

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Sekolah Menengah Atas, yaitu bertempat di SMA Negeri 18 Bandung.

2.1.1 Sejarah SMA Negeri 18 Bandung

Pada tahun 1984 pemerintah melalui Depdikbud mengadakan pembinaan SMA baru, yaitu SMA Negeri 18 Bandung yang tugas pembinaannya diberikan kepada SMA Negeri 4 yang berlokasi di Jl. Gardujati Bandung. SMAN 18 mendapat Surat Keputusan dari Mendikbud No. 0558/0/1984 pada tanggal 20 November 1984, kemudian pada tahun 1986 lokasi sekolah pindah menempati kampus sendiri di Jl. Madesa No. 18 Situgunting Bandung, bangunan SMA Negeri 18 Bandung ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 SMA Negeri 18 Bandung

Bangunan yang menempati lahan seluas 6000 m² memiliki berbagai fasilitas yang menunjang KBM seperti Perpustakaan, Lapangan Olah Raga, Ruang Guru, Ruang UKS, Masjid dan ruang belajar. Berturut-turut yang bertindak selaku Kepala Sekolah adalah:

1984 – 1985 Drs. Abd. Ham

1986 – 1990 Drs. Aban Sobana Memed

1991 – 1992 Djadja K.S.

1993 – 1994 Ema Darsana, BA.

1995 – 2003 Dra. R. Ratna Komala, M.Pd.

2003 – 2004 Drs. Nana

2004 – 2005 Drs. Karyo Sunaryo

2006 – 2012 Dra. Epon Kurniasih

2012 – 2015 Suryana, Spd

2015 -2017 Drs. Iwan Setiawan

2017 sampai sekarang Drs. H. Sugiarto, M.M

2.1.2 Logo Sekolah

Logo adalah simbol yang mengandung makna, setiap sekolah, instansi maupun organisasi mempunyai logo sebagai identitas diri. Berikut ini adalah logo dari SMAN 18 Bandung, yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Logo SMA Negeri 18 Bandung

2.1.3 Visi dan Misi SMA Negeri 18 Bandung

A. Visi Sekolah

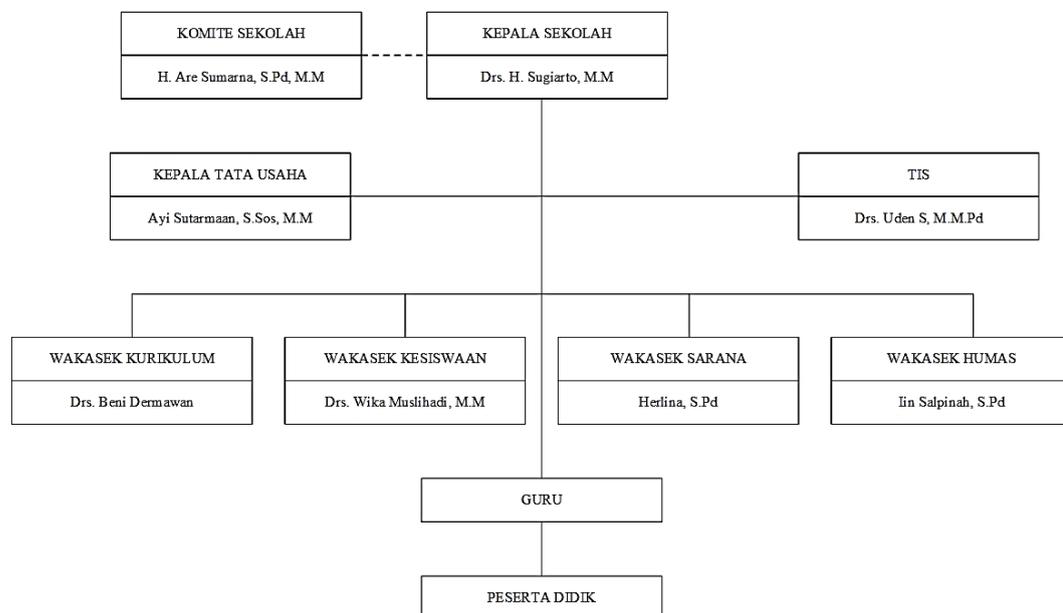
Mewujudkan lulusan yang memiliki integritas, berdaya saing dan membentuk sekolah yang berwawasan lingkungan.

B. Misi Sekolah

1. Membentuk pribadi yang berjiwa mandiri, bertaqwa untuk menjadi insan kamil.
2. Meningkatkan pemahaman nilai-nilai religi.
3. Mengembangkan potensi peserta didik untuk membentuk lulusan yang berprestasi dalam bidang akademik dan non akademik.
4. Menyelenggarakan proses pendidikan yang berwawasan lingkungan sesuai dengan 8 standar nasional pendidikan.

2.1.4 Struktur Organisasi

Gambaran struktur organisasi SMA Negeri 18 Bandung dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur Organisasi

2.2 Landasan Teori

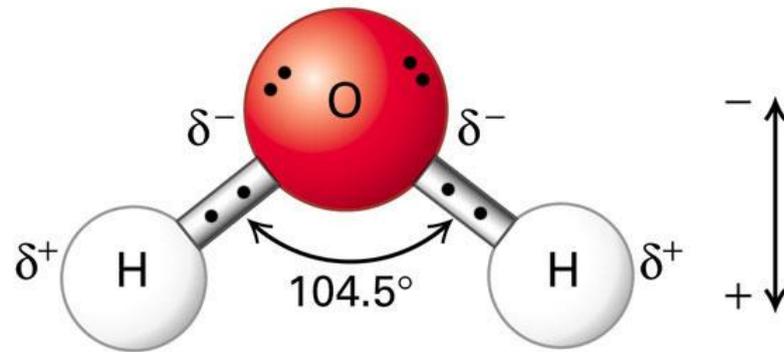
Landasan teori bertujuan memberikan gambaran dari teori yang terkait dalam penerapan *Augmented Reality* media pembelajaran molekul di SMA Negeri 18 Bandung.

2.2.1 Kimia

Kimia adalah ilmu yang mempelajari tentang komposisi, susunan, struktur, sifat, dan perubahan zat. Ilmu kimia merupakan cabang ilmu pengetahuan yang menjadi dasar banyak ilmu lainnya meliputi topik-topik seperti sifat-sifat atom, cara atom membentuk ikatan kimia untuk menghasilkan senyawa kimia, interaksi zat-zat melalui gaya antarmolekul yang menghasilkan sifat-sifat umum dari materi, dan interaksi antar zat melalui reaksi kimia untuk membentuk zat-zat yang berbeda. Menurut Sri Haryani, Prasetya dan Saptarini kimia adalah salah satu cabang atau disiplin ilmu sains yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Ilmu kimia mempelajari bangun (struktur) materi dan perubahan-perubahan yang dialami materi dalam proses-proses alamiah maupun dalam eksperimen yang direncanakan [4].

