

2. *Lens Distance* (LD)
Jarak diantara pusat dan lensa.
3. *Projection Separation* (PS)
Jarak fisik di layar antara pusat optik proyeksi kiri dan kanan 3D. Sebagai perkiraan, inilah jarak antara rendering kiri dan kanan objek yang jauh di dalam scene 3D. Kecuali perangkat lunak secara otomatis dapat menentukan kepadatan piksel layar, ini harus disesuaikan secara manual.

Berdasarkan konsep dari Google Cardboard tersebut munculah berbagai macam perangkat sejenis, salah satunya adalah VR Box. VR box tersebut berbahan dasar material plastik yang dapat menopang monitor display atau perangkat *smartphone* sehingga harganya menjadi lebih terjangkau.

2.4. Vuforia

Vuforia adalah SDK untuk pengembangan teknologi realitas khususnya *Augmented Reality* (AR) dan *Mixed Reality* (MR). Vuforia menggunakan teknik pengenalan gambar berbasis komputer vision yang unggul, stabil, dan efisien dan menyediakan beberapa fitur yang memungkinkan pengembangan pada *mobile platform* dan membebaskan pengembang dari keterbatasan penggunaan [18].

Vuforia terdiri dari komponen yang berbeda seperti *Target Management System* yang tersedia pada web pengembang vuforia, *Cloud Target Database*, *Device Target Database* dan *Vuforia Engine* [18]. *Target Management System* digunakan untuk mendefinisikan target berupa *marker* yang akan dideteksi oleh *vuforia engine*. *Cloud Target Database* dan *Device Target Database* digunakan untuk menyimpan *marker* target. *Vuforia engine* berfungsi untuk memindai setiap frame gambar yang ditangkap oleh kamera vuforia. Setiap frame tersebut akan dicocokkan dengan *marker* yang ada pada *Cloud Target Database* atau *Device Target Database*. Jika ditemukan sebuah frame yang memiliki *marker*, maka akan ditampilkan konten digital sesuai yang telah didefinisikan oleh pengembang.

2.5. Kimia

Menurut KBBI Kimia didefinisikan sebagai ilmu tentang susunan, sifat, dan reaksi suatu unsur atau zat. Ilmu kimia dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit, karena konsep dalam ilmu kimia umumnya bersifat abstrak dan kompleks.

2.5.1. Teori *Vallence Shell Electron Pair Repulsion*

Teori VSEPR mulai diperkenalkan pada tahun 1940 oleh Nevil's dan Herbert P. Kemudian dikembangkan oleh Rolad G dan R. Nyholm. Teori VSEPR ini memungkinkan untuk meramalkan bentuk geometri molekul yang ada pada suatu senyawa yang berikatan kovalen dalam suatu molekul poliatomik [19]. Namun tidak semua senyawa dapat diramalkan bentuk geometrinya menggunakan teori ini. Berikut adalah aturan agar sebuah molekul poliatomik dapat diramalkan bentuk molekulernya [20] :

1. Pasangan elektron cenderung meminimalkan gaya tolak menolak bentuk geometri ideal yaitu pada :
 - a. Bilangan koordinasi dua berbentuk Linear
 - b. Bilangan koordinasi tiga berbentuk Segitiga Planar
 - c. Bilangan koordinasi empat berbentuk Tetrahedral
 - d. Bilangan koordinasi lima berbentuk Trigonal Bipyramidal
 - e. Bilangan koordinasi enam berbentuk Oktahedral
2. Pasangan elektron bebas (*lone-pair*), akan mengakibatkan terjadinya gaya tolak-menolak di antara elektron tersebut. Hal tersebut mengakibatkan gaya tolak-menolak antar pasangan elektron bebas lebih besar daripada gaya tolak-menolak pasangan elektron bebas dengan pasangan elektron terikat (*bond-pair*), dan gaya tolak-menolak pasangan elektron bebas dengan pasangan elektron terikat, lebih besar dari pada gaya tolak-menolak antar pasangan elektron terikat. Gaya tolak-menolak inilah yang menyebabkan perbedaan sudut antara geometri molekul bentuk ideal dengan geometri molekul yang memiliki pasangan elektron bebas.
3. Ikatan rangkap memerlukan ruang yang lebih luas daripada ikatan tunggal.

2.5.2. Teori Domain Elektron

Berdasarkan hasil wawancara dengan Drs. Muhamad A. Martoprawiro MS, Ph.D. Beliau menjelaskan bahwa domain elektron merupakan ruang gerak elektron disekitar elektron pusat. Jumlah domain ditentukan sebagai berikut [21]:

1. Setiap elektron ikatan baik yang berikatan tunggal, rangkap maupun ikatan rangkap tiga, memiliki 1 domain.
2. Setiap pasangan elektron bebas memiliki 1 domain.

Teori domain elektron memiliki aturan atau prinsip dasar sebagai berikut [21]:

1. Domain-domain elektron disekitar atom pusat saling tolak menolak satu sama lain sehingga menempatkan diri sejauh mungkin.
2. Tolakan antardomain elektron bebas > tolakan antara domain elektron bebas dengan domain elektron ikatan > tolakan antardomain elektron ikatan. Perbedaan daya tolak ini terjadi karena pasangan elektron bebas hanya terikat pada satu atom saja, sehingga lebih leluasa dan menempati ruang yang lebih besar dibandingkan dengan pasangan elektron terikat. Hal tersebut menyebabkan mengecilnya sudut ikatan karena desakan dari pasangan elektron bebas.
3. Bentuk molekul hanya dapat ditentukan dengan pasangan elektron terikat. Jumlah pasangan dari elektron terikat dapat dinyatakan sebagai berikut :
 - a. Atom pusat dinyatakan dengan lambang A.
 - b. Domain elektron bebas dinyatakan dengan lambang E.
 - c. Domain elektron ikatan dinyatakan dengan lambang X.

Tipe molekul dapat diprediksi dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

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

Setelah menentukan jumlah domain dari molekul, maka bentuk geometrinya dapat diprediksi dengan melihat Tabel II.1 berikut:

Tabel II.1. Bentuk-bentuk molekul berdasarkan rumus molekulnya

Rumus molekul	Bentuk Molekul
AX_2, AX_2E_3	Linear
AX_3	Trigonal Planar
AX_2E, AX_2E_2	Bent
AX_4	Tetrahedral
AX_3E	Trigonal Pyramidal
AX_5	Trigonal Bipyramidal
AX_4E	Distorted Tetrahedral
AX_3E_2	T-shaped
AX_6	Oktahedral
AX_5E	Square Pyramidal
AX_4E_2	Square Planar

2.6. Review Penelitian Terkait

2.6.1. Media Pembelajaran di Indonesia

Penelitian tentang penggunaan media pembelajaran berbasis multimedia telah banyak berkembang di Indonesia. Salah satunya adalah penelitian oleh Magfirah Rasyid dkk. Penelitian tersebut bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran berbasis multimedia yang valid, efektif dan praktis pada konsep sistem indera. Pada penelitian tersebut menggunakan model pengembangan Plomp yang diintegrasikan dengan model pengembangan Luther. Teknik pengembangan pada penelitian tersebut ada tiga yaitu kevalidan, keefektifan dan kepraktisan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai rata-rata kevalidan yaitu 3,6. Keefektifan media dari hasil belajar siswa sebesar 91,9% dan respon siswa sebesar 91,6%. Kepraktisan media diperoleh dari penilaian validator dengan nilai kevalidan 3,7. [22]

2.6.2. Teknologi Realitas Sebagai Sarana Pembelajaran

Penelitian mengenai teknologi realitas sebagai sarana pembelajaran sudah banyak dilakukan di Indonesia. Salah satunya adalah penelitian oleh Arifaldi Jayaputra

dkk. Pada penelitian tersebut, pengembangan dilakukan dengan menggunakan salah satu dari jenis teknologi realitas yaitu *Mixed Reality* (MR). Pada penelitian tersebut pengembangan aplikasi dilakukan pada *smartphone* android dengan menggunakan teknologi hologram. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk merancang dan mengimplementasi skenario pembelajaran indera penglihatan manusia melalui visualisasi berbasis teknologi hologram 3D menggunakan Camtasia dan android studio dan menguji tingkat usability dan efektivitas. Berdasarkan pengujian usability didapatkan hasil persentase sebesar 82% yang termasuk kedalam kualifikasi baik dan berhasil, kemudian pada hasil pengujian efektivitas dengan menggunakan perhitungan *Wilcoxon Signed Rank Test* didapatkan nilai Asymp. Sig 2 tailed yakni sebesar 0,00 yang berarti nilai dari Asymp. Sig 2 tailed kurang dari batas signifikansi p-value 0,05 sehingga didapatkan hasil ada perbedaan yang signifikan dari efektivitas sebelum menggunakan aplikasi dan sesudah menggunakan aplikasi terhadap pengetahuan tentang indera penglihatan pada manusia. [4]

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1. Analisis

3.1.1. Analisis Masalah

Media pembelajaran sangat dibutuhkan sebagai sarana untuk membantu penyampaian materi pelajaran, khususnya materi pelajaran yang abstrak, seperti materi teori domain elektron. Molekul kimia memiliki elemen-elemen penyusun yang saling berikatan. Ikatan elemen tersebut juga menghasilkan bentuk molekul yang berbeda, hal tersebut karena ikatan yang terjadi membentuk sudut yang berbeda-beda. Karena perbedaan molekul tersebut, media pembelajaran perlu menampilkan bentuk-bentuk molekul yang berbeda serta menjelaskan atau memperlihatkan detail elemen penyusun molekul dan perbedaan bentuk-bentuk molekul yang ada.

Molekul kimia berbentuk 3D dengan sumbu x,y dan z. Pengajar dikelas biasanya hanya menggambarkan bentuk tersebut pada papan tulis atau bidang 2D, sehingga peserta sulit membayangkan objek molekul dari berbagai sisi. Oleh karena itu media pembelajaran yang dihasilkan perlu memperlihatkan objek molekul dari berbagai sisi.

Terkadang terdapat pengguna yang memiliki permasalahan untuk membaca tulisan yang kecil atau melihat detail dari gambar yang kecil, sehingga perlu melihat lebih dekat agar tulisan atau detail gambar terlihat jelas. Jauh dan dekatnya juga tergantung dari kemampuan mata pengguna. Hal tersebut juga terjadi, jika pengguna melihat objek yang kecil. Oleh karena itu objek digital yang ditampilkan pada media pembelajaran harus dapat diperbesar ataupun diperkecil untuk menyesuaikan kemampuan penglihatan pengguna.

Media pembelajaran yang baik harus dapat menilai apakah pengetahuan pengguna telah meningkat. Hal tersebut perlu dilakukan untuk memberikan informasi, apakah pengguna tersebut telah memahami materi atau belum.

Banyak media pembelajaran modern yang kurang interaktif seperti tv, rekaman video, rekaman suara, dan lain-lain, sehingga peserta didik merasa cepat bosan. Media pembelajaran tersebut kurang interaktif jika dibandingkan dengan media pembelajaran berupa aplikasi komputer. Media pembelajaran dengan aplikasi komputer kurang praktis, karena tidak dapat digunakan kapanpun dan dimanapun. Oleh sebab itu media pembelajaran perlu dikembangkan pada perangkat *mobile* karena lebih praktis, dapat digunakan kapanpun dan dimanapun.

3.1.2. Analisis Solusi

Media pembelajaran yang dikembangkan memerlukan fitur-fitur yang dapat membantu pengguna untuk memahami materi teori domain elektron. Berdasarkan permasalahan yang telah disampaikan, maka dirumuskan beberapa fitur, selain fitur menampilkan objek molekul, pada media pembelajaran untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu *maximize*, *minimize*, *show detail*, *rotasi* dan kuis. Fitur *maximize* dan *minimize* digunakan agar pengguna tidak perlu mendekatkan atau menjauhkan objek, untuk melihat detailnya. Fitur *show detail* digunakan untuk memperlihatkan detail elemen dari bentuk molekul, yaitu elemen yang saling berikatan dan sudut yang dihasilkan. Fitur *rotasi* digunakan untuk memperlihatkan objek molekul dari sudut yang berbeda secara otomatis. Fitur kuis digunakan untuk menguji apakah pengguna telah memahami materi atau belum.

Teknologi realitas adalah teknologi yang interaktif dan menarik [11]. *Virtual Reality* (VR) adalah salah satu teknologi yang dapat membuat pelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif dibandingkan dengan metode pendidikan tradisional [23]. Akan tetapi pengembangannya cukup sulit khususnya untuk pemodelan objek dan lingkungan virtualnya. VR juga kurang imersif jika dibandingkan dengan *Augmented Reality* (AR). Pada AR interaksi yang dilakukan pengguna dengan objek digital, dilakukan melalui *smartphone*. Hal tersebut tentu menjadi kurang imersif, jika dibandingkan dengan *Mixed Reality* (MR). Pada MR terasa lebih nyata, karena pengguna seakan-akan dapat berinteraksi dengan objek digital. Oleh karena itu media pembelajaran yang dikembangkan menggunakan teknologi *Mixed Reality* (MR).

Objek 3D ditampilkan berdasarkan *marker* yang terdeteksi oleh *Vuforia*. *Marker* terbagi menjadi dua jenis, yaitu *marker* geometri molekul, *marker* fitur, dan *marker* kuis. *Marker* geometri molekul yaitu *marker* yang digunakan untuk menampilkan objek 3D dari molekul. *Marker* fitur digunakan untuk mengontrol atau mengoperasikan objek 3D pada *marker* geometri molekul. *Marker* kuis digunakan untuk menguji pemahaman pengguna berdasarkan materi yang disajikan pada aplikasi. Pembagian *marker* menjadi tiga jenis dikarenakan, jika hanya menggunakan satu *marker*, maka sulit untuk menempatkan elemen-elemen yang banyak, salah elemen tersebut adalah tombol virtual. Penempatan tombol virtual yang terlalu dekat dapat menyulitkan pengguna untuk menekan tombol virtual tersebut.

Gambar dibuat sedemikian rupa sehingga menghasilkan *marker* dengan *augmentable* tinggi. Tingkatan *augmentable* tersebut dilihat berdasarkan *feature point*. Semakin unik *feature point*-nya maka akan semakin tinggi tingkatnya. Tingkatan dari *augmentable* memiliki *range* dari 1 sampai 5. Tingkatan tersebut menunjukkan kemudahan dari *marker* untuk dideteksi oleh kamera.

Terdapat beberapa *Marker* geometri molekul, yaitu Molekul Linear, Molekul Bent, Molekul Trigonal Planar, Molekul Tetrahedral, Molekul Trigonal Bipyramidal, dan Molekul Oktahedra. Pembagian *marker* tersebut bertujuan agar pengguna dapat membandingkan dua atau lebih geometri molekul yang ada. Jika hanya menggunakan satu *marker* geometri molekul, maka pengguna sulit membandingkan dua molekul secara langsung atau berdekatan. Pada *marker* geometri molekul terdapat nama dari geometri molekul yang dimunculkan objek 3D-nya. Hal tersebut agar pengguna tidak kesulitan mencari *marker* molekul yang ingin dilihat. Pada *marker* tersebut juga terdapat gambar geometri molekul dalam 2D yang terletak di tengah, agar peserta dapat membayangkan 3D dari geometri molekul jika pengajar menggambar geometri molekul dalam bidang 2D. Pada *marker* tersebut juga terdapat gambar *button* yang digunakan sebagai *virtual button*. Gambar tersebut diletakkan pada bagian bawah *marker* agar saat pengguna seolah-olah menekan *virtual button*, tidak terlalu menutupi bagian *marker* yang lain. Jika bagian *marker* yang lain tertutupi dikhawatirkan dapat mengganggu pembacaan *feature point* oleh *Vuforia*.