengajaran perlu dilakukan. Justeru, gabungan Alat Bantu Mengajar (ABM) menggunakan permainan dan teknologi merupakan pendekatan Pengajaran dan Pemudahcaraan (PdPc) yang sangat sesuai dalam pembelajaran pelajar generasi zaman ini. Generasi pelajar hari ini dilahirkan dan dibesarkan dalam kecanggihan teknologi maklumat dan digital, menyebabkan struktur pemikiran dan gaya pembelajaran mereka berbeza daripada generasi terdahulu (Rothman, 2016). Mereka lebih cenderung menerima pembelajaran berasaskan visual dan praktikal seperti permainan interaktif, projek kolaboratif dan unsur cabaran dalam tugas, berbanding mod kelas seperti kuliah dan perbincangan (Rothman, 2016).

Sehubungan dengan itu, kumpulan pengkaji terdiri daripada pensyarah kimia pelbagai gred yang telah mengajar subjek kimia melebihi sepuluh tahun berminat untuk mengkaji pelajar

matrikulasi yang tergolong dalam generasi kini. Kesemua ahli kumpulan mempunyai latar belakang perguruan pengkhususan di dalam subjek kimia daripada universiti tempatan dan luar negara. Model kajian tindakan yang menjadi asas kepada kajian ini adalah model kajian tindakan Kemmis dan Taggart sebagai rujukan. Kemmis dan Mc. Taggart (1988) mengemukakan model kajian tindakan mereka yang mengandungi empat langkah dalam setiap kitaran iaitu merancang, bertindak, memerhati dan mereflek. Model ini menyatakan bahawa kajian tindakan perlu dilaksanakan mengikut urutan ke empat-empat langkah secara berterusan.

1.1 Latar Belakang

Subjek kimia merupakan salah satu cabang disiplin dalam sains yang mengkaji tentang jirim secara makroskopik dan mikroskopik, interaksi antara bahan dan penghasilan serta penggunaan bahan. Ramai pelajar yang sukar menguasai konsep dalam subjek kimia dan beranggapan bahawa kimia merupakan mata pelajaran yang sukar difahami (Grove & Lowery, 2012). Menurut Ilma Azizah, Sri Muliani dan Fitri Khoerunnisa (2017) kimia dianggap sebagai subjek yang sukar disebabkan banyak konsep kimia yang bersifat abstrak dan pedagogi pembelajaran yang tidak sesuai dengan arus perubahan pendidikan semasa.

Kurikulum kimia matrikulasi sentiasa dinilai dan disemak semula secara berkala bersesuaian dengan arus pendidikan semasa. Topik-topik pengajaran kimia matrikulasi adalah diperingkat yang memerlukan pelajar untuk memahami dan mengaplikasi. Oleh itu, banyak konsep-konsep abstrak diperkenalkan dan ini menjadi cabaran yang besar terhadap pelajar untuk memahami pelajaran yang disampaikan oleh pensyarah. Kebanyakan pelajar cenderung untuk membuat penghafalan tanpa memahami dengan mendalam mengenai sesuatu konsep kimia. Seterusnya, mereka gagal untuk memberikan jawapan yang tepat apabila diberikan latihan atau tugasan. Menurut Dani Asmadi, Azraii dan Othman (2015) punca kesukaran yang paling kerap disebut oleh pelajar Matrikulasi adalah tidak memahami konsep, keliru dan sukar menguasai kandungan pelajaran. Selain itu, kesukaran pelajar juga berkait rapat dengan kebolehan visualisasi pelajar dalam memahami konsep abstrak kimia seperti dalam topik struktur atom dan ikatan kimia (Nahum, Mamlok, Hofstein & Taber 2010; Talanquer, 2011).

1.2 Tujuan/ Kepentingan

Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk meningkatkan tahap visualisasi pelajar terhadap geometri molekul seterusnya meningkatkan pencapaian pelajar di dalam topik ikatan kimia. Pengkaji ingin pelajar memahami dengan mendalam dan dapat membuat bayangan apabila menjawab soalan mengenai bentuk geometri molekul tanpa melibatkan penghafalan. Ini kerana kebanyakan pelajar mungkin berkemampuan menggunakan istilah yang abstrak dengan mudah, meskipun mereka tidak memahami konsep sebenarnya (Ausubell, 1968). Dalam konteks ini pelajar adalah belajar secara hafalan, dengan cara mengingat beberapa istilah atau perkataan kunci, bukannya secara memahami maksud konsep sebenar. Kajian ini memberikan banyak manfaat kepada beberapa pihak iaitu pelajar, pensyarah dan Bahagian Matrikulasi Kementerian Pendidikan Malaysia (BMKPM). Kajian ini penting untuk mengukuhkan kefahaman pelajar terhadap konsep yang abstrak dalam ikatan kimia dengan menggunakan kaedah pembelajaran secara permainan. Manakala, kajian ini merupakan suatu usaha untuk membantu pensyarah menyelesaikan masalah visualisasi pelajar di samping mempelbagaikan kaedah PdPc yang mengintegrasikan teknologi sesuai dengan keperluan pembelajaran. Bagi pihak BMKPM pula, kajian ini sedikit sebanyak dapat memberikan input dalam perubahan kurikulum menerusi kualiti isi kandungan dan strategi PdPc.

1.3 Andaian, Nilai & Kepercayaan Pengkaji Terhadap PdP

Setelah merujuk kepada Spesifikasi Kurikulum Kimia Sistem Empat Semester (SES) Program Matrikulasi, maklumbalas Laporan Bengkel Pemurnian Kimia 2018 dan hasil tinjauan Kajian Analisis Keperluan didapati pelajar mempunyai masalah dalam Topik Ikatan Kimia. Topik Ikatan

Kimia sering dianggap sukar oleh para pelajar kerana memerlukan daya imaginasi untuk membayangkan bentuk molekul, menentukan sudut ikatan antara atom dan perlu melukis dalam gambaran Tiga Dimensi (3D). Tajuk ikatan kimia adalah sangat abstrak kerana konsep ikatan kimia tidak boleh dilihat dengan mata kasar tetapi memerlukan pelajar untuk membayangkan atom atau ion serta proses pembentukan ikatan tersebut (Mulyasih, 2015). Kenyataan ini disokong oleh Nahum *et al.*, (2010) yang menyatakan bahawa ikatan kimia sememangnya abstrak dengan konsep kompleks. Masalah utama pelajar ialah tidak dapat membuat hubungkait antara Valence Shell Electron Pair Theory (VSEPR theory) dan geometri molekul di samping tidak dapat melukis struktur Lewis dengan tepat. Disebabkan konsep-konsep yang terdapat di dalam Ikatan Kimia memerlukan kemahiran visualisasi untuk memahami bentuk-bentuk geometri sesuatu molekul, terdapat potensi yang besar untuk miskonsepsi berlaku dikalangan pelajar.

1.4 Kajian-kajian Lepas yang Berkaitan

Penggunaan elemen permainan pada masa kini banyak digunakan dalam pelbagai konteks untuk pelbagai tujuan termasuk dalam bidang pendidikan. Pembelajaran dalam bentuk permainan merupakan salah satu kaedah alternatif dalam PdPc pada abad 21 ini. Banyak kajian lepas membuktikan PBP menjadikan proses pembelajaran lebih berkesan berbanding dengan kaedah tradisional. Antara kesan positif PBP dalam pembelajaran adalah, meningkatkan pencapaian akademik pelajar, meningkatkan motivasi pelajar, meningkatkan penglibatan pelajar. (Wong & Kamisah, 2018; Junaidah, 2016) mempercepatkan proses pembelajaran (Rastegarpour & Marashi, 2012) serta mewujudkan suasana pembelajaran yang menarik serta menghiburkan (Taspinar, Schmidt & Schuhbauer, 2016). Kajian yang lebih spesifik lagi melibatkan kaedah PBP menggunakan kad sebagai alat PdPc. Kajian yang dijalankan oleh Gutierrez (2014) mendapati kaedah menggunakan kad dalam PBP merupakan pendekatan yang lebih berkesan berbanding pendekatan pembelajaran tradisional kerana kaedah permainan kad ini membantu meningkatkan kefahaman pelajar dengan lebih efektif. Seiring dengan kemajuan teknologi, permainan kad juga mengalami transformasi di mana ia telah dibuat dengan penggunaan teknologi tambahan seperti teknologi *Augmented Reality* (AR). AR digunakan secara meluas dalam bidang sains dan teknologi kerana kebanyakan pelajar menghadapi kesukaran dalam memahami subjek yang memerlukan visualisasi dan konsep yang kompleks (Wardani, 2015).