2.2.2 Molekul

Molekul adalah kumpulan dua atom atau bahkan lebih yang ada didalam suatu susunan tertentu yang terikat oleh gaya kimia atau ikatan kimia. Molekul terbentuk dari adanya dua atom atau bahkan lebih yang saling berkaitan antara yang satu dengan yang lainnya dan juga memiliki unsur- unsur yang sama. Molekul dapat terdiri dari atom-atom dari unsur yang sama misalnya, O_2 (Oksigen), atau terdiri dari unsur-unsur berbeda misalnya Air H_2O . Atom dan kompleks dihubungkan oleh non-kovalen misalnya terikat oleh ikatan hidrogen dan ikatan ion) umumnya tidak dianggap sebagai molekul tunggal [5]. Bentuk molekul ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Contoh Bentuk Molekul [5]

2.2.3 Gaya antarmolekul

Gaya antarmolekul adalah gaya aksi di antara molekul-molekul yang menimbulkan tarikan antarmolekul dengan berbagai tingkat kekuatan. Pada suhu tertentu, kekuatan tarikan antarmolekul menentukan wujud zat, yaitu gas, cair, atau padat. Kekuatan gaya antarmolekul lebih lemah dibandingkan ikatan kovalen maupun ikatan ion. Ikatan kimia dan gaya antarmolekul memiliki perbedaan. Ikatan kimia merupakan gaya tarik menarik di antara atom-atom yang berikatan, sedangkan gaya antarmolekul merupakan gaya tarik menarik di antara molekul. Ada tiga jenis gaya antarmolekul, yaitu gaya dipol-dipol, gaya London, dan ikatan hidrogen. Gaya dipol-dipol dan gaya London dapat dianggap sebagai satu jenis gaya, yaitu gaya van der Waals [5].

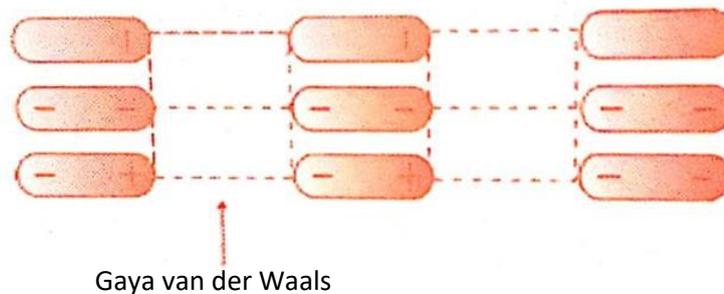
2.2.3.1 Gaya van der Waals

Pada awal abad ke-20, ahli fisika Belanda, Johannes van der Waals meneliti interaksi antarmolekul senyawa nonpolar dan senyawa polar yang tidak memiliki ikatan hidrogen. Menurut van der Waals, interaksi molekul tersebut menghasilkan suatu gaya antarmolekul yang lemah. Gaya ini dikenal dengan ikatan van der Waals. Ikatan van der Waals ada tiga macam bentuk, yaitu:

1. Ikatan antar-molekul yang memiliki dipol.
2. Ikatan antara molekul yang memiliki dipol dan molekul yang tidak memiliki dipol.
3. Ikatan antar-molekul yang tidak memiliki dipol (Gaya Dispersi London) [5].

2.2.3.2 Gaya Dipol-Dipol

Gaya dipol-dipol adalah gaya yang terjadi di antara molekul-molekul yang memiliki sebaran muatan tidak homogen, yakni moleku-molekul dipol atau molekul polar. Molekul-molekul polar memiliki dua kutub muatan yang berlawanan. Oleh karena itu, di antara molekul-molekulnya akan terjadi antaraksi yang disebabkan kedua kutub muatan yang dimilikinya. Pada antaraksi dipol-dipol, ujung-ujung parsial positif suatu molekul mengadakan tarikan dengan ujung-ujung parsial negatif dari molekul lain yang mengakibatkan orientasi molekul-molekul sejajar [5]. Gaya van der Waals yang terjadi diantara dipol-dipol tersusun secara teratur seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Gaya Van Der Waals dalam susunan teratur [5]

2.2.3.3 Gaya London

Gaya London adalah gaya yang terjadi pada atom atau molekul, baik polar maupun nonpolar. Gaya London atau disebut juga gaya dispersi, yaitu gaya yang timbul akibat dari pergeseran sementara (dipol sementara) muatan elektron dalam molekul homogen. Dalam ungkapan lain, dapat dikatakan bahwa gaya London terjadi akibat kebolehpolaran atau distorsi “awan elektron” dari suatu molekul membentuk dipol sementara (molekul polar bersifat dipol permanen) [5].

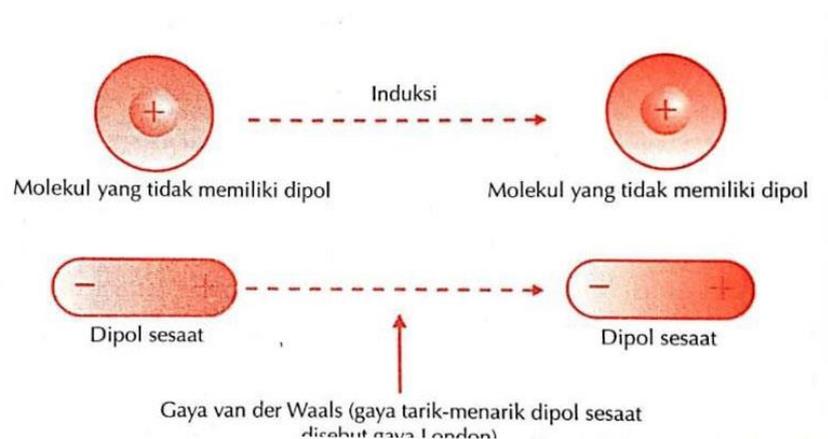
Terdistorsinya awan elektron dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Pada sekumpulan besar molekul, setiap saat selalu terjadi tumbukan antarmolekul, tumbukan ini menimbulkan dipol sementara membentuk muatan parsial positif pada salah satu ujung molekul dan muatan parsial negatif pada ujung yang lain (terdistorsi).
- b. Molekul-molekul yang terdistorsi selanjutnya menginduksi molekul lain

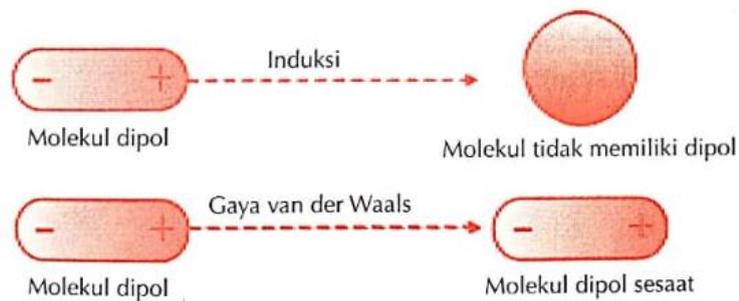
membentuk dipol terinduksi.

- c. Akibat terbentuk dipol sementara pada sejumlah molekul yang bertumbukan dan menginduksi sejumlah molekul lain membentuk dipol terinduksi, menimbulkan gaya tarik-menarik di antara molekul-molekul tersebut. Gaya tarik-menarik seperti ini dinamakan gaya London.
- d. Gejala tersebut berlangsung secara terus menerus dan berimbas kepada molekul-molekul lain sehingga terjadi gaya London di antara molekul-molekul yang ada.

Dengan demikian, gaya London adalah gaya antaraksi antara atom atau molekul yang memiliki dipol sementara dengan jarak yang sangat berdekatan satu sama lain. Kekuatan gaya London dipengaruhi oleh ukuran, bentuk molekul, dan kemudahan distorsi dari awan elektron. Sentuhan di antara atom atau molekul dengan luas permukaan sentuhan besar menghasilkan peluang lebih besar membentuk dipol sementara dibandingkan bidang sentuh yang relatif kecil. Semakin besar luas permukaan bidang sentuh molekul, semakin besar peluang terjadinya dipol sementara [5]. Berikut adalah gambar gaya dispersi London dan gaya dispersi nondipol dan nondipol yang ditunjukkan pada gambar 2.6 dan 2.7.



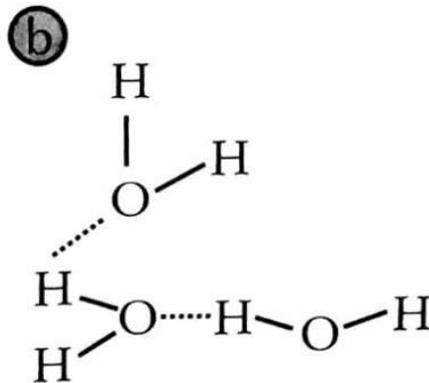
Gambar 2.6 Gaya London [5]



Gambar 2.7 Gaya Dipol-Nondipol [5]

2.2.3.4 Ikatan Hidrogen

Ikatan hidrogen terbentuk dari interaksi antarmolekul senyawa kovalen polar yang memiliki perbedaan keelektronegatifan (momen dipol) yang besar antara hidrogen dan unsur yang berkaitan dengannya. Ikatan hidrogen terbentuk pada senyawa-senyawa yang mengandung atom H dan atom yang memiliki keelektronegatifan tinggi, seperti F, O, N, dan Cl. Atom-atom yang memiliki keelektronegatifan tinggi akan menarik pasangan elektron ikatan lebih kuat sehingga kulit valensi elektron pada atom hidrogen seperti terkelupas, dan inti atom hidrogen yang bermuatan positif seolah-olah berada di permukaan molekul. Semakin tinggi skala keelektronegatifan atom yang mengikat atom hidrogen, semakin besar peluangnya untuk membentuk ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen dapat juga terjadi pada senyawa-senyawa yang memiliki gugus $-NH_2$, $-COH$, $-COOH$, atau $-OH$. Gugus-gugus tersebut terdapat pada senyawa organik, seperti golongan amina ($R-NH_2$), aldehyd ($R-COH$), asam karboksilat ($R-COOH$), dan alkohol ($R-OH$) [5]. Ikatan hidrogen pada senyawa H_2O ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Ikatan Hidrogen [5]

2.2.4 Media Pembelajaran

Media berasal dari bahasa latin yang berarti perantara atau pengantar. Media diartikan sebagai segala sesuatu yang dapat menyalurkan pesan dari pengirim menuju penerima dengan tujuan untuk merangsang perhatian penerima. Menurut Sanaky pembelajaran merupakan suatu proses interaksi antara pembelajar, pengajar dan bahan ajar. Menurut Daryanto media pembelajaran sebagai suatu alat bantu dan bahan dalam proses pembelajaran [6]. Gagne' dan Briggs mengemukakan media pembelajaran meliputi alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pengajaran, yang terdiri antara lain buku, tape recorder, kaset, video, slide, gambar, televisi, dan komputer [7]. Dengan kata lain media adalah komponen sumber belajar atau wahana fisik yang mengandung materi instruksional. Midun dalam Asyhar mengemukakan manfaat media pembelajaran sebagai berikut:

1. Media pembelajaran yang bervariasi dapat memperluas cakrawala sajian materi pembelajaran.
2. Menggunakan berbagai jenis media, peserta didik akan memperoleh pengalaman beragam selama proses pembelajaran.
3. Dapat memberikan pengalaman belajar yang konkret dan langsung pada peserta didik.
4. Media pembelajaran dapat memberikan informasi yang akurat dan terbaru.
5. Media pembelajaran dapat menambah kemenarikan [6].

2.2.5 *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) mengacu pada pandangan langsung dari lingkungan dunia nyata fisik yang unsur-unsurnya digabungkan dengan gambar yang dihasilkan komputer yang diperbesar menciptakan realitas campuran. Augmentasi biasanya dilakukan dalam waktu nyata dan dalam konteks semantik dengan elemen lingkungan. Dengan menggunakan teknik dan teknologi AR terbaru, informasi tentang dunia nyata di sekitarnya menjadi interaktif dan dapat digunakan secara digital. Tujuan utama dari AR adalah untuk menciptakan lingkungan baru dengan menggabungkan interaktivitas lingkungan nyata dan virtual sehingga pengguna merasa bahwa lingkungan yang diciptakan adalah nyata. Dengan kata lain, pengguna merasa tidak ada perbedaan yang dirasakan antara AR dengan apa yang mereka lihat/rasakan di lingkungan nyata. Dengan bantuan teknologi AR (seperti visi komputasi dan pengenalan objek) lingkungan nyata disekitar kita akan dapat berinteraksi dalam bentuk digital (virtual). Informasi tentang objek dan lingkungan disekitar kita dapat ditambahkan kedalam sistem AR yang kemudian informasi tersebut ditampilkan diatas layer dunia nyata secara realtime seolah-olah informasi tersebut adalah nyata. Informasi yang ditampilkan oleh objek virtual membantu pengguna melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam dunia nyata.

AR banyak digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur dan juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan orang banyak, seperti pada telepon genggam [9]. Ronald T. Azuma mendefinisikan *Augmented Reality* memiliki tiga karakteristik yaitu [8]:

1. Menggabungkan antara dunia nyata dan virtual.
2. Berjalan secara interaktif pada waktu nyata.
3. Tergolong dalam lingkungan tiga dimensi.

2.2.5.1 *Cara Kerja Augmented Reality*

Cara kerja *Augmented Reality* dapat di klasifikasikan menjadi dua berdasarkan ada dan tidak adanya penggunaan marker yaitu:

1. *Marker Augmented Reality*

Sebuah metode yang memanfaatkan *marker* yang biasanya berupa ilustrasi hitam dan putih berbentuk persegi atau lainnya dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Melalui posisi yang dihadapkan pada sebuah kamera komputer atau *smartphone*, maka komputer atau *smartphone* tersebut akan melakukan proses pembuatan dunia virtual 2D atau 3D. Marker dalam AR merupakan bagian terpenting, karena dengan menggunakan marker kamera dapat membaca objek yang telah dibuat di Unity. Selama proses identifikasi marker, aplikasi mendeteksi dan membandingkan setiap marker untuk menampilkan objek yang sesuai dengan *database*. Bagian tengah marker yang berupa gambar atau huruf digunakan sebagai nama atau ID yang memudahkan sistem untuk mengidentifikasi *marker*, dan kemudian mencocokkan *marker* dengan objek yang sesuai dengan *database* [7]. *Marker Based Tracking* ini sudah lama dikembangkan sejak 1980 dan pada awal 1990 mulai dikembangkan untuk pengguna *Augmented Reality*. Bentuk *marker* ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Marker

2. Markerless *Augmented Reality*

Salah satu metode *Augmented Reality* yang saat ini sedang berkembang adalah metode *Markerless Augmented Reality*. Dengan menggunakan metode ini maka pengguna tidak perlu menggunakan sebuah marker untuk menampilkan objek 3D atau yang lainnya. Sekalipun dengan markerless namun aplikasi tetap berjalan dengan melakukan pemindaian terhadap objek, namun ruang lingkup yang dipindai lebih luas dibanding dengan *Marker Based Tracking*. Saat ini *Augmented Reality* dikembangkan oleh perusahaan terbesar di dunia yaitu Total Imersion, yang telah

membuat berbagai macam Teknik *Markerless Tracking* sebagai teknologi andalan perusahaan, seperti *Face Tracking*, *3D Object Tracking*, *Motion Tracking* dan *GPS Based Tracking* [20].

a. *Face Tracking*

Dengan menggunakan algoritma yang telah dikembangkan, komputer dapat mengenali wajah manusia secara umum dengan cara mengenali semua komponen wajah manusia kemudian akan mengabaikan objek- objek lain di sekitarnya seperti pohon, rumah, dan benda-benda lainnya.

b. *3D Object Tracking*

Berbeda dengan *Face tracking* yang hanya mengenali wajah manusia secara umum, teknik *3D Object Tracking* dapat mengenali semua bentuk benda yang ada disekitar, seperti mobil, meja, televisi, dan lain sebagainya.

c. *Motion Tracking*

Teknik ini merupakan teknik yang membuat komputer dapat menangkap gerakan. *Motion Tracking* telah mulai digunakan secara ekstensif untuk memproduksi film-film yang mencoba mensimulasikan gerakan. Contohnya pada film Avatar, dimana James Cameron menggunakan teknik ini untuk membuat film tersebut dengan menggunakannya secara *real-time*.

d. *GPS Based Tracking*

Teknik *GPS Based Tracking* adalah jenis *Augmented Reality* yang memanfaatkan fitur *GPS* dan kompas yang ada didalam *smartphone*, aplikasi akan mengambil data dari *GPS* dan kompas kemudian menampilkannya dalam bentuk arah yang diinginkan secara *realtime*. Beberapa aplikasi menampilkannya dalam bentuk 3 dimensi. Salah satu contoh aplikasi yang menerapkan *GPS Based Tracking* adalah game Pokemon Go.

2.2.5.2 Penerapan Teknologi *Augmented Reality*

Beberapa bidang yang pernah menerapkan teknologi *Augmented Reality* (AR) adalah sebagai berikut:

a. Medis

Operasi yang mendukung AR menjadi lebih umum akhir-akhir ini. Operasi

yang dilakukan dengan cara ini memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil, karena komputer memberikan input berharga pada operasi dan menggunakan informasi untuk mengendalikan robot untuk melakukan sebagian atau semua operasi. Komputer sering dapat memberikan alternatif dan instruksi tentang apa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan operasi secara real time.

b. Militer dan Penegakan Hukum

Penggunaan oleh lembaga militer dan penegak hukum jauh lebih kompleks dan maju secara teknologi. Mulai dari kacamata AR hingga simulator penuh yang dirancang untuk membantu dalam pelatihan. Militer dan beberapa lembaga penegak hukum memiliki simulator yang memanfaatkan teknologi AR. Layar lebar di dalam ruangan atau kendaraan tempat berbagai skenario disajikan dan peserta pelatihan harus memutuskan tindakan tertentu saat melakukan simulasi pelatihan.

c. Hiburan

Di beberapa taman hiburan di seluruh dunia, teknologi AR digunakan untuk membuat wahana yang sesuai dalam satu ruangan dan berhasil memberikan pengalaman berkendara yang seutuhnya. Duduk di mobil atau kendaraan lain yang dipasang di hidrolika, pada semua sisi dikelilingi oleh layar besar di mana seluruh pemandangan ditampilkan. Pemandangan bergantung pada kamera langsung atau dianimasikan bisa dilakukan oleh VR maupun AR. Kendaraan bergerak di udara saat lintasan virtual berlangsung. Jika lintasan menurun, kendaraan akan miring ke bawah, dan terasa seperti sedang bergerak ke bawah. Untuk memberikan pengalaman yang lebih realistis, teknologi AR dipasangkan dengan beberapa kipas atau peralatan penyemprotan air.

d. Pendidikan

Teknologi AR telah berhasil digunakan di berbagai lembaga pendidikan untuk bertindak sebagai alat peraga tambahan dan pendukung pada buku teks atau buku teks 3d virtual. Biasanya dilakukan dengan *head mounts display*, pengalaman AR memungkinkan siswa untuk menghidupkan kembali peristiwa yang terjadi, tetapi siswa tidak meninggalkan ruangan di kelasnya. Aplikasi ini dapat diimplementasikan pada *platform* Android, tetapi membutuhkan dukungan dari beberapa penyedia materi pengajar. Aplikasi ini dapat berpotensi mendorong AR

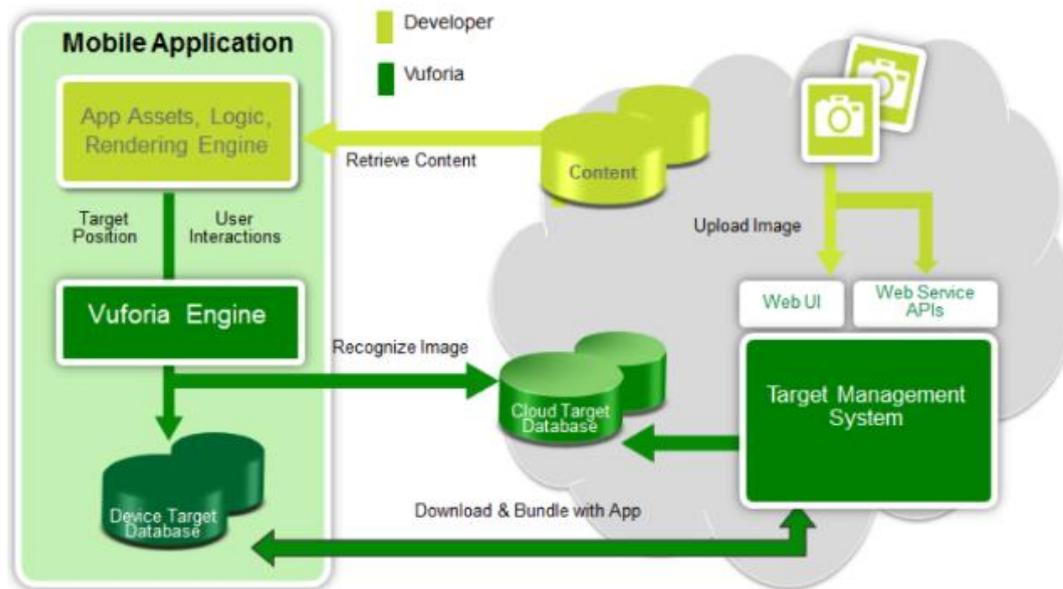
ke garis depan karena memiliki basis pengguna potensial yang sangat besar. Karen Hamilton dan Jorge Olenewa [1] menyatakan terdapat berbagai potensi yang positif dari penerapan teknologi *Augmented Reality* dalam pendidikan yaitu:

1. Menyediakan pembelajaran secara kontekstual bagi seseorang individu untuk mempelajari sesuatu kemahiran.
2. Merealisasikan konsep pendidikan dimana pelajar dapat mengontrol cara pembelajaran mereka sendiri.
3. Memberi peluang kepada pelajar dalam menjadikan pembelajaran mereka lebih autentik dan boleh menerapkan gaya pembelajaran yang variasi.
4. Memberikan kebebasan kepada pelajar untuk mengeksplorasi cara pembelajaran mereka tersendiri.

2.2.6 Vuforia

Vuforia adalah *Augmented Reality Software Development Kit* (SDK) untuk perangkat *mobile* yang memungkinkan membuat aplikasi *Augmented Reality*. Dulunya lebih dikenal sebagai QCAR (*Qualcomm Company Augmented Reality*). Vuforia menggunakan teknologi *Computer Vision* untuk mengenali dan melacak gambar planar (*Target Image*) dan objek 3D sederhana seperti kotak secara *realtime* [11]. Vuforia mendukung berbagai jenis target gambar 2 dimensi dan 3 dimensi, marker termasuk gambar markerless. Fitur tambahan dari SDK ini yaitu deteksi lokal menggunakan *virtua buttonl*. Vuforia menyediakan API (*Application programming interface*) pada lingkungan C++, java dan objective C.

Vuforia memiliki dua jenis aliran kerja (*workflow*) dengan dasar *database* yang dapat dipilih oleh *developer*, yaitu *Cloud Database* dan *Device Database* yang ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Diagram Aliran Database Vuforia [12]

2.2.6.1 Arsitektur Vuforia

Vuforia SDK memerlukan beberapa komponen penting agar dapat bekerja dengan baik. Komponen-komponen tersebut antara lain:

a. Kamera

Kamera dibutuhkan untuk memastikan bahwa setiap *frame* ditangkap dan diteruskan secara efisien ke *tracker*. Para *developer* hanya tinggal memberi tahu kapan kamera mulai menangkap dan berhenti.

b. *Image Controller*

Mengkonversi dari format kamera (misalnya YUV12) ke dalam format yang dapat dideteksi oleh OpenGL (misalnya RGB565) dan untuk pelacakan secara internal (misalnya *luminance*).

c. *Tracker*

Mengandung algoritma *computer vision* yang dapat mendeteksi dan melacak objek dunia nyata yang ada pada video kamera. Berdasarkan gambar dari kamera, algoritma yang berbeda bertugas untuk mendeteksi *trackable* baru, dan mengevaluasi *virtual button*. Hasilnya akan disimpan dalam *state Object* yang akan digunakan oleh *video background renderer* dan dapat diakses dari *Tracker*

Mengandung algoritma *computer vision* yang dapat mendeteksi dan melacak objek

dunia nyata yang ada pada video kamera. Berdasarkan gambar dari kamera, algoritma yang berbeda bertugas untuk mendeteksi *trackable* baru, dan mengevaluasi *virtual button*. Hasilnya akan disimpan dalam *state Object* yang akan digunakan oleh *video background renderer* dan dapat diakses dari *application code*.

d. *Video Background Renderer*

Mengubah gambar dari kamera yang tersimpan didalam *state object*. Performa dari *video background renderer* sangat bergantung pada *device* yang digunakan.

e. *Application Code*

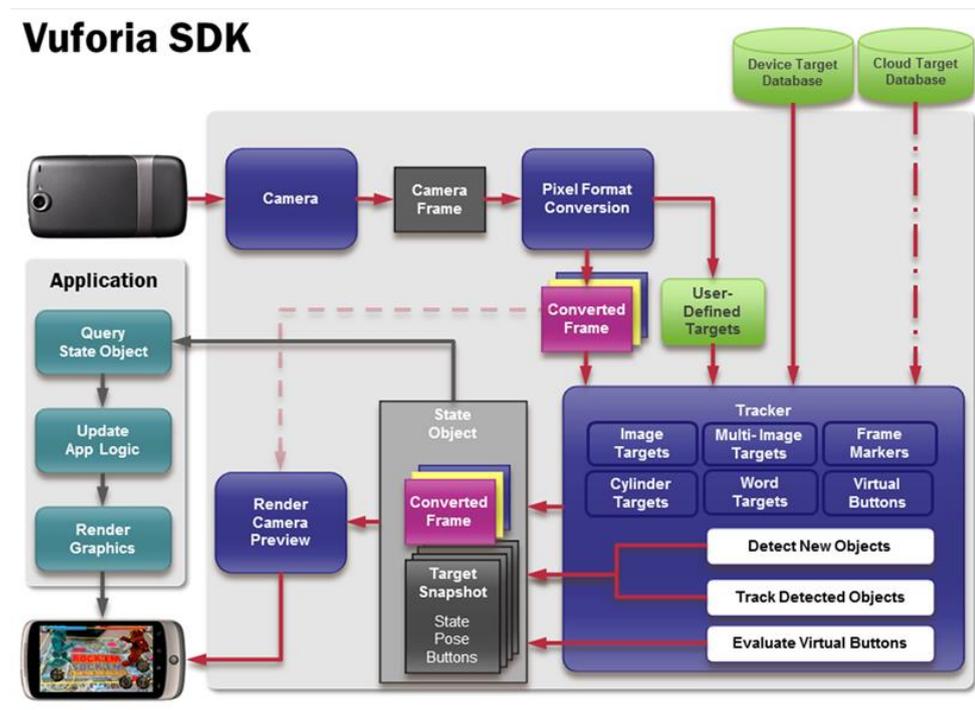
Menginisialisasi semua komponen diatas dan melakukan tiga tahapan penting dalam *application code* seperti:

1. *Query State Object* pada target baru yang terdeteksi atau marker.
2. *Update* logika aplikasi setiap input baru dimasukan.
3. *Render* grafis yang ditambahkan (*augmented*).

e. *Target Resources*

Dibuat menggunakan *on-line target management system assets* yang diunduh berisi sebuah konfigurasi xml – *config.xml* – yang memungkinkan *developer* untuk mengkonfigurasi beberapa fitur dalam *trackable* dan *binary file* yang berisi *database trackable*.

Berikut adalah gambaran dari diagram alir data Vuforia, dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Diagram Aliran Data Vuforia [12]

2.2.7 Pemrograman Berorientasi Objek (*Object Oriented*)

Metode berorientasi objek adalah suatu strategi pembangunan perangkat lunak yang mengorganisasikan perangkat lunak sebagai kumpulan objek yang berisi data dan operasi yang diberlakukan terhadapnya. Metode berorientasikan objek merupakan suatu cara bagaimana sistem perangkat lunak dibangun melalui pendekatan objek secara sistematis. Metode berorientasi objek didasarkan pada penerapan prinsip-prinsip pengolahan kompleksitas. Metode berorientasi objek meliputi rangkaian aktivitas, analisis berorientasi objek, perancangan berorientasi objek, pemrograman berorientasi objek, dan pengujian berorientasi objek. Berikut beberapa contoh bahasa pemrograman yang mendukung pemrograman berorientasi objek [13]:

1. Bahasa pemrograman Smalltalk.
2. Bahasa pemrograman Eiffel.
3. Bahasa pemrograman C++.
4. Bahasa pemrograman (web) PHP.
5. Bahasa pemrograman Java.

2.2.8 Unified Modeling Language (UML)

Bahasa Pemrograman berorientasi objek yang pertama dikenal dengan nama Simula-67 yang dikembangkan pada tahun 1967. Bahasa pemrograman ini kurang berkembang dan dikembangkan lebih lanjut, namun dengan kemunculannya telah memberikan sumbangan yang besar pada *developer* pengembang Bahasa pemrograman berorientasi objek selanjutnya.

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa untuk menspesifikasikan, menggambarkan, membangun dan dokumentasi sistem perangkat lunak seperti pada pemodelan bisnis dan sistem non perangkat lunak lainnya. UML merupakan Bahasa visual untuk pemodelan dan komunikasi mengenai sebuah sistem dengan menggunakan diagram dan teks-teks pendukung [13].

1. Use Case Diagram

Use case diagram merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat. *Use case* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sebuah sistem informasi dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi itu. Syarat penamaan pada *use case* adalah nama didefinisikan sesimpel mungkin dan dapat dipahami. Ada dua hal utama pada *use case* yaitu pendefinisian apa yang disebut aktor dan *use case* [13].

2. Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan aliran kerja (*workflow*), aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis yang ada pada perangkat lunak. Bahwa diagram aktivitas menggambarkan aktivitas sistem bukan apa yang dilakukan aktor.

Diagram aktivitas banyak digunakan untuk mendefinisakan hal-hal:

1. Rancangan proses bisnis dimana setiap urutan aktivitas yang digambarkan merupakan proses bisnis sistem yang akan didefinisikan
2. Urutan atau pengelompokan tampilan dari sistem dimana setiap aktivitas dianggap memiliki sebuah rancangan antarmuka tampilan [13].

3. Class Diagram

Class Diagram menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. Kelas memiliki apa yang disebut

atribut dan metode atau operasi. Atribut merupakan variabel-variabel yang dimiliki oleh suatu kelas, sedangkan operasi atau metode adalah fungsi-fungsi yang dimiliki oleh suatu kelas [13].

4. *Sequence Diagram*

Sequence diagram menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan message yang dikirimkan dan diterima antar objek. Banyaknya diagram sekuen yang harus digambarkan adalah minimal sebanyak pendefinisian *use case* yang memiliki proses sendiri atau yang penting semua *use case* yang telah didefinisikan interkasi jalannya pesan sudah dicakup pada diagram [13].

2.2.9 Blender

Blender adalah perangkat lunak untuk grafis tiga dimensi yang gratis dan populer di kalangan desainer. Blender dapat digunakan untuk membuat animasi tiga dimensi. Berikut beberapa kelebihanannya:

a. *Open Source*

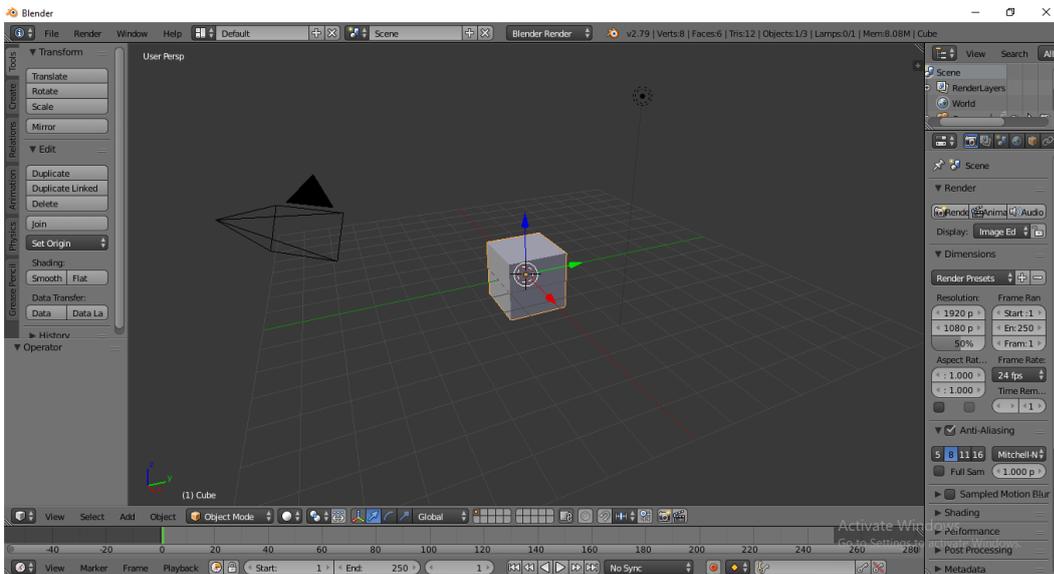
Blender merupakan salah satu software *open source*, di mana kita bisa bebas memodifikasi *source* kodenya untuk keperluan pribadi maupun komersial, asal tidak melanggar *GNU (General Public License)* yang digunakan Blender.

b. *MultiPlatform*

Karena sifatnya yang *open source*, Blender tersedia untuk berbagai macam operasi sistem seperti Linux, Mac dan Windows. Sehingga file yang dibuat menggunakan Blender versi Linux tak akan berubah ketika dibuka di Blender versi Mac maupun Windows.

c. *Update*

Dengan status yang *Open Source*, Blender bisa dikembangkan oleh siapapun. Sehingga *update software* ini jauh lebih cepat dibandingkan *software* sejenis lainnya. Bahkan dalam hitungan jam, terkadang *software* ini sudah ada update-annya. *Update* tersebut tak tersedia di situs resmi blender.org melainkan di graphical.org lengkap, Blender memiliki fitur yang lebih lengkap dari software 3D lainnya [15]. Antarmuka blender dapat dilihat pada gambar 2.12.



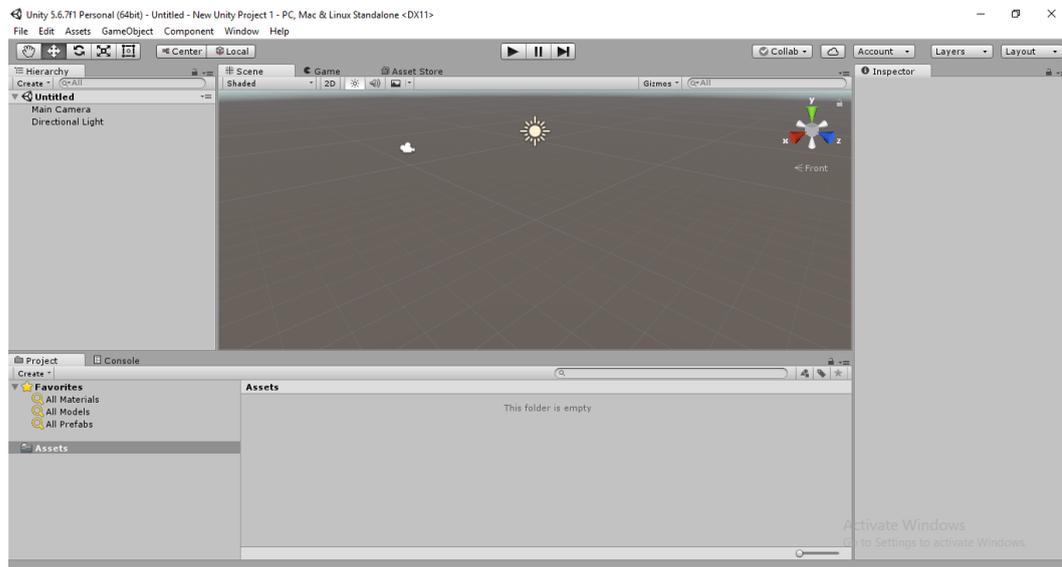
Gambar 2.12 Antarmuka Blender

2.2.10 Unity 3D

Unity Engine adalah suatu *game engine* yang terus berkembang. Engine ini merupakan salah satu *game engine* dengan lisensi *source proprietary*, namun untuk lisensi pengembangan dibagi menjadi 2, yaitu *free* (gratis) dan berbayar sesuai perangkat target pengembangan aplikasi. Unity tidak membatasi publikasi aplikasi, pengguna unity dengan lisensi gratis dapat mempublikasikan aplikasi yang dibuat tanpa harus membayar biaya lisensi atau royalti kepada unity. Penggunaan versi *free* dibatasi dengan beberapa fitur yang dikurangi atau bonus modul tertentu yang ditiadakan dan hanya tersedia untuk pengguna berbayar. Unity ini dapat mempermudah pengguna untuk mengembangkan aplikasi berbasis *Augmented Reality* [10]. Berikut ini adalah bagian-bagian dalam Unity:

1. *Asset*, adalah tempat penyimpanan dalam Unity yang menyimpan suara, gambar, video, dan tekstur.
2. *Scenes*, adalah area yang berisikan konten-konten dalam game, seperti membuat sebuah *level*, membuat menu, tampilan tunggu, dan sebagainya.
3. *Game Objects*, adalah barang yang ada di dalam *assets* yang dipindah kedalam *scenes*, yang dapat digerakkan, diatur ukurannya dan diatur rotasinya.
4. *Components* adalah reaksi baru, bagi objek seperti *collision*, memunculkan partikel dan sebagainya.

5. *Script*, yang dapat digunakan dalam Unity ada tiga, yaitu Javascript, C# dan BOO. *Prefabs* adalah tempat untuk menyimpan satu jenis *game objects*, sehingga mudah untuk diperbanyak. Antarmuka unity dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Antarmuka Unity

2.2.10.1 Fitur-fitur Unity

- Integrated development environment (IDE)* atau lingkungan pengembangan terpadu.
- Penyebaran hasil aplikasi pada banyak *platform*.
- Engine grafis* menggunakan Direct3D (Windows), OpenGL ES (iOS), dan proprietary API (Wii).
- Game scripting* melalui Mono. *Scripting* yang dibangun mono, implementasi *open source* dari NET Framework. Selain itu pemrograman dapat menggunakan UnityScript (bahasa kustom dengan sintaks JavaScripts-inspired), bahasa C# atau Boo (yang memiliki sintaks Python-inspired).

2.2.11 Bahasa Pemrograman C#

C# (C sharp) adalah sebuah Bahasa pemrograman berbasis objek yang didukung oleh Microsoft .NET framework. Microsoft .NET Framework adalah perantara agar aplikasi dengan Bahasa pemrograman yang didukung dapat berkomunikasi dengan sistem operasi yang digunakan oleh komputer kebanyakan orang. Selain itu, .NET Framework juga memungkinkan C# untuk berkomunikasi

dengan bahasa pemrograman lainnya yang juga didukung oleh .NET Framework seperti VB .NET, F#, atau C++. Seperti halnya bahasa pemrograman yang lain, C# bisa digunakan untuk membangun berbagai macam jenis aplikasi, seperti aplikasi berbasis windows (*desktop*) dan aplikasi berbasis web serta aplikasi berbasis *web services* [11].

2.2.12 API (*Application Programming Interface*)

API merupakan *software interface* yang terdiri atas kumpulan instruksi yang disimpan dalam bentuk *library* dan menjelaskan bagaimana agar suatu *software* dapat berinteraksi dengan *software* lain. Secara struktural, API merupakan spesifikasi dari suatu data structure, objects, functions, beserta parameter-parameter yang diperlukan untuk mengakses resource dari aplikasi tersebut. Seluruh spesifikasi tersebut membentuk suatu interface yang dimiliki oleh aplikasi untuk berkomunikasi dengan aplikasi lain, dan API dapat digunakan dengan berbagai bahasa programming, ataupun hanya dengan menggunakan URL (*Uniform Resource Locator*) yang telah disediakan oleh suatu website.

2.2.13 JSON (*Java Script Object Notation*)

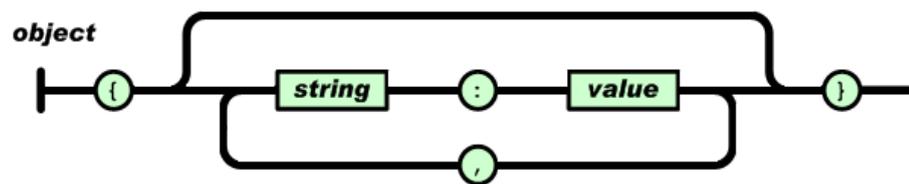
JSON (*Java Script Object Notation*) adalah format pertukaran data yang ringan, mudah dibaca dan ditulis oleh manusia, serta mudah diterjemahkan dan dibuat (*generate*) oleh komputer. JSON merupakan format teks yang tidak bergantung pada bahasa pemrograman apapun karena menggunakan gaya bahasa yang umum digunakan oleh programmer keluarga C termasuk C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python dan lain-lain. Oleh karena sifat-sifat tersebut, menjadikan JSON ideal sebagai bahasa pertukaran-data. JSON terbuat dari dua struktur:

1. Kumpulan pasangan nama/nilai. Pada beberapa bahasa, hal ini dinyatakan sebagai objek (*object*), rekaman (*record*), struktur (*struct*), kamus (*dictionary*), tabel hash (*hash table*), daftar berkunci (*keyed list*), atau *associative array*.
2. Daftar nilai terurutkan (*an ordered list of values*). Pada kebanyakan bahasa, hal ini dinyatakan sebagai larik (*array*), vektor (*vector*), daftar (*list*), atau urutan (*sequence*) [16].

Struktur-struktur data ini disebut sebagai struktur data universal. Pada dasarnya, semua bahasa pemrograman moderen mendukung struktur data ini dalam bentuk

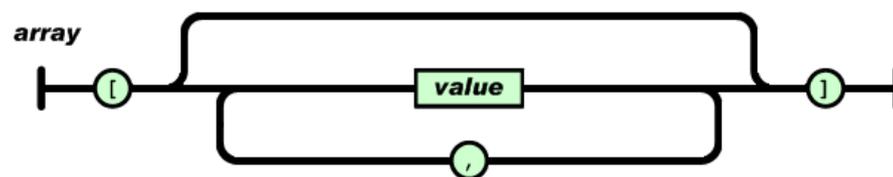
yang sama maupun berlainan. Hal ini pantas disebut demikian karena format data mudah dipertukarkan dengan bahasa-bahasa pemrograman yang juga berdasarkan pada struktur data ini. JSON menggunakan bentuk sebagai berikut:

Objek adalah sepasang nama/nilai yang tidak terurutkan. Objek dimulai dengan { (kurung kurawal buka) dan diakhiri dengan } (kurung kurawal tutup). Setiap nama diikuti dengan : (titik dua) dan setiap pasangan nama/nilai dipisahkan oleh , (koma).



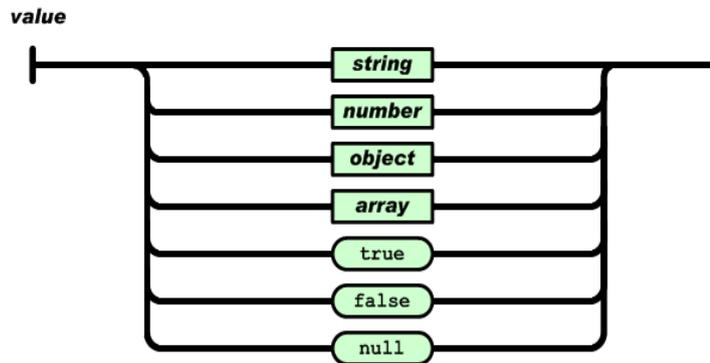
Gambar 2.14 Bentuk Penulisan JSONObject [16]

Larik (*array*) adalah kumpulan nilai yang terurutkan. Larik dimulai dengan [(kurung kotak buka) dan diakhiri dengan] (kurung kotak tutup). Setiap nilai dipisahkan oleh , (koma).



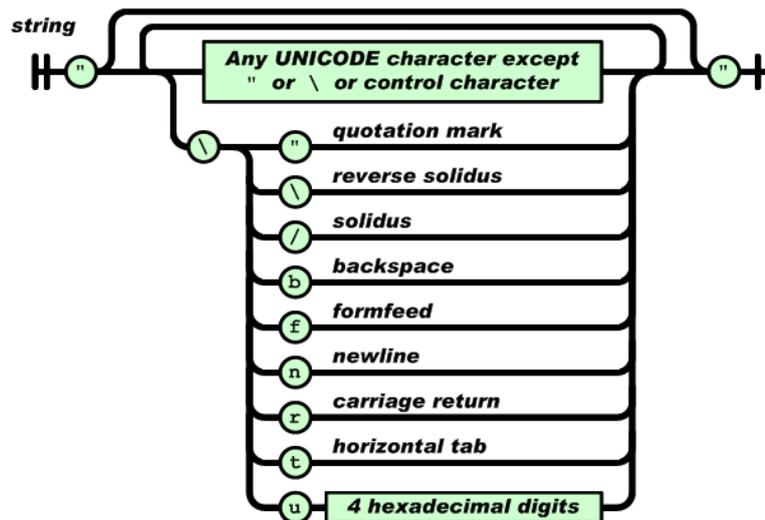
Gambar 2.15 Bentuk Penulisan JSONArray [16]

Nilai (*value*) dapat berupa sebuah string dalam tanda kutip ganda, atau angka, atau true atau false atau null, atau sebuah objek atau sebuah larik. Struktur-struktur tersebut dapat disusun bertingkat.



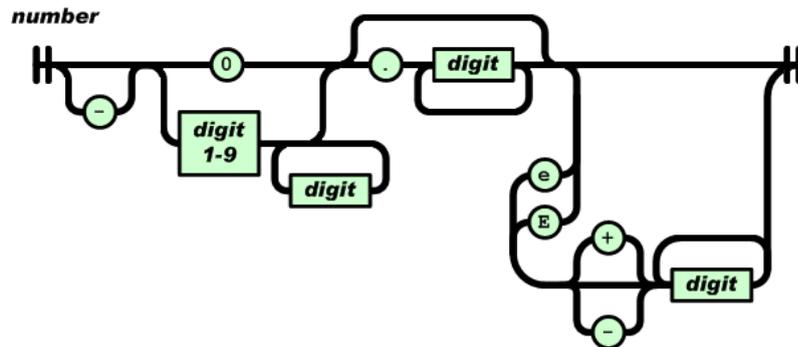
Gambar 2.16 Bentuk Penulisan Value [16]

String adalah kumpulan dari nol atau lebih karakter Unicode, yang dibungkus dengan tanda kutip ganda. Di dalam string dapat digunakan backslash escapes "\" untuk membentuk karakter khusus. Sebuah karakter mewakili karakter tunggal pada string. String sangat mirip dengan string C atau Java.



Gambar 2.17 Bentuk Penulisan String [16]

Angka Angka adalah sangat mirip dengan angka di C atau Java, kecuali format oktal dan heksadesimal tidak digunakan.



Gambar 2.18 Bentuk penulisan Angka [16]

2.2.14 MySQL

MySQL adalah sebuah perangkat lunak sistem manajemen basis data SQL atau biasa disebut dalam bahasa Inggris *database management system* atau DBMS yang *multithread*, *multi-user*, dengan sekitar 6 juta instalasi di seluruh dunia. MySQL AB membuat MySQL tersedia sebagai perangkat lunak gratis di bawah lisensi GNU General Public License (GPL), tetapi mereka juga menjual dibawah lisensi komersial untuk kasus-kasus dimana penggunaannya tidak cocok dengan penggunaan GPL. Tidak seperti Apache yang merupakan *software* yang dikembangkan oleh komunitas umum, dan hak cipta untuk kode sumber dimiliki oleh penulisnya masing-masing, MySQL dimiliki dan disponsori oleh sebuah perusahaan komersial Swedia yaitu MySQL AB. MySQL AB memegang penuh hak cipta hampir atas semua kode sumbernya. Kedua orang Swedia dan satu orang Finlandia yang mendirikan MySQL AB adalah: David Axmark, Allan Larsson, dan Michael "Monty" Widenius [17].

2.2.15 PHP (*Hypertext Preprocessor*)

PHP merupakan bahasa pemrograman *script server-side* yang didesain untuk pengembangan web. *Server-side programming* sendiri adalah jenis bahasa pemrograman yang nantinya script atau program tersebut akan dijalankan atau diproses oleh server [17].

2.2.15.1 Sejarah PHP

PHP Pertama kali ditemukan pada 1995 oleh seorang *Software Developer* bernama Rasmus Lerdorf. Ide awal PHP adalah ketika itu Rasmus ingin mengetahui

jumlah pengunjung yang membaca resume onlinenya. *script* yang dikembangkan baru dapat melakukan dua pekerjaan, yakni merekam informasi visitor, dan menampilkan jumlah pengunjung dari suatu website. Dan sampai sekarang kedua tugas tersebut masih tetap populer digunakan oleh dunia web saat ini. Kemudian, dari situ banyak orang di milis mendiskusikan script buatan Rasmus Lerdorf, hingga akhirnya rasmus mulai membuat *sebuah tool atau script*, bernama *Personal Home Page* (PHP). PHP saat ini telah Mendukung XML, *Web Services* dan SQLite [17].

2.2.15.2 Keunggulan PHP

Beberapa keunggulan MySQL adalah sebagai berikut:

1. Gratis
2. PHP adalah salah satu bahasa yang mudah dan gratis.
3. *Cross platform*
4. Dapat di gunakan di berbagai sistem operasi, mulai dari linux, windows, macos dan os yang lain.
5. Mendukung banyak *database*
6. PHP telah mendukung banyak *database*, banyak *developer web* menggunakan PHP Adabas D Adabas D, dBase dBase, Empress Empress, FilePro (read-only) FilePro (read-only) Hyperwave, IBM DB2, Informix, Ingres, InterBase, FrontBase mSQL, Direct MS-SQL, MySQL MySQL, ODBC, Oracle (OCI7 and OCI8), Ovrimos, PostgreSQL SQLite, Solid, Sybase, Velocis, Unix dbm.
7. *On The Fly*, PHP sudah mendukung *on the fly*, artinya php dapat membuat document text, Word, Excel, PDF, menciptakan image dan flash, juga menciptakan file-file seperti zip, dan XML [17].

2.2.16 Android

Android adalah sebuah sistem informasi untuk perangkat *mobile* berbasis linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi. Android menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka. Saat ini android menjadi pesaing utama dari Apple pada sistem operasi Table PC. Pesatnya pertumbuhan android selain faktor yang disebutkan diatas adalah karena Android itu sendiri adalah *platform* ayng sangat lengkap baik itu

sistem operasinya, aplikasi dan *Tool* Pengembangan, Market aplikasi android serta dukungan yang sangat tinggi dari komunitas *Open Source* di dunia, sehingga android terus berkembang pesat baik dari segi teknologi maupun dari segi jumlah *device* yang ada di dunia [16].

2.2.17 Pengujian *Blackbox*

Pengujian adalah satu set aktifitas yang direncanakan dan sistematis untuk menguji atau mengevaluasi kebenaran yang diinginkan. Pada penerapan *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran molekuler menggunakan teknik *black box testing* untuk menguji fungsionