

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1. Pembuatan Game Pembelajaran Chemanji Berbasis Augmented

Reality (AR) Pada Konsep Geometri Molekul

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan inovasi media pembelajaran yang efektif dalam mengajarkan konsep geometri molekul dengan menggunakan teknologi Augmented Reality (AR). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Desain Based Research (DBR) dengan empat tahap, yaitu identifikasi dan analisis masalah, perancangan prosedur penelitian, pengembangan, dan evaluasi.

Pendahuluan jurnal ini memberikan gambaran tentang perkembangan teknologi di era revolusi industri 4.0 dan dampaknya pada bidang pendidikan, khususnya pada pembelajaran kimia. Peserta didik menghadapi perubahan perilaku sosial yang menyebabkan kecenderungan bersikap individualis. Dalam pembelajaran kimia, peserta didik sering kesulitan menghubungkan konsep abstrak dengan fenomena makroskopik dan submikroskopik. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk meningkatkan pemahaman konsep kimia dengan contoh konkrit seperti geometri molekul. Penggunaan media geometri molekul di sekolah sudah melibatkan interaksi siswa, tetapi media tersebut masih terbatas dalam menggambarkan sudut ikatan dari suatu molekul. Sebagai solusi, penelitian ini mengembangkan game pembelajaran chemanji berbasis AR untuk memvisualisasikan karakteristik struktur atom dan molekul secara submikroskopik.

Metode penelitian menggunakan Desain Based Research (DBR), yang bertujuan untuk menciptakan produk media pembelajaran yang inovatif dan efektif. Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan penarikan kesimpulan. Data deskriptif diperoleh dari flowchart, storyboard, dan angket uji validasi yang divalidasi oleh tiga validator yang terdiri dari dua dosen pendidikan kimia dan satu guru mata pelajaran kimia. Hasil uji validasi menunjukkan bahwa game pembelajaran chemanji berbasis AR pada konsep geometri molekul dinyatakan valid dengan nilai rata-rata rhitung sebesar 0.89.

Game pembelajaran chemanji berbasis AR ini terdiri dari beberapa jenis kartu, yaitu kartu molekul, kartu tanya, kartu marker, dan kartu resume. Kartu molekul berisi pertanyaan dengan jawaban singkat yang dapat dijawab dengan simbol pada dadu molekul. Kartu tanya berisi soal uraian dengan tingkat kognitif mulai dari mengaplikasikan hingga menganalisis. Kartu marker menggunakan teknologi AR untuk menampilkan struktur atom dan molekul secara visual. Kartu resume berisi rangkuman materi geometri molekul. Selain itu, game pembelajaran ini menggunakan papan permainan yang terdiri dari jalur yang harus dilalui setiap pemain dari petak start hingga petak finish.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah game pembelajaran chemanji berbasis AR efektif digunakan dalam pembelajaran geometri molekul. Dengan menggunakan teknologi AR, game ini dapat memvisualisasikan konsep level makroskopik, simbolik, dan submikroskopik dengan cakupan yang lebih luas. Game ini juga dapat menumbuhkan karakter unggul dalam permainan jenis tim kompetitif dan kolaboratif. (Vina Malihah, Ida Farida dan Sari 2020).

2.1.2. Pengembangan Permainan Ludo Kimia Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi Bentuk Molekul Kelas X SMA/MA

Jurnal ini membahas tentang pengembangan media pembelajaran berupa permainan Ludo Kimia untuk materi Bentuk Molekul pada siswa kelas X SMA/MA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan sebuah produk berupa media pembelajaran yang valid dan praktis dalam meningkatkan aktivitas belajar siswa serta memantapkan konsep siswa terhadap materi tersebut.

Analisis dari penelitian ini mencakup beberapa aspek, termasuk analisis ujung depan, analisis tugas, analisis konsep, dan analisis tujuan pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis ujung depan, guru kimia di SMAN 1 Sawahlunto dan SMAN 2 Pariaman telah menggunakan berbagai media seperti buku teks, modul, LKS, powerpoint, dan gambar dalam mengajarkan materi Bentuk Molekul. Namun, siswa cenderung kurang aktif mengerjakan latihan, kurang berdiskusi, dan kurang kompetitif. Sehingga perlu adanya variasi dalam media pembelajaran yang dapat menarik minat siswa dan meningkatkan aktivitas belajar mereka.

Selanjutnya, penelitian ini merancang permainan Ludo Kimia sebagai media pembelajaran alternatif. Ludo Kimia dimodifikasi dengan menambahkan gambaran umum materi yang berhubungan dengan Bentuk Molekul dan dilengkapi dengan soal latihan yang digunakan sebagai pengganti soal-soal dari buku teks, modul, dan LKS. Dalam tahap pengembangan (develop), media pembelajaran Ludo Kimia diuji validitas dan praktikalitasnya dengan melibatkan dosen, guru kimia, dan siswa.

Hasil analisis menunjukkan bahwa Ludo Kimia sebagai media pembelajaran memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi dalam aspek fungsi atensi, fungsi afektif, fungsi kognitif, dan fungsi kompensatoris. Media ini mampu menarik perhatian siswa, meningkatkan motivasi belajar, membantu siswa yang lemah dalam memahami materi, dan mencapai tujuan pembelajaran. Selain itu, Ludo Kimia juga dinilai praktis dalam hal kemudahan penggunaan dan efisiensi waktu latihan.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa media pembelajaran berupa Ludo Kimia pada materi Bentuk Molekul memiliki tingkat validitas dan praktikalitas yang sangat tinggi. Media ini dapat efektif digunakan dalam meningkatkan aktivitas belajar siswa, memantapkan konsep siswa, serta mencapai tujuan pembelajaran. Penggunaan permainan sebagai media pembelajaran memberikan suasana belajar yang lebih menyenangkan dan dapat meningkatkan partisipasi siswa dalam pembelajaran. (N S Yolanda dan Iswendi, 2019).

2.1.3. Efektifitas Pembelajaran Geometri Molekul Menggunakan Mobile

Virtual Reality (MVR) Untuk Meningkatkan Kemampuan Visuospasial

Jurnal ini menyajikan hasil penelitian tentang pemanfaatan media pembelajaran geometri molekul berbasis MVR untuk meningkatkan kemampuan visuospasial peserta didik. Penelitian ini berfokus pada submateri geometri molekul dalam ilmu kimia, yang merupakan topik yang kompleks dan memerlukan pemahaman visual yang baik. Para peneliti menggunakan metode penelitian pengembangan 4D Thiaganrajan dengan modifikasi 3D Ibrahim untuk

mengembangkan dan menguji media pembelajaran MVR yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran geometri molekul berbasis MVR efektif dalam meningkatkan kemampuan visuospasial peserta didik. Peningkatan hasil belajar dapat dilihat dari nilai pretest dan posttest, serta skor N-gain yang diinterpretasikan sebagai tinggi. Media pembelajaran ini memungkinkan peserta didik untuk memvisualisasikan struktur molekul dalam representasi mikroskopis, melakukan rotasi molekul secara nyata, dan melatih kemampuan visuospasial melalui soal-soal latihan.

Media pembelajaran MVR ini memberikan manfaat besar bagi peserta didik dalam memahami submateri geometri molekul. Peserta didik dapat lebih mudah menghubungkan konsep makroskopik, mikroskopik, dan simbolik dalam ilmu kimia, sehingga memperkuat pemahaman konsep-konsep tersebut. Selain itu, media ini juga meningkatkan motivasi belajar peserta didik dan memberikan pengalaman bermakna dalam proses pembelajaran.

Beberapa aspek kemampuan visuospasial yang diukur dalam penelitian ini adalah visualisasi, rotasi mental, dan orientasi spasial. Penggunaan media MVR berhasil meningkatkan hasil tes pada ketiga aspek tersebut. Peserta didik dapat lebih baik dalam memvisualisasikan struktur molekul, membayangkan objek dari berbagai perspektif, dan melakukan rotasi mental objek 2D dan 3D.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran geometri molekul berbasis MVR memiliki potensi besar dalam meningkatkan pemahaman dan kemampuan visuospasial peserta didik pada

submateri geometri molekul. Penggunaan teknologi ini memberikan pendekatan yang inovatif dan efektif dalam proses pembelajaran kimia, sehingga dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di bidang STEM (Ainun Nisa dan Kusumawati Dwiningsih, 2021).

2.2 Teori Terkait

2.2.1. Definisi Game

Game merupakan suatu bentuk partisipatif, interaktif dan hiburan. Menonton televisi, membaca, dan pergi ke teater merupakan suatu bentuk hiburan pasif. Sedangkan ketika seseorang bermain *game*, mereka merasa terhibur dengan berpartisipasi secara aktif dalam *game*. *Game* ditempatkan pada sebuah dunia buatan yang diatur melalui aturan-aturan (rules). Aturan tersebut bisa menentukan tindakan atau langkah yang pemain dapat dan tidak dapat lakukan dalam sebuah *game*.

2.2.2. Android

Android merupakan sebuah sistem operasi perangkat mobile berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, middleware, dan aplikasi. Beberapa pengertian lain tentang Android adalah:

- Android adalah platform terbuka (open source) bagi para pengembang (programmer) untuk membuat aplikasi.
- Android awalnya merupakan sistem operasi yang dibeli oleh Google Inc. dari Android Inc.
- Android bukanlah bahasa pemrograman, melainkan menyediakan lingkungan hidup atau runtime environment yang disebut DVM (Dalvik Virtual Machine)

yang telah dioptimasi untuk perangkat dengan sistem memori kecil. Android tersedia secara open source bagi manufaktur perangkat keras untuk memodifikasi sesuai kebutuhan.

2.2.3. Unity 3D

Unity 3D adalah sebuah software yang digunakan untuk beberapa macam hal, seperti untuk membuat game 3d maupun object untuk membuat animasi. Unity menyediakan fitur pengembangan *game* dalam berbagai *platform*, seperti Web, Windows, Mac, Android, iOS, Xbox, Playstation 3, dan Wii. Selain itu, Unity mendukung pembuatan game baik dalam 2D maupun 3D, walaupun lebih ditekankan pada pengembangan game 3D. Bahasa pemrograman yang dapat digunakan dalam Unity meliputi *JavaScript*, *C#*, dan *BooScript*.

2.2.4. C#

C# adalah bahasa imperatif, artinya, ia melakukan operasi secara berurutan. Itu juga berorientasi objek, jadi setiap objek diizinkan untuk melakukan sesuatu sendiri. Memori juga dikelola, sehingga memori komputer Anda diatur untuk Anda. Dan, itu memberikan fleksibilitas untuk mengelola memori jika Anda memerlukan tingkat kontrol itu. Selain itu, *C#* dapat digunakan untuk membangun berbagai macam jenis aplikasi, seperti aplikasi berbasis windows (desktop) dan aplikasi berbasis web serta aplikasi berbasis web services.

2.3. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, siswa diharapkan mampu :

1. Menggambarkan bentuk molekul dari senyawa kovalen.
2. Memberikan contoh senyawa - senyawa kovalen.
3. Memahami berbagai macam bentuk molekul.
4. Menggambarkan berbagai macam bentuk molekul.

2.4. Deskripsi Materi

2.3.1. Ikatan Ion

Ikatan ion adalah suatu hubungan yang terbentuk karena adanya perpindahan elektron dari satu atom ke atom lain (James E. Brady, 1990). Ikatan ion muncul ketika sebuah atom logam melepaskan elektron dan menjadi ion positif, kemudian elektron tersebut diterima oleh atom bukan logam yang berubah menjadi ion negatif. Proses ini menciptakan tarik-menarik antara ion-ion berlawanan muatan dan disebut sebagai ikatan ion atau ikatan elektrovalen. Ikatan ion memiliki kekuatan yang relatif kuat sehingga pada suhu kamar, senyawa ion cenderung berwujud padat dan membentuk struktur kristal tertentu.

2.3.2. Ikatan Kovalen

Ikatan kovalen merupakan hasil dari kedua atom yang berbagi pasangan elektron secara bersama-sama (James E. Brady, 1990). Ikatan ini terbentuk ketika dua atom memiliki keinginan untuk menangkap elektron, terutama dalam interaksi antara atom bukan logam.

Penting untuk menunjukkan bagaimana atom-atom mengikat satu sama lain dalam suatu molekul dengan menggunakan rumus bangun atau rumus struktur.

Dalam rumus struktur, rumus Lewis dimodifikasi dengan menggantikan setiap pasangan elektron ikatan dengan garis. Sebagai contoh, molekul H₂ direpresentasikan dengan rumus H - H.

Jumlah pasangan elektron yang terlibat dalam ikatan kovalen dapat berbeda-beda tergantung pada jenis unsur yang berikatan. Ikatan tunggal, yang hanya melibatkan satu pasang elektron, dilambangkan dengan satu garis. Sementara itu, ikatan rangkap terjadi ketika lebih dari satu pasang elektron terlibat. Ikatan rangkap dua, yang melibatkan dua pasang elektron, dilambangkan dengan dua garis, sedangkan ikatan rangkap tiga, yang melibatkan tiga pasang elektron, dilambangkan dengan tiga garis.

2.3.2.1. Ikatan Kovalen Koordinasi

Ikatan kovalen koordinasi adalah ikatan kovalen di mana pasangan elektron yang dipakai bersama hanya disumbangkan oleh satu atom, sedangkan atom yang satu lagi tidak menyumbangkan elektron. Ikatan kovalen koordinasi hanya dapat terjadi jika salah satu atom mempunyai pasangan elektron bebas (PEB).

2.3.2.2. Polarisasi Ikatan Kovalen

Pada suatu ikatan kovalen, posisi elektron pasangan tidak selalu memiliki simetri terhadap kedua atom yang terlibat. Ketidaksimetrisan ini disebabkan oleh perbedaan daya tarik elektron (keelektronegatifan) pada masing-masing unsur. Sebagai akibat dari perbedaan keelektronegatifan ini, terjadi polarisasi pada ikatan kovalen.

2.3.3. Pengecualian Dan Kegagalan Aturan Oktet

Meskipun aturan oktet telah memberikan kontribusi signifikan dalam memprediksi rumus kimia senyawa biner sederhana, namun dalam kenyataannya, aturan tersebut seringkali dilanggar dan tidak berhasil dalam meramalkan rumus kimia senyawa yang terbentuk dari unsur-unsur transisi dan postransisi.

2.3.3.1. Pengecualian Aturan Oktet

Pengecualian dari aturan oktet dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori berikut:

1. Senyawa-senyawa yang tidak dapat mencapai aturan oktet adalah yang memiliki atom pusat dengan elektron valensi kurang dari 4. Ini menyebabkan meskipun semua elektron valensinya telah dipasangkan, namun oktetnya tetap tidak tercapai. Contohnya adalah BeCl_2 , BCl_3 , dan AlBr_3 .
2. Senyawa-senyawa dengan jumlah elektron valensi ganjil juga termasuk dalam pengecualian. Sebagai contoh, kita dapat menyebutkan NO_2 yang memiliki elektron valensi $(5 + 6 + 6) = 17$.
3. Terdapat senyawa-senyawa yang melampaui aturan oktet, khususnya pada unsur-unsur periode 3 atau lebih tinggi, yang dapat menampung lebih dari 8 elektron pada kulit terluarnya. Kulit M, misalnya, dapat menampung hingga 18 elektron. Contoh-contohnya termasuk PCl_5 , SF_6 , ClF_3 , IF_7 , dan SbCl_5 .

2.3.3.2. Kegagalan Aturan Oktet

Aturan oktet tidak berhasil meramalkan rumus kimia senyawa dari unsur transisi maupun postransisi. Unsur postransisi terdiri dari logam-logam seperti Ga, Sn, dan Bi. Meskipun Sn memiliki 4 elektron valensi, senyawanya seringkali memiliki tingkat oksidasi +2. Begitu juga dengan Bi yang seharusnya memiliki 5 elektron valensi, tetapi senyawanya cenderung memiliki tingkat oksidasi +1 dan +3. Secara umum, baik unsur transisi maupun unsur postransisi seringkali tidak mengikuti aturan oktet.

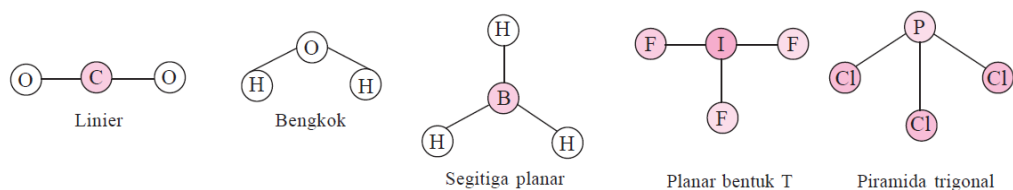
2.3.4. Ikatan Logam

Gugus elektron valensi di dalam atom logam tidak bisa disebut ikatan ion ataupun ikatan kovalen sederhana. Struktur logam terdiri dari susunan rapat ion positif dengan lapisan elektron valensi yang bebas bergerak di antaranya. Meskipun elektron valensi terlokalisasi pada tingkat energi tertentu, mereka memiliki kebebasan yang memungkinkan mereka tidak terikat secara eksklusif pada satu ion. Ketika diberi energi, elektron-elektron ini dengan mudah berpindah dari satu atom ke atom lainnya. Jenis ikatan ini khusus untuk logam dan dikenal sebagai ikatan logam.

2.3.5. Bentuk Molekul

Bentuk molekul adalah suatu gambaran geometris yang dihasilkan jika inti atom – atom terikat dihubungkan oleh garis lurus, berkaitan dengan susunan ruang atom – atom dalam molekul.

Contoh bentuk geometri dari beberapa molekul :



Gambar 2. 1 Geometri Molekul

2.3.2.1. Teori Bentuk Molekul

2.3.2.1.1. Teori VSEPR (Valence Shell Elektron Pair Repulsion)

Teori VSEPR (Valence Shell Elektron Pair Repulsion) menyatakan bahwa pasangan elektron dalam ikatan kimia ataupun pasangan elektron yang tidak

digunakan bersama (disebut pasangan elektron "mandiri") saling menolak satu sama lain, sehingga cenderung menjauh. Prinsip Pauli menyatakan bahwa jika dua elektron mengisi suatu orbital, mereka harus memiliki spin yang berlawanan dan tidak dapat berdekatan satu sama lain. Teori ini menggambarkan arah dan posisi pasangan elektron terhadap inti atom. Gaya tolak-menolak antara dua pasangan elektron akan semakin kuat ketika jarak antara keduanya semakin kecil. Gaya tolakan juga meningkat jika sudut antara kedua pasangan elektron tersebut adalah 90° . Selain itu, tolakan antara pasangan elektron mandiri diperkuat dibandingkan dengan tolakan antara pasangan ikatan (Ralph H. Petrucci, 1985).

2.3.2.1.2. Teori Domain Elektron

Teori domain elektron merupakan perkembangan dari teori VSEPR yang telah ada sebelumnya. Konsep domain elektron mencakup posisi atau wilayah di mana elektron berada, dengan jumlah domain dihitung sebagai berikut:

- a. Setiap jenis ikatan elektron (baik itu tunggal, rangkap, atau rangkap tiga) dihitung sebagai 1 domain.
- b. Setiap pasang elektron bebas juga dihitung sebagai 1 domain.





Tabel 2. 1 Jumlah Domain Elektron dalam Beberapa Senyawa

No.	Senyawa	Rumus Lewis	Jumlah Domain Elektron
1.	H ₂ O	H : $\ddot{\text{O}}$: H	4
2.	CO ₂	: $\ddot{\text{O}}$: :C: : $\ddot{\text{O}}$:	2
3.	C ₂ H ₂	H: C: :C :O	3
4.	SO ₂	: $\ddot{\text{O}}$: : $\ddot{\text{S}}$: : $\ddot{\text{O}}$:	3

Teori domain elektron memiliki prinsip dasar sebagai berikut:

- a. Domain elektron pada kulit luar atom pusat saling tolak menolak, yang menyebabkan mereka mengatur diri dalam formasi tertentu untuk meminimalkan tolakan tersebut. Jumlah domain elektron yang memberi tolakan minimum adalah 2 hingga 6. Urutan kekuatan tolakan antar domain elektron adalah: tolak menolak elektron bebas > tolakan domain elektron bebas dengan domain elektron ikatan > tolakan antar domain elektron ikatan.
- b. Perbedaan daya tolak ini terjadi karena pasangan elektron bebas hanya terikat pada satu atom saja, sehingga bergerak lebih leluasa dan menempati ruang yang lebih besar daripada pasangan elektron ikatan. Akibatnya, sudut ikatan menjadi lebih kecil karena desakan dari pasangan elektron bebas. Hal ini juga berlaku untuk domain yang memiliki ikatan rangkap atau rangkap tiga, yang pasti memiliki daya tolak lebih besar daripada domain dengan satu pasang elektron.
- c. Bentuk molekul hanya ditentukan oleh pasangan elektron terikat.

Tabel 2. 2 Susunan Ruang Domain Elektron yang Menghasilkan Tolakan Minimum

Jumlah Domain Elektron	Susunan Ruang (Geometri)	Besar Sudut Ikatan
2	$:\text{---A---}:$ linier	180°
3	 segitiga sama sisi	120°
4	 tetrahedron	$109,5^\circ$
5	 bipiramida trigonal	ekuatorial = 120° aksial = 90°
6	 oktahedron	90°

Jumlah domain (pasangan elektron) dalam suatu molekul dapat dinyatakan sebagai berikut.

- Atom pusat dinyatakan dengan lambing A .
- Domain elektron ikatan dinyatakan dengan X .
- Domain elektron bebas dinyatakan dengan E .


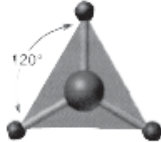
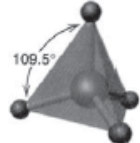
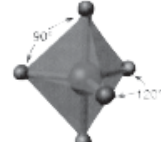
Tipe molekul dapat dinyatakan menggunakan Langkah – Langkah sebagai berikut.

- Menentukan jumlah elektron valensi atom pusat (EV).
- Menentukan jumlah domain elektron ikatan (X).
- Menentukan jumlah domain elektron bebas E .

2.3.2.1.3. Teori Hibridisasi

Menurut teori hibridisasi, ikatan terjadi akibat terbentuknya orbital hibrida. Orbital Hibrida adalah orbital – orbital yang terbentuk sebagai hasil penggolongan 2 atau lebih orbital atom. Hibridasi tidak hanya menyangkut tingkat energi, tetapi juga bentuk orbital gambar. Jumlah orbital hibrida (hasil hibridisasi) sama dengan jumlah orbital yang terlihat pada *hibridasi* itu. Beberapa tipe hibridisasi :

Tabel 2. 3 Berbagai Macam Hibridisasi

Orbital Asal	Orbital Hibrida	Bentuk Orbital Hibrida	Gambar
s, p	sp	linier	
s, p, p	sp^2	segitiga sama sisi	
s, p, p, p	sp^3	tetrahedron	
s, p, p, p, d	sp^3d	bipiramida trigonal	
s, p, p, p, d, d	sp^3d^2	oktahedron	