2.0 Refleksi PdP lalu

2.1 Refleksi Kendiri Pensyarah

Pengkaji mendapati bahawa terdapat kesukaran untuk pelajar membuat visualisasi geometri molekul dan seterusnya menjadi penghalang kepada perkembangan topik ikatan kimia. Setelah penerangan diberikan kepada pelajar, mereka kelihatan seperti memahami cara melukis struktur Lewis dan geometri molekul, tetapi pelajar kelihatan keliru apabila diminta untuk melukis struktur sebatian yang lain. Mereka seolah-olah tidak tahu bagaimana untuk melukis struktur Lewis dan seterusnya mendapatkan bentuk geometri molekul yang betul. Pelajar hanya menunggu pensyarah memberikan arahan apakah yang patut dilakukan satu persatu. Ini menunjukkan, pelajar-pelajar masih tidak dapat menguasai kefahaman mengenai topik ikatan kimia dan menyebabkan objektif dan hasil pembelajaran terjejas. Semasa pelajar melukis struktur Lewis dan bentuk geometri molekul, pensyarah telah bertanya soalan secara lisan sama ada pelajar memahami atau tidak cara untuk mengaplikasi konsep ikatan kimia yang diajar. Hampir keseluruhan kelas menjawab mereka tidak dapat membayangkan bagaimanakah bentuk geometri molekul sesuatu sebatian kimia dengan jelas. Pensyarah berpendapat, kemungkinan masalah kesukaran pelajar untuk memahami topik ikatan kimia adalah disebabkan masalah kemahiran visualisasi pelajar yang terhad. Rentetan daripada itu, pengkaji telah membuat satu tinjauan analisis keperluan untuk mendapatkan pandangan pelajar mengenai kesukaran topik di dalam subjek kimia sebagai sokongan kepada pendapat pengkaji. Jadual 1, 2 dan 3 menerangkan Analisis keperluan pelajar yang telah dijalankan.

JADUAL 1: Analisis keperluan murid terhadap item 1

Item 1	Adakah anda memahami konsep ikatan kimia?		
	Respon Pelajar	Kekerapan	Peratusan (%)
	Ya	6	30.00
	Tidak	14	70.00

JADUAL 2: Analisis keperluan murid terhadap item 2

Item 2	Jika “Tidak”, mengapa anda sukar untuk memahami konsep ikatan kimia?		
	Respon Pelajar	Kekerapan	Peratusan

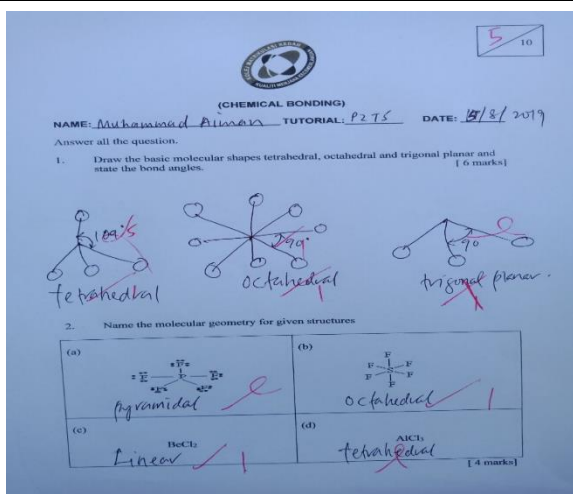
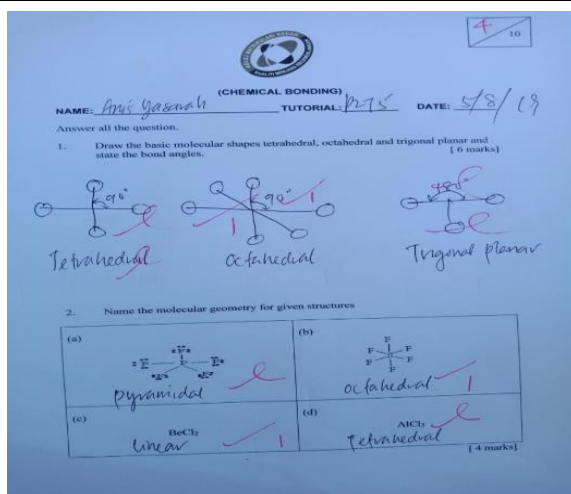
JADUAL 3: Analisis cara pengajaran yang paling digemari pelajar

Respon Pelajar	Kekerapan	Peratus (%)
Permainan	20	100.00
Eksperimen	10	50.00
Demonstrasi	15	75.00
Pop Kuiz	3	15.00
Peta Minda	9	45.00
Konsep ikatan kimia yang abstrak dan memerlukan imaginasi untuk saya membayangkan konsep yang tidak dapat dilihat	14	100.0
Bahan bantu mengajar yang digunakan oleh pensyarah tidak mencukupi untuk saya memahami konsep ikatan kimia	12	85.70
Gambar geometri molekul di dalam buku teks adalah dalam bentuk 2 Dimensi (2D) sahaja	14	100.0
Set geometri molekul yang terdapat di dalam makmal adalah tidak mencukupi	10	71.40

Analisis data Jadual 1, menunjukkan 70.00% peratus pelajar mengakui bahawa tidak memahami topik ikatan kimia. Merujuk kepada Jadual 2, sebanyak 100.00% pelajar yang tidak memahami topik ikatan kimia berpendapat bahawa konsep ikatan kimia yang abstrak dan memerlukan imaginasi untuk membayangkan konsep yang tidak dapat dilihat merupakan faktor utama. Pensyarah juga telah meminta pelajar memberikan respon cara pengajaran yang paling digemari oleh pelajar. Menerusi Jadual 3, sebanyak 100.00% pelajar menyukai permainan sebagai bahan bantu untuk memahami pengajaran topik ikatan kimia. Justeru itu, berdasarkan maklum balas yang diterima daripada para pelajar, pengkaji telah mengetahui bahawa ramai pelajar yang tidak memahami topik ikatan kimia dan pengkaji perlu mencipta satu bahan PdP yang dapat membantu pelajar meningkatkan tahap visualisasi mereka dan seterusnya pencapaian mereka di dalam topik ikatan kimia.

2.2 Refleksi Pelajar

Setelah sesi penerangan mengenai cara melukis struktur lewis dan geometri molekul di dalam kelas, pensyarah telah memberikan lembaran kerja untuk menguji keberkesanan PdP yang telah dilaksanakan di dalam kelas. Lembaran kerja yang telah diberikan adalah menggunakan kaedah pengajaran yang telah lama dipraktikkan di dalam kelas tutorial iaitu secara penerangan. Setelah berakhirnya sesi PdP, pensyarah telah menanda cara pelajar melukis struktur lewis dan menentukan geometri molekul. Walaupun pensyarah telah membuat penerangan secara berulang kali dan memberikan banyak contoh mengenai sebatian yang dilukis menggunakan struktur lewis, pelajar tetap tidak dapat memberikan jawapan yang lengkap dan betul. Rajah 1 menunjukkan contoh-contoh lembaran kerja yang dihasilkan oleh pelajar.

Lembaran Kerja	
	
Lembaran kerja ini menunjukkan pelajar : 1) Tidak dapat melukis bentuk geometri dengan betul. 2) Tidak dapat menentukan sudut ikatan geometri molekul dengan betul. 3) Tidak dapat menentukan nama geometri molekul dengan betul.	

RAJAH 1: Contoh lembaran kerja yang dilakukan oleh pelajar

2.3 Lain-lain Refleksi/ Aspek Berkaitan

Pensyarah tidak hanya menjalankan refleksi sendiri melalui pemerhatian, analisis daripada lembaran kerja pelajar dan tinjauan analisis keperluan kepada pelajar sahaja. Pensyarah juga berpendapat, masalah kesukaran pelajar dalam memahami topik ikatan kimia juga berkait rapat dengan faktor cara PdP di dalam kelas. Pengkaji ingin mendalami masalah pelajar dengan memberikan borang tinjauan kepada pensyarah Sistem Empat Semester (SES) untuk mendapatkan pendapat mereka mengenai masalah yang ingin diatasi. Jadual 4 dan 5 menunjukkan analisis tinjauan masalah yang telah dijalankan kepada pensyarah.

JADUAL 4: Analisis Tinjauan Masalah Pensyarah

Item 1	Adakah anda mempunyai masalah untuk mengajar topik ikatan kimia?		
	Respon Pensyarah	Kekerapan	Peratus (%)
	Ya	8	100.00
	Tidak	0	0.00

JADUAL 5: Analisis Tinjauan Sebab Masalah Pensyarah

Item 2	Jika “Ya”, apakah masalah yang anda hadapi ketika mengajar topik ikatan kimia?		
	Respon Pelajar	Kekerapan	Peratus (%)
	Konsep ikatan kimia yang abstrak untuk diterangkan kepada pelajar	8	100.00
	Kekurangan Bahan Bantu Mengajar (BBM) untuk tajuk ikatan kimia	7	87.50
	Gambar geometri molekul di dalam buku teks adalah dalam bentuk 2 Dimensi (2D) sahaja	8	100.00
	Set geometri molekul yang terdapat di dalam makmal adalah tidak mencukupi	6	75.00

Berdasarkan Jadual 4 di atas, 100.00% pensyarah mempunyai masalah untuk mengajar topik ikatan kimia. Manakala Jadual 5 pula menunjukkan masalah yang dihadapi oleh para pensyarah program SES ketika mengajar topik ikatan kimia. 100.00% pensyarah berpendapat konsep ikatan kimia adalah abstrak untuk diterangkan kepada pelajar dan gambar geometri molekul di dalam buku teks adalah dalam bentuk 2 Dimensi (2D) sahaja. Berdasarkan maklum balas pensyarah program SES ini, pengkaji berpendapat sesuatu perlu dilakukan dengan cara membina Alat Bantu Mengajar (ABM) yang bersesuaian untuk membantu pensyarah menyampaikan topik ikatan kimia dengan berkesan kepada pelajar.

3.0 Fokus Kajian / Isu Keprihatinan

3.1 Penentuan/ Pemilihan Konsep

Fokus kajian ini adalah untuk mengkaji penggunaan ABM yang dinamakan V-MAX untuk meningkatkan tahap visualisasi pelajar terhadap topik ikatan kimia, khususnya bentuk geometri molekul sebatian kimia. Rasional mengapa fokus spesifik diberikan kepada tajuk ini kerana Ikatan Kimia merupakan salah satu topik yang mempunyai peratus SLT yang tertinggi (18%) dalam Spesifikasi Kurikulum Kimia Sistem Empat Semester (SES) Program Matrikulasi. Maklum balas tugas DK014 dan laporan Bengkel Pemurnian Kimia 2018 menunjukkan pelajar tidak dapat membuat hubungkait antara VSEPR theory dan geometri molekul di samping tidak dapat melukis struktur Lewis dengan tepat. Manakala, faktor paling kukuh kajian ini ingin dibuat adalah kerana prestasi pelajar yang kurang memuaskan apabila melaksanakan tugas lembaran kerja yang diberikan. Tambahan pula, analisis keperluan pelajar yang mendapati pelajar sukar untuk memvisualisasikan bentuk-bentuk geometri molekul dan inginkan pembelajaran yang bercorak permainan

Menurut Nahum *et.al.* (2010) visualisasi merupakan elemen penting untuk menyokong pelajar memahami konsep ikatan kimia. Kesukaran visual pelajar menghalang penggunaan dan perkembangan konsep pembelajaran (Gal & Linchevski, 2010). Kajian Mohd Nor dan Nur Afza (2010) mendapati masalah mengenai topik mengenai ikatan kimia yang ada di kalangan pelajar adalah mereka tidak dapat melukis struktur Lewis dengan cara yang betul kerana mereka tidak memahami konsep dan tidak boleh menggambarkan konsep yang abstrak. Maklum balas pensyarah pula memerlukan suatu ABM yang dapat membantu pensyarah menyampaikan konsep ikatan kimia yang abstrak kepada pelajar. Tajuk ikatan kimia berkait rapat dengan kebolehan visualisasi pelajar dalam memahami konsep abstrak dalam kimia (Dani Asmadi, Azraii & Othman, 2015).

4.0 Objektif kajian

Objektif kajian ini ialah:

1. Meningkatkan visualisasi pelajar program Sistem Empat Semester (SES) terhadap topik ikatan kimia melalui penggunaan permainan V-MAX.
2. Meningkatkan pencapaian pelajar Sistem Empat Semester (SES) terhadap topik ikatan kimia melalui penggunaan permainan V-MAX.

5.0 Kumpulan sasaran

Kumpulan sasaran kajian tindakan kami terdiri daripada 20 orang pelajar Tutoran P2T5 Sistem Empat Semester (S4S) Sesi 2019/2020 Kolej Matrikulasi Kedah. Kumpulan sasaran terdiri daripada 8 orang pelajar lelaki dan 12 orang pelajar perempuan Semester 1 yang berbangsa Melayu, lepasan SPM dengan pencapaian Kimia SPM minimum gred C. Rasional kelas ini dipilih kerana pencapaian mereka dalam kuiz ikatan kimia yang tidak memberangsangkan berbanding kelas yang lain.

6.0 Perancangan dan Pelaksanaan Tindakan

6.1 Pengumpulan Data Sebelum/ Awal (Kaedah & Isu)

Dalam pelaksanaan kajian ini, tinjauan masalah dibuat berdasarkan pemerhatian, markah kuiz dan temubual terhadap pelajar bagi topik Ikatan Kimia. Jadual 6 adalah analisis tinjauan masalah yang telah kami laksanakan.

JADUAL 6: Analisis Tinjauan Masalah Pelajar

Langkah dan Tarikh	Cara Penilaian	Tujuan Tinjauan dan Masalah yang Telah Dikenalpasti
Langkah 1: 8/11/2019 - 12/11/2019	Pemerhatian	Pelajar tidak dapat membuat hubungkait di antara VSEPR dan geometri molekul (berdasarkan Lembaran Kerja Topik Ikatan Kimia.. Pengkaji mengenalpasti masalah dari segi: • <u>Sikap</u> Pelajar pasif apabila diajar tajuk ini kerana topik Ikatan Kimia dianggap sukar oleh pelajar kerana memerlukan daya imaginasi yang tinggi untuk membayangkan bentuk molekul secara tiga dimensi (3D).

		• <u>Tingkahlaku</u> Semasa diajukan topik berkaitan Ikatan Kimia, pelajar diam, tidak mahu memberikan respon dan menunjukkan muka bosan.
Langkah 2:	Kuiz Ikatan Kimia	Pelajar sukar melukis struktur Lewis dengan tepat (Bengkel Pemurnian Kimia 2018)
15/11/2019		
-		
19/11/2019		• Setelah pensyarah menjalankan PdP, kuiz diberikan kepada pelajar untuk membuat pengukuran bagi mendapatkan maklumat mengenai kefahaman pelajar. • Setelah pelajar membuat kuiz, kami dapati 18 daripada 20 orang pelajar memperolehi markah kurang daripada 5 dengan sebanyak 10 markah keseluruhan.
Langkah 3:	Temubual	Temubual dijalankan secara rawak. Seramai 4 orang pelajar telah ditemubual untuk mengenalpasti masalah yang dihadapi.
15/11/2019		
-		
19/11/2019		• Pelajar menyatakan mereka tidak dapat membuat visualisasi bentuk asas molekul Kimia. • Pelajar bosan belajar topik ini kerana sangat panjang dan perlu memahami konsep yang abstrak.

Berdasarkan analisis tinjauan masalah pelajar yang telah dijalankan, kami mendapati rata-rata pelajar mempunyai masalah untuk membuat visualisasi bentuk geometri molekul kimia kerana konsep kimia yang abstrak. Ini menyebabkan penurunan pencapaian mereka terhadap topik ikatan kimia. Bagi mengatasi masalah yang dihadapi oleh para pelajar, pengkaji telah menjalankan kaedah belajar sambil bermain dengan mencipta satu inovasi kad permainan yang dinamakan V-MAX.

6.2 Tindakan/ Aktiviti PdP (Penggunaan bahan/ aktiviti, Strategi Pengajaran, Inovasi/ Kreativiti & Justifikasi)

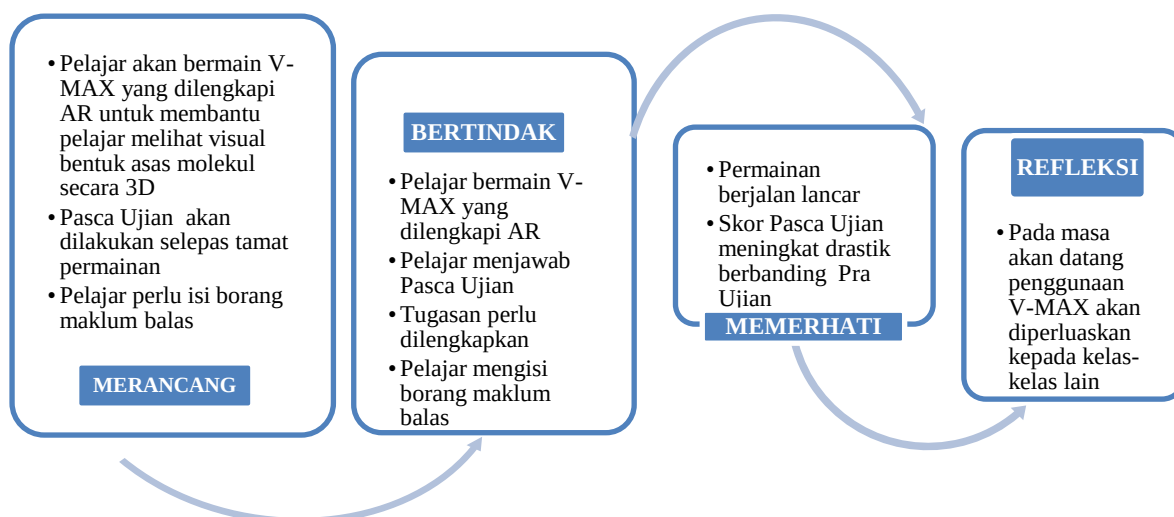
6.2.1 Model Kajian Tindakan Kemmis dan Taggart

Pengkaji telah menjalankan sebuah kajian tindakan dengan menjadikan model kajian tindakan Kemmis dan Mc. Taggart sebagai rujukan. Kemmis dan Mc. Taggart (1988) mengemukakan model kajian tindakan mereka yang mengandungi empat langkah dalam setiap kitaran iaitu merancang, bertindak, memerhati dan mereflek. Model ini menyatakan bahawa kajian tindakan perlu dilaksanakan mengikut urutan ke empat-empat langkah secara berterusan. Kami telah melaksanakan kajian ini dengan melibatkan dua kitaran iaitu kitaran 1 dan kitaran 2. Perincian strategi pengajaran

bagi setiap kitaran dibincangkan melalui aktiviti yang telah dilaksanakan pada setiap kitaran (lampiran 1).



KITARAN 1



KITARAN 2

RAJAH 2: Kitaran 1 dan 2 Pelaksanaan PdPc Ikatan Kimia Menggunakan V-MAX

6.2.2 Strategi Pengajaran

Jadual 7 menerangkan strategi pengajaran bagi kitaran 1 dan kitaran 2.

Aktiviti	JADUAL 7: Strategi Pengajaran Kitaran 1 dan Kitaran 2		
	Kitaran 1	Kitaran 2	Strategi Pengajaran / Inovasi / Kreativiti
	Tarikh / Penggunaan Bahan / Aktiviti	Tarikh / Penggunaan Bahan / Aktiviti	
1.	Penerangan: • topik Ikatan Kimia	Penerangan: • manual permainan V-MAX yang	• Pensyarah membuat penerangan

	• manual permainan V-MAX.	ditambah kod AR pada Kad Unsur dan Kad Molekul.	• Pelajar membina Kumpulan (PAK- 21)
2.	• Pelajar bermain V-MAX • Pelajar jawab Pra Ujian • Pemberian tugasan	• Pelajar bermain V-MAX yang mengandungi kod (AR) • Pelajar jawab Pasca Ujian. • Penghantaran tugasan • Pelajar isi borang maklumbalas menggunakan V-MAX yang ditambah kod AR	Pelajar merancang bentuk molekul, menginterpretasikan maklumat, media pembelajaran berkonsep gamifikasi untuk meningkatkan pencapaian, minat, kemahiran dan motivasi pelajar dalam PdP
3.	Analisis Pra Ujian	• Analisis Pasca Ujian, analisis markah tugasan dan borang maklumbalas • Penggunaan V-MAX yang ditambah kod AR	Markah Pra - 40.00% skor lemah - 60.00% skor sederhana Atasi masalah pada kitaran 1 (tambah AR pada V-MAX) - 100.00% skor cemerlang

Dalam Kitaran 1, pengkaji merancang (*Plan*) penggunaan V-MAX dalam pembelajaran topik Ikatan Kimia menggunakan V-MAX. Namun, berdasarkan refleksi Aktiviti 3 dalam Kitaran 1, tiada pelajar mendapat skor cemerlang dengan markah melebihi 80. Justeru, Kitaran 2 diteruskan bagi mengatasi masalah yang timbul di dalam Kitaran 1. Dalam Kitaran 2, pengkaji merancang (*Plan*) penggunaan V-MAX yang ditambah baik dilengkapi dengan teknologi AR bagi membantu pelajar meningkatkan kemahiran visualisasi mereka. Menerusi pengintegrasian teknologi AR dan penggunaan V-MAX diharap dapat meningkatkan pencapaian pelajar melalui peningkatan markah kuiz dan tugasan dalam topik Ikatan Kimia.

Kitaran 1

Terdapat tiga aktiviti telah dijalankan pada Kitaran 1. Penerangan disertai dengan refleksi setiap aktiviti adalah seperti berikut:

Aktiviti 1: Penerangan topik Ikatan Kimia dan manual permainan V-MAX

Penerangan topik Ikatan Kimia dan manual permainan *toolkit* Ikatan Kimia iaitu V-MAX. Kajian dimulakan dengan pelaksanaan PdP oleh pensyarah bagi tajuk Ikatan Kimia. Seterusnya pelajar diterangkan manual cara bermain V-MAX.

Refleksi Aktiviti 1

Pelajar kelihatan teruja untuk memulakan permainan V-MAX. Mereka dilihat berbincang untuk menentukan ahli kumpulan masing-masing.

Aktiviti 2: Bermain V-MAX, Menjawab Pra Ujian dan Pemberian Tugas

Dalam aktiviti 2, pelajar mula bermain V-MAX secara berkumpulan sambil dipantau oleh pensyarah. Seterusnya, pelajar menjawab Pra Ujian setelah tamat permainan. Pensyarah memberikan tugas ikatan kimia bagi menguji kefahaman pelajar dalam mengaplikasi soalan ikatan kimia.

Refleksi Aktiviti 2

Dari segi penglibatan pelajar, pelajar dilihat aktif ketika bermain V-MAX. Namun segelintir pelajar dilihat mempamerkan riak keliru ketika permainan berlangsung.

Aktiviti 3: Analisis Markah Pra Ujian

Dalam aktiviti 3 ini, pengkaji memeriksa kertas Pra Ujian. Analisis skor Pra Ujian mendapati 40% pelajar mendapat skor lemah (markah 0-39) dan 60.00% pelajar mendapat skor sederhana (markah 40-79). Berdasarkan borang maklum balas pelajar, pelajar menyatakan mereka sukar menentukan bentuk asas molekul dan sudut ikatan tanpa visual 3D.

Refleksi Aktiviti 3

Dapatan daripada aktiviti 3 menunjukkan tiada seorang pelajar pun yang mendapat keputusan skor cemerlang dalam Pra Ujian yang dijalankan. Justeru, pengkaji mencadangkan Kad Unsur dan Kad Molekul ditambah kod *Augmented Reality* (AR) bagi meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar melalui paparan visual 3D menerusi imbasan melalui telefon pintar mereka.

Kitaran 2

Setelah mengenalpasti masalah pada Kitaran 1, pengkaji melakukan penambahbaikan dengan memasukkan kod AR pada V-MAX. Seterusnya tiga aktiviti telah dijalankan pada kitaran 2. Penerangan disertai dengan refleksi setiap aktiviti adalah seperti berikut:

Aktiviti 1: Penerangan Manual Cara Bermain V-MAX Yang Dilengkapi Kod AR

Aktiviti 1 Kitaran 2 dimulakan dengan pensyarah memberi penerangan tentang manual permainan V-MAX yang telah dilakukan penambahbaikan. Seterusnya pelajar mula membentuk kumpulan untuk memulakan permainan.

Refleksi Aktiviti 1

Pelajar kelihatan teruja untuk memulakan permainan V-MAX yang telah ditambah kod AR. Mereka dilihat aktif berbincang untuk menentukan ahli kumpulan masing-masing.

Aktiviti 2: Pelajar Bermain V-MAX Yang Dilengkapi Kod AR, Menjawab Pasca Ujian, Mengisi Borang Maklumbalas, Penghantaran Tugas Ikatan Kimia

Pelajar mula bermain V-MAX yang mengandungi kod AR sambil dipantau oleh pensyarah. Setelah tamat permainan, soalan Pasca ujian diedarkan dan pelajar diberi masa 30 minit untuk menjawab Pasca ujian. Seterusnya, pelajar mengisi borang maklum balas tentang aktiviti 2 yang telah dilaksanakan dan penghantaran tugas.

Refleksi Aktiviti 2

Melalui aktiviti 2 dalam Kitaran 2, pelajar dilihat lebih aktif membantu rakan sekumpulan untuk membina molekul yang bersaiz besar agar dapat mengumpulkan markah yang lebih tinggi. Pelajar dilihat aktif berbincang sesama ahli kumpulan mengenai cara penyelesaian masalah dalam permainan selain mula merancang strategi untuk menang. Pelajar tidak pasif sebagaimana sikap yang ditunjukkan jika tajuk ini diajar dengan kaedah konvensional iaitu melalui penerangan oleh pensyarah semata-mata.

Aktiviti 3: Analisis Markah Pasca Ujian, Borang Maklumbalas Pelajar dan Tugas

Dalam aktiviti ini pengkaji memeriksa kertas Pasca Ujian dan meneliti serta menganalisis borang maklum balas pelajar bagi aktiviti 3 dalam Kitaran 2 ini. Analisis skor Pasca Ujian menunjukkan 100% pelajar mendapat skor cemerlang. Tugas yang dihantar oleh pelajar juga menunjukkan 100.00% pelajar memperolehi markah yang tinggi iaitu berada dalam julat 16-20 (cemerlang).

Refleksi Aktiviti 3

Melalui analisis skor ujian POS, pengkaji mendapati 100% pelajar mencapai skor cemerlang (markah

yang diperoleh 80-100%). Melalui analisis borang maklum balas pelajar dalam Kitaran 2, pelajar memberi respon positif dengan penambahan AR pada V-MAX. Pelajar menyatakan mereka berjaya memvisualkan bentuk asas molekul dan menentu sudut ikatan. Mereka juga menyatakan keterujaan mereka apabila kaedah gamifikasi digunakan dalam PdP tajuk Ikatan Kimia ini. Melalui analisis tugas yang dihantar oleh pelajar, jelas menunjukkan pelajar dapat mengaplikasi kefahaman yang telah dipelajari menggunakan V-MAX semasa menjawab soalan tugas.

6.2.3 Penggunaan Alat Inovasi V-MAX

Berdasarkan analisis masalah yang telah dikenalpasti, alat inovasi yang dinamakan sebagai *3D Molecular Visualization Augmented Reality* (V-MAX) telah dirancang dan dibangunkan dengan mengaplikasikan pendidikan abad ke-21 (PAK-21). V-MAX terdiri daripada kad jenis molekul, kad molekul, kad ikatan, kad unsur, kad proton, kad elektron dan dadu (lampiran 2). Pada kitaran pertama, kad permainan V-MAX tidak dilengkapi dengan teknologi *Augmented Reality* (AR). Pada kitaran kedua, teknologi AR telah dimasukkan ke dalam setiap kad untuk meningkatkan keberkesanan kad dalam meningkatkan tahap visualisasi pelajar. Setiap kad unsur dan kad molekul V-MAX mempunyai kod AR yang akan menyatakan maklumat tentang unsur kimia dan model 3D bentuk molekul apabila kad permainan diimbas menggunakan aplikasi AR (lampiran 3). Reka bentuk kad digital V-MAX dibuat menggunakan aplikasi *Power Point*. Kad yang dicetak, dipotong, disusun serta dimasukkan ke dalam kotak kad bagi memudahkan proses penggunaan dan penyimpanan.

V-MAX diinovasikan daripada permainan kad yang boleh dimainkan secara individu atau berkumpulan. Pelajar akan bermain untuk menyelesaikan semua soalan berkaitan topik Ikatan Kimia (*Chemical Bonding*). V-MAX melibatkan pemikiran yang kompleks dan penyelesaian masalah melalui kaedah gamifikasi. Permainan ini dapat mengatasi masalah pelajar bosan dan tidak dapat fokus kepada pelajaran. Permainan V-MAX memerlukan pemikiran yang kritis dan kreatif kerana molekul yang ingin dibina perlu dirancang dengan teliti bagi mengelakkan molekul yang dibina sama seperti kumpulan lain di samping merancang menghasilkan molekul yang mempunyai jisim yang besar (mendapat markah yang lebih banyak).

6.2.4 Teori Berkaitan Pemilihan V-MAX Sebagai Alat Inovasi

V-MAX menggunakan pendekatan gamifikasi yang bersesuaian dengan pembelajaran abad ke-21 (PAK-21). Menurut Deterding, Sicart, Nacke, O'Hara dan Dixon, 2011, gamifikasi ditakrifkan sebagai penggunaan permainan yang mempunyai unsur-unsur reka bentuk dalam konteks bukan permainan. Dalam konteks pendidikan, pendekatan gamifikasi yang menggunakan elemen permainan dapat merangsang dan memberikan motivasi kepada pengamalnya agar pengajaran dapat diintegrasikan dalam bentuk permainan (Sayed Yusoff, Tan & Muhammad Zaffwan, 2014). Pendekatan yang menggunakan kaedah permainan dalam proses pengajaran dan pembelajaran menjadikan proses pembelajaran lebih menarik dan interaktif, selain menjadikan aktiviti yang pada asalnya bukan permainan sebagai satu aktiviti bermain yang formal dan serius (Cugelman, 2013).

V-MAX juga dibina sebagai alat inovasi untuk mengatasi masalah yang dihadapi dalam memahami topik ikatan kimia kerana terdapat beberapa kajian yang menunjukkan masalah visualisasi pelajar dapat diatasi melalui penggunaan teknologi AR. Kajian yang dijalankan oleh Maier dan Klinker (2013) mendapati, penggunaan AR di dalam pembelajaran kimia dapat membantu meningkatkan kefahaman mengenai struktur ruang molekul dengan penerapan imej tiga dimensi.

7.0 Pemerhatian

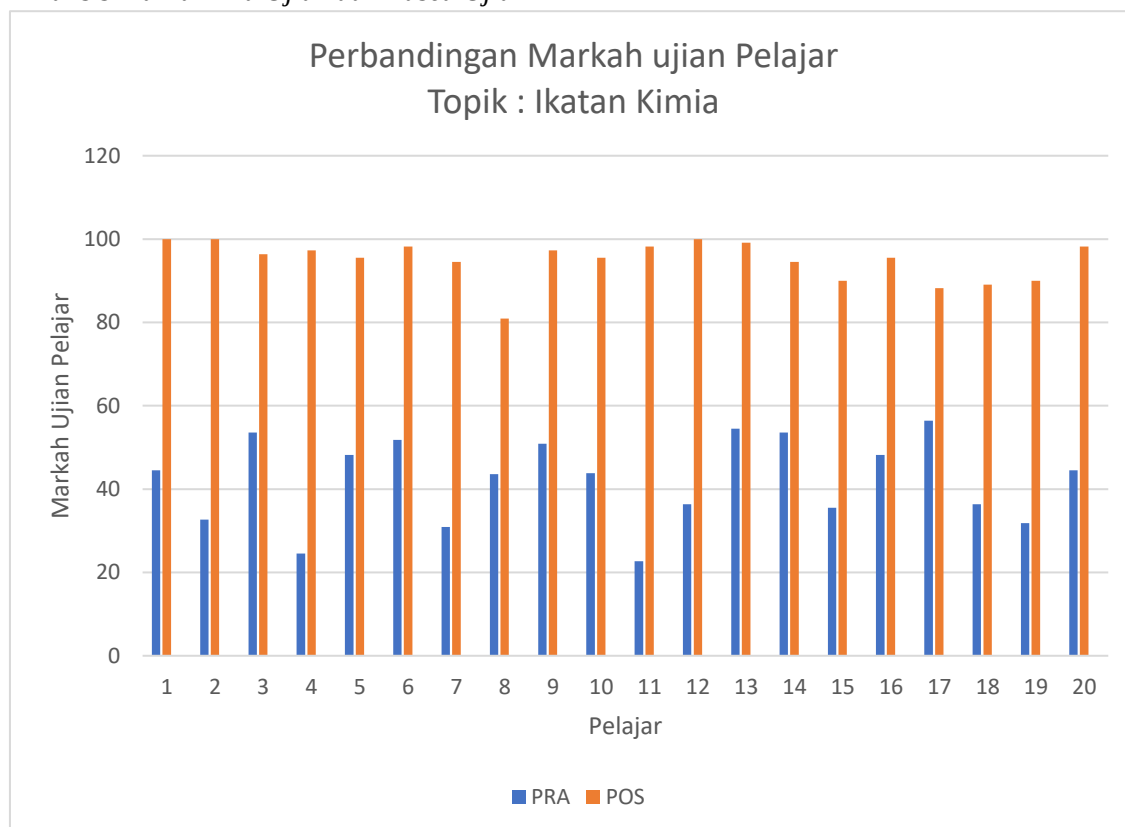
7.1 Kaedah Pengumpulan Data

Terdapat tiga instrumen utama untuk mendapatkan dapatan kajian iaitu soalan ujian ikatan kimia (lampiran 4), soalan tugas ikatan kimia (lampiran 5) dan soal selidik maklumbalas (lampiran 6).

7.2 Analisis Data

Rajah 3 menunjukkan dapatan hasil perbandingan markah Pra ujian dan Pasca Ujian bagi topik ikatan kimia.

7.2.1 Analisis Markah Pra Ujian dan Pasca Ujian



RAJAH 3: Perbandingan Markah Pra Ujian dan Pasca Ujian

Rajah 3 menunjukkan perbandingan markah Pra Ujian dan Pasca Ujian pelajar. Pra Ujian dan Pasca Ujian pelajar telah ditadbir bagi menguji keberkesanan permainan V-MAX dalam meningkatkan visualisasi dan pencapaian pelajar dalam Topik Ikatan Kimia. Dapatan daripada graf menunjukkan, kesemua markah Pasca Ujian telah menunjukkan peningkatan yang agak ketara.

JADUAL 8: Julat Markah Pra Ujian dan Pasca Ujian

Skor Ujian (%)	Pelajar			
	Pra Ujian (frekuensi)	Peratus (%)	Pasca Ujian (frekuensi)	Peratus (%)
0 – 39 (Lemah)	8	40.00	0	0
40 – 79 (Sederhana)	12	60.00	0	0
80 – 100 (Cemerlang)	0	0	20	100.00

Jadual 8 menunjukkan julat markah pelajar setelah Pra Ujian dan Pasca Ujian dijalankan. Berdasarkan analisis markah Pra Ujian, seramai 40.00% pelajar mencatatkan skor ujian yang rendah (julat 0-39), 60.00% pelajar skor sederhana (julat 40-79) manakala 0.00% pelajar tidak mendapat skor tinggi (julat 80-10). Selepas Pasca Ujian dijalankan, didapati tiada pelajar mencatatkan skor rendah

(julat 0-39) dan skor sederhana (julat 40-79) tetapi 100.00% pelajar mencapai skor tinggi (julat 80-10). Berdasarkan keputusan ini didapati penggunaan V-MAX telah membantu meningkatkan kefahaman pelajar dalam memahami topik Ikatan Kimia dengan baik.

7.2.2 Analisis Markah Tugas Ikatan Kimia

Jadual 9 menunjukkan markah tugas ikatan kimia pelajar setelah mempelajari topik ikatan kimia setelah bermain permainan V-MAX.

JADUAL 9: Analisis Markah Tugas Pelajar Setelah Menggunakan V-Max

Julat Markah	Frekuensi	Peratus (100%)
0 – 5 (Amat Lemah)	0	0.00
6 – 10 (Lemah)	0	0.00
11 – 15 (Sederhana)	0	0.00
16 – 20 (Cemerlang)	20	100.00

Analisis markah tugas menunjukkan 100.00% pelajar mendapat markah yang berada pada julat 16-20 iaitu tahap cemerlang. Ini menunjukkan kesemua pelajar dapat mengaplikasikan kefahaman mengenai topik ikatan kimia setelah bermain permainan V-MAX.

7.2.3 Analisis Soal Selidik Pelajar

Soal selidik keberkesanan untuk pelajar mengandungi 5 item yang terdiri daripada 4 skala likert iaitu Amat Tidak Bersetuju (ATB), Tidak Bersetuju (TB), Bersetuju (B) dan Amat Bersetuju (AB). Jadual 9 menunjukkan maklum balas soal selidik.

JADUAL 10: Analisis Soal Selidik Maklum balas Pelajar Mengikut Item

Item	ATB	TS	B	AB	Min
1. Saya faham akan konsep permainan V-MAX	0 (0.00%)	0 (0.00%)	15 (75.00%)	5 (25.0%)	3.25
2. Saya dapat membuat visualisasi bentuk geometri molekul setelah bermain V-MAX	0 (0.00%)	0 (0.00%)	2 (10.00%)	18 (90.0%)	3.90
3. Saya mendapat markah yang tinggi dalam kuiz selepas bermain V-MAX	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	20 (100.0%)	4.00
4. Saya dapat mengaplikasikan konsep Ikatan Kimia apabila bermain V-MAX	0 (0.00%)	0 (0.00%)	3 (15.00%)	17 (85.0%)	3.85
5. Saya berasa seronok bermain V-MAX dengan adanya AR di dalam kad permainan	0 (0.00%)	0 (0.00%)	3 (15.00%)	17 (85.0%)	3.85

Jadual 10 menunjukkan analisis peratus dan min soal selidik pelajar bagi setiap item. Berdasarkan soal selidik yang dijalankan, item “Saya mendapat markah yang tinggi di dalam kuiz selepas bermain V-MAX” mencatatkan min tertinggi iaitu sebanyak 4.00 dengan peratusan pelajar yang Amat Setuju adalah sebanyak 100.00%. Ini diikuti pula oleh item “Saya dapat membuat visualisasi bentuk geometri molekul setelah bermain V-MAX” iaitu dengan nilai min sebanyak 3.90. Sebanyak 85.00% pelajar amat setuju bahawa mereka dapat mengaplikasikan konsep Ikatan Kimia apabila bermain V-MAX dengan nilai min sebanyak 3.85. Nilai min ini dikongsi bersama item “Saya berasa seronok bermain V-MAX dengan adanya AR di dalam kad permainan” . Manakala, item “Saya faham akan konsep permainan V-MAX” pula mempunyai nilai min sebanyak 3.25.

8.0 REFLEKSI DAN KESIMPULAN

8.1 Penerangan Perubahan

Penggunaan permainan berintegrasikan Augmented Reality (AR) yang menggunakan kaedah Pembelajaran Berasaskan Permainan (PBP) telah memberikan kesan positif terhadap tahap visualisasi pelajar terhadap molekul-molekul yang terdapat di dalam topik ikatan kimia dan pencapaian markah kuiz V-MAX oleh pelajar. Pelajar juga memperoleh markah yang baik menerusi tugasan yang diberikan.

8.1.1 Perubahan yang berlaku

Kajian ini telah memberikan beberapa perubahan kepada pelajar, pensyarah, proses, produk dan pengurusan.

a) Perubahan terhadap visualisasi geometri molekul

Tindakan ini telah membolehkan pelajar menguasai kefahaman mengenai topik ikatan kimia dan menyebabkan objektif dan hasil pembelajaran tercapai. Pelajar kini lebih yakin untuk melukis struktur Lewis dan seterusnya mendapatkan bentuk geometri molekul yang betul secara sendiri berbanding hanya menunggu arahan spesifik dari pensyarah untuk menjawab soalan ketika tutoran berlangsung. Tambahan lagi, penggunaan AR didalam permainan membolehkan pelajar untuk memvisualisasikan bentuk geometri molekul secara tiga dimensi (3D) dan menggerakkan gambar mengikut orientasi yang diinginkan agar sudut ikatan kimia boleh dilihat dengan jelas. Seterusnya, pelajar dapat membuat hubungkait di antara VSEPR dan geometri molekul

b) Perubahan terhadap motivasi pelajar

Semasa sesi Pembelajaran Berasaskan Permainan (PBP) berlangsung, setiap pelajar dilihat aktif berbincang didalam kumpulan masing-masing agar mereka dapat membina molekul yang bersaiz besar seterusnya dapat mengumpulkan markah yang lebih tinggi disamping berjaya membina keseluruhan bentuk asas geometri molekul. Pelajar dilihat berbincang untuk merancang strategi supaya kumpulan mereka berjaya menjadi kumpulan pertama yang dapat membina kelima-lima bentuk asas geometri molekul melalui kad-kad unsur yang diberikan didalam kit permainan sebelum sesuatu keputusan dibuat. Dengan cara ini, pelajar perlu melukis struktur Lewis yang pelbagai untuk satu bentuk geometri molekul agar kumpulan mereka berjaya meraih keuntungan yang besar setiap kali transaksi dan penukaran nombor proton berlaku.

c) Perubahan terhadap pencapaian dan keberhasilan pelajar

Perubahan markah yang ketara semasa pengkaji memberikan lembaran kerja yang kedua iaitu setelah pelajar bermain V-MAX ditambah kod *Augmented Reality* (AR) membuktikan pelajar kini dapat melukis bentuk geometri, menentukan sudut ikatan geometri molekul dan nama geometri molekul dengan betul. 100% pelajar memperoleh skor cemerlang setelah kitaran 2 dijalankan berbanding tiada pelajar mendapat skor cemerlang ketika mereka hanya bermain V-MAX pada Kitaran 1 didalam Pra ujian. Pelajar juga menunjukkan prestasi yang baik dalam mengaplikasi konsep ikatan kimia semasa menjawab soalan tugasan.

d) Perubahan terhadap produk

Hasil analisis Kitaran 1 berdasarkan perbandingan markah Pra ujian dan dan Pasca Ujian serta soal selidik oleh pelajar dan pemantauan pengkaji mendapati terdapat penambahbaikan yang boleh dijalankan keatas permainan V-MAX iaitu penambahan teknologi AR bagi membantu pelajar meningkatkan kemahiran visualisasi mereka. Menerusi pengintegrasian teknologi AR beserta penggunaan V-MAX, pelajar berjaya meningkatkan markah lembaran kerja dan tugasan dalam topik Ikatan Kimia.

8.2 Kekuatan & Kelemahan Kajian, Pencapaian Objektif serta Keberkesanan Tindakan/ Aktiviti

Secara keseluruhannya dapatan kajian yang diperolehi telah menunjukkan impak yang sangat memuaskan dalam meningkatkan pencapaian dan visualisasi pelajar yang dikaji. Terdapat beberapa kekuatan kajian yang dapat dijadikan panduan bagi pensyarah yang ingin membuat kajian yang sama pada masa hadapan.

8.2.1 Kekuatan kepada pelajar

Tindakan ini berjaya meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar didalam geometri molekul melalui teori VSEPR dan juga melonjakkan pencapaian pelajar sehingga memperoleh keputusan cemerlang dari markah sederhana dan lemah. Penggunaan V-MAX dan teknologi AR membantu pelajar menguasai kemahiran abad ke-21 dan kemahiran visualisasi pelajar. Motivasi dan minat pelajar didalam topik Ikatan Kimia juga dapat ditingkatkan setelah pembelajaran secara gamifikasi dijalankan untuk topik ini yang bersifat abstrak dan memerlukan daya visualisasi yang tinggi.

8.2.2 Kekuatan kepada pensyarah

Pengkaji berjaya membantu menyelesaikan masalah rakan sejawat untuk meningkatkan pemahaman pelajar terhadap konsep yang abstrak dengan penggunaan media pembelajaran berinovasi (digital toolkit) dan berkonsep gamifikasi melalui permainan V-MAX. Seterusnya tindakan ini membantu menyahut cabaran pendidikan dengan penggunaan pelbagai strategi pedagogi abad ke-21 dan penerapan nilai Pembelajaran Sepanjang Hayat (PSH) supaya pembelajaran aktif dapat dimaksimakan didalam sesi pembelajaran.

8.2.3 Kelemahan

Walaupun permainan V-MAX mempunyai pelbagai kekuatan dalam meningkatkan visualisasi dan pencapaian pelajar, namun terdapat beberapa kelemahan yang perlu diberi perhatian. Untuk mendapatkan imej geometri molekul yang terdapat di dalam kad permainan, pelajar perlu mempunyai telefon bimbit. Disamping itu, pelajar juga perlu mempunyai akses internet untuk memuat turun aplikasi ini.

8.2.4 Keberkesanan Aktiviti

Permainan V-MAX merupakan sebuah permainan yang menggunakan pendekatan Pembelajaran Berasaskan Permainan yang dapat meningkatkan kemahiran visualisasi dan pencapaian pelajar dalam topik Ikatan Kimia. Masalah konsep kimia yang abstrak dan kekurangan Bahan bantu Mengajar (BBM) untuk membantu visualisasi pelajar dapat diatasi dengan penghasilan alat inovasi ini. Sebagai cadangan penambahbaikan, pengkaji akan menambah lagi lebih banyak imej *Augmented Reality* (AR) di dalam kad permainan V-MAX untuk memberikan lebih banyak imej dalam bentuk 3D kepada pemain. Pengkaji juga akan menyebarkan penggunaan permainan ini kepada kolej-kolej matrikulasi lain di Malaysia agar lebih ramai menggunakan permainan ini dalam pemahaman konsep ikatan

kimia. Diharap dengan adanya penyelidikan ini dapat memberi manfaat kepada semua pelajar matrikulasi dan pensyarah-pensyarah kolej matrikulasi di Malaysia.

9.0 Penghargaan

Pengkaji ingin mengucapkan terima kasih kepada Kolej Matrikulasi Kedah dan Bahagian Matrikulasi Kementerian Pendidikan Malaysia atas sokongan sehingga terhasilnya kajian ini.

10.0 Rujukan

Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston: New York.

Baskaran, V. L., & Norazilawati Abdullah (2020). Science teachers' readiness in implementing authentic learning approach in teaching and learning. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(8), 93–107.

Cugelman, B. (2013). Gamification: What it is and why it matters to digital health behavior change developers. *JMIR Advancing Digital Health & Open Science*, 1(1), 1-6.

Dani Asmadi Ibrahim, Azraai Othman & Othman Talib, (2015). Pandangan pelajar dan guru terhadap tahap kesukaran tajuk-tajuk kimia. *Jurnal Kepimpinan Pendidikan*, 2, 32-46.

Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011). Gamification. Using game design elements in non-gaming contexts. Paper presented at *CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 7-12 May 2011, Vancouver, Canada.

Gal, H. & Linchevski, L. (2010). To see or not to see: Analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. *Educational Studies in Mathematics*, 74, 163-183. doi: 183. 10.1007/s10649-010-9232-y.

Grove, N. P., & Lowery, B., S. (2012). A continuum of learning: from rote memorization to meaningful learning in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 201-208.

Gutierrez, A. F. (2014). Development and effectiveness of an educational card game as supplementary material in understanding selected topics in biology. *CBE Life Sciences Education*, 13(1), 76-82. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-05-0093>

Harlina Ishak, Zubaidah Mat Nor & Ainee Ahmad (2017). *Pembelajaran interaktif berasaskan aplikasi kahoot dalam pengajaran abad ke-21*. Buku Panduan Pelaksanaan Pendidikan Abad ke21. Institut Pendidikan Aminuddin Baki, Kementerian Pendidikan Malaysia.

Himmetoğlu, B., Ayduğ, D., & Bayrak, C. (2020). Education 4.0: Defining the teacher, the student, and the school manager aspects of the revolution. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 2, 12–28. <https://doi.org/10.17718/tojde.770896>

Ilma Azizah, Mulyani Sri & Khoerunnisa Fitri. (2017). Development of POGIL (Process Oriented Guided Inquiry Learning) strategy based on intertextual learning of acid- base concepts. Paper presented at *International Conference on Mathematics and Science Education*, January 2017, Bandung. <https://doi.org/10.2991/icmsed-16.2017.21>



Junaidah Jamaluddin (2016). Keberkesanan kaedah permainan dalam pengajaran dan pembelajaran prinsip perakaunan di sekolah menengah. Paper presented at *Konferens Akademik Universiti Teknologi MARA, July 2017*, UITM Pahang.

Kemmis, S. & Mc. Taggart, R. (1988). *The action research planner*. Victoria: Deakin University Press.

Mohd Nor Bakar., & Nur Afza Ayob, (2010). Masalah Pembelajaran Mengenai Topik Ikatan Kimia Dalam Konteks Penyelesaian Masalah Di Kalangan Pelajar Tingkatan Empat.

Maier, P. & Klinker. G. (2013). Evaluation of an augmented-reality based 3d user interface to enhance the 3D-understanding of molecular chemistry. Paper presented at *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2013)*, 6-8 May 2013, Aachen, Germany,

Mulyasih Sri Suhaeti. (2015). Model pembelajaran siklus belajar deskriptif untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ikatan kimia. *Jurnal Pengajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 20(1), 53-58.

Nahum, T. L., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Taber, K. (2010). Teaching and learning the concept of chemical bonding. *Studies in Science Education*, 46(2), 179–207.

Rastegarpour, H., & Marashi, P. (2012). The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31,597-601. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.111>

Rothman, D. (2016). A Tsunami of learners called Generation Z. 2016. Available online: [http://www.mdle.net/JoumaFA Tsunami of Learners Called Generation Z.pdf](http://www.mdle.net/JoumaFA%20Tsunami%20of%20Learners%20Called%20Generation%20Z.pdf) (accessed on 30 May 2019).

Sayed Yusoff Sayed Hussain, Tan, W. H., & Muhamamd Zaffwan Idris (2014). Digital game-based learning for remedial mathematics students: A new teaching and learning approach in Malaysia. *International Journal of Multimedia Ubiquitous Engineering*, 9(11), 325-338.

Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro and Symbolic: The many faces of the chemistry triplet. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195.

Taspinar, B., Schmidt, W., & Schuhbauer, H. (2016). Gamification in education: A board game approach to knowledge acquisition. *Procedia Computer Science*, 99, 101-116. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.104>

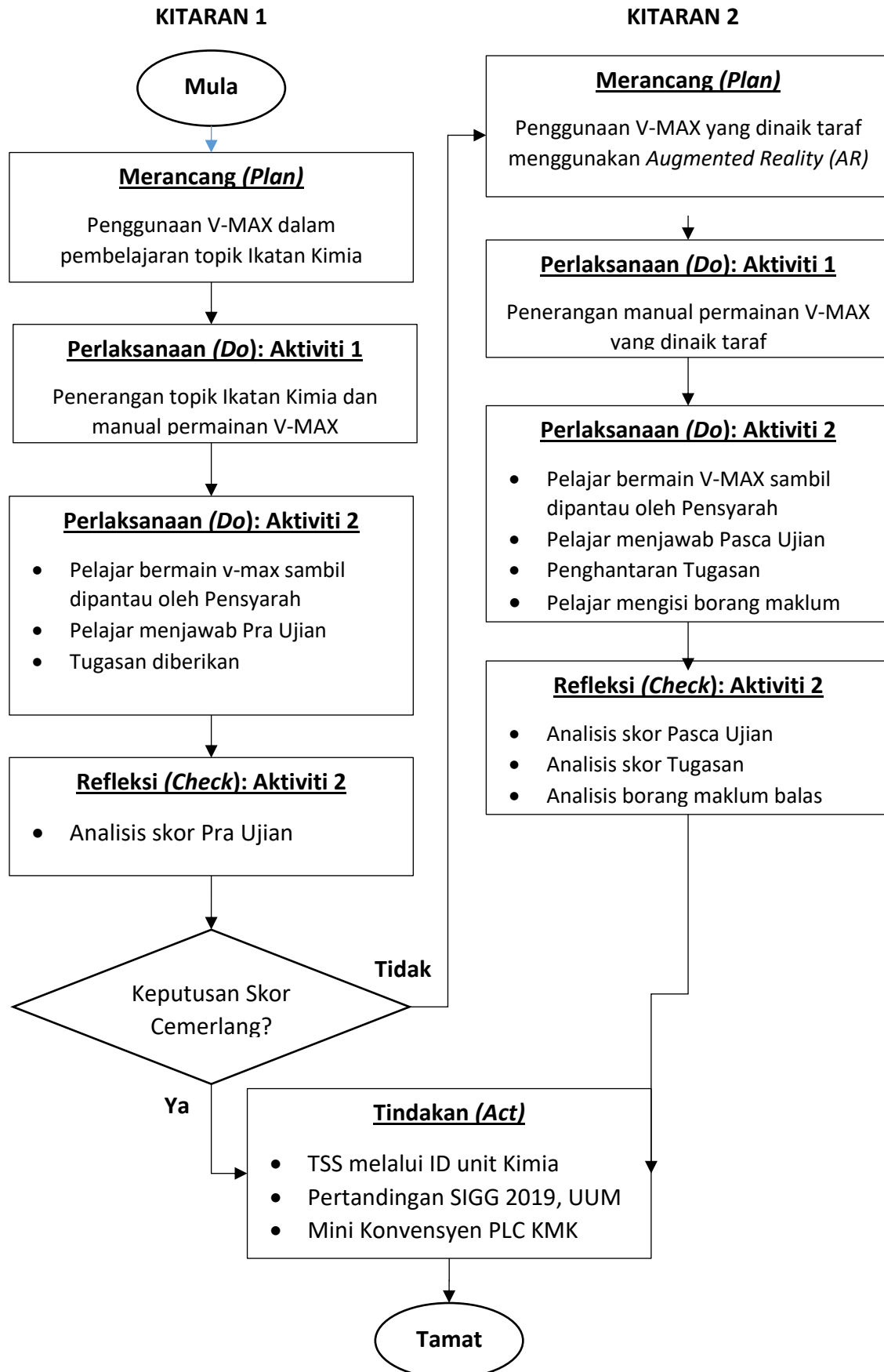
Wardani Setia (2015). Pemanfaatan teknologi augmented reality (AR) untuk pengenalan aksara jawa pada anak. *Jurnal Dinamika Informatika*, 5(1), 1-13.

Wong, W., S. & Kamisah Osman (2018). Pembelajaran berasaskan permainan dalam pendidikan stem dan penguasaan kemahiran abad ke-21. *Politeknik & Kolej Komuniti Journal of Social Sciences and Humanities*, 3, 128–2875.

Lampiran 1

11.0 Lampiran

CARTA ALIR KITARAN



KIT V-MAX DAN KOMPONEN

Lampiran 2



Lampiran 3

CARA BERMAIN

- DIMAIN SECARA INDIVIDU ATAU BERKUMPULAN
- MEMPUYAI 3 PERINGKAT (BEGINNER, INTERMEDIATE & EXPERT)

1. Pemain membalik dadu.
2. Pemain mendapat tambahan proton (MODAL)
3. Pemain mempunyai 2 pilihan pada setiap giliran;
 - a) Membeli atom dan ikatan atau,
 - b) Menjual molekul yang berjaya dihasilkan.
4. Pembelian atom / ikatan / elektron adalah menggunakan "proton".
5. Pemenang utama adalah pemain yang berjaya mengumpulkan "Mastercard" (HARTA) terbanyak.





**AUGMENTED REALITY (AR)
PADA KAD**

- Berkonsepkan Pembelajaran Berasaskan Permainan (PBP)
- Menggunakan pendekatan gamifikasi
- Mengintegrasikan teknologi Augmented Reality (AR)

The interface shows a 'MOLECULE MASTER' game card for CCl4 (Carbon Tetrachloride). It displays the molecular structure, VSEPR theory (trigonal bipyramidal, 463), and a 3D VSEPR model. A 'Ready, Aim, Zap' control panel is visible at the bottom.

Lampiran 4

SOALAN PRA UJIAN & PASCA UJIAN

Complete table below for each of the following molecules.

No.	Formula	General Formula	V.E Each Atom & Total	Total Number B/P & L/P Electrons Central Atom	Lewis Structure	Draw Geometry Shape And Name	Bond Angle	Polarity (Polar / Non-Polar)
1	<chem>BeCl2</chem>			B/P: L/P :				
2	<chem>SCl6</chem>							

3	CO ₂							
4	BF ₃							
5	OCN ⁻							

SAMPEL JAWAPAN PELAJAR PRA UJIAN

6. Complete table below for each of the following molecules.

NO	FORMULA	GENERAL FORMULA	V.E EACH ATOM & TOTAL	TOTAL NUMBER B/P & L/P ELECTRONS CENTRAL ATOM	LEWIS STRUCTURE	DRAW GEOMETRY SHAPE AND NAME	BOND ANGLE	POLARITY (POLAR / NON-POLAR)
1	BeF ₂	AX ₂	Be = 2 2F = 2(7) = 14 Total = 16	B/P: 2 L/P: 0		Linear	180°	polar
2	SeCl ₆	AX ₆	Se = 6 6Cl = 6(7) = 42 Total = 48	B/P: 6 L/P: 0		Octahedral	90°	non polar
3	CS ₂	AX ₂	C = 4 2S = 2(6) = 12 Total = 16	B/P: 2 L/P: 0		Linear	180°	non polar
4	H ₂ CO	A ₂ XY	H = 2(1) = 2 C = 4 O = 6 Total = 12	B/P: 3 L/P: 0		Trigonal planar	120°	polar
5	SCN ⁻	AXY ⁻	S = 6 C = 4 N = 5 Total = 15 + 1 = 16	B/P: 2 L/P: 0		Linear	180°	polar

6. Complete table below for each of the following molecules.

115/110

NO	FORMULA	GENERAL FORMULA	V.E EACH ATOM & TOTAL	TOTAL NUMBER B/P & L/P ELECTRONS CENTRAL ATOM	LEWIS STRUCTURE	DRAW GEOMETRY SHAPE AND NAME	BOND ANGLE	POLARITY (POLAR / NON-POLAR)
1	BeCl ₂	AX ₂	Be = 2 Cl = 2(3) = 6 = 8	B/P: 2 L/P: 0	$\text{Cl} - \text{Be} - \text{Cl}$	linear	180°	non-polar
2	SCl ₆	AX ₆	S = 6 Cl = 6(7) = 42 = 48	B/P: 6 L/P: 0	$\text{Cl} - \text{S} - \text{Cl}$	octahedral	90°	non-polar
3	CO ₂	AX ₂	C = 4 O = 2(6) = 12 = 16	B/P: 4 L/P: 0	$\text{O} = \text{C} = \text{O}$	linear	180°	non-polar
4	BF ₃	AX ₃	B = 3 F = 3(7) = 21 = 24	B/P: 3 L/P: 0	$\text{F} - \text{B} - \text{F}$	trigonal planar	120°	non-polar
5	OCN ⁻	AX ₂	O = 6 C = 4 N = 5 = 15 + 1 = 16	B/P: 4 L/P: 0	$[\text{O} - \text{C} \equiv \text{N}]^-$	linear	180°	polar

55

Lampiran 5

SOALAN TUGASAN



CHEMISTRY UNIT
KEDAH MATRICULATION COLLEGE
MINISTRY OF EDUCATION MALAYSIA

INDIVIDUAL ASSIGNMENT
CHAPTER 7: CHEMICAL BONDING
DATE SUBMISSION : 5 November 2020

1. Aluminum trichloride, AlCl_3 is a compound which mainly used for making pure aluminum metal. It also can form aluminum tetrachloride (AlCl_4^-) which suitable to be a component of electrolytes for batteries from the reaction below:



Discuss the geometry molecule of aluminum trichloride and aluminium tetrachloride according to Valence Shell Electron Pair Repulsion (VSEPR) theory.

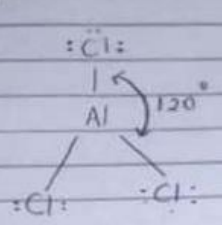
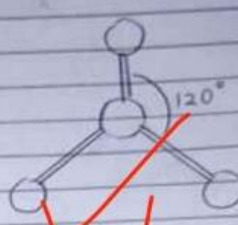
2. Table below shows the boiling point of three molecules, represented by the different strength of intermolecular forces. Discuss the types of intermolecular forces correspond to the following molecules by using appropriate diagram.

Molecule	F_2	HCl	H_2O
Boiling point ($^\circ\text{C}$)	-188.1 $^\circ$	-85.5 $^\circ$	100 $^\circ$

(15M)

Question 1

AlCl_3

Lewis structure

Trigonal planar

20/20

The molecular geometry for aluminum trichloride is trigonal planar when Al is surrounded by 3 bonding pairs of electrons. The value of the bond are 120 degrees. In aluminum trichloride, the electrons are having equal shape non-metal and metal elements. Aluminum trichloride is a covalent compound due to the fact that Al highly charged cation and therefore has a high charge density. Cl is a relative with a low charge density and it is easily polarized by the hard cation, given significant covalent character. The number of ionic bonds in Aluminium trichloride is zero.

5

Question 2			
	F_2	HCl	H_2O
Lewis structure	$\text{:}\ddot{\text{F}}-\ddot{\text{F}}\text{:}$	$\text{H}:\ddot{\text{Cl}}\text{:}$	$\text{H}-\ddot{\text{O}}-\text{H}$
bond	covalent bond	covalent bond	covalent bond
Polarity	non polar molecule	polar molecule	polar molecule
Reason	- because both the bonding atoms are same thus there is no electronegativity difference between the atoms. Thus the electron pair will lie exactly in the middle of the two atoms thus there is no generation of poles.	- because there are two poles of charge involved. The bond is said to be a dipole. The polar bond in HCl causes the molecule as a whole to have opposite charges on either end.	- because of the bent shape of the molecule. The bent shape means most of the negative charge from the oxygen on one side of the molecule and the positive charge of the hydrogen atoms is on the other side of molecule.
Inter molecular forces	- London's dispersion force	- dispersion forces	- London dispersion force

15

Lampiran 6

SOAL SELIDIK / BORANG MAKLUM BALAS

MASALAH PEMBELAJARAN KIMIA DI MATRIKULASI

Sila tandakan (/) atau isi tempat kosong dalam ruangan yang berkenaan.

Sila tandakan tahap persetujuan anda, bagi item-item masalah pembelajaran dalam subjek kimia di kolej Matrikulasi berdasarkan skala di bawah:

SKALA	1	2	3	4
KETERANGAN	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Setuju	Sangat Setuju

BIL	ITEM	TAHAP PERSETUJUAN			
1	Saya faham akan konsep permainan V-MAX	1	2	3	4
2	Saya dapat membuat visualisasi bentuk geometri molekul setelah bermain V-MAX	1	2	3	4
3	Saya mendapat markah yang tinggi di dalam kuiz selepas bermain V-MAX	1	2	3	4
4	Saya dapat mengaplikasikan konsep Ikatan Kimia apabila bermain V-MAX	1	2	3	4
5	Saya berasa seronok bermain V-MAX dengan adanya AR di dalam kad permainan	1	2	3	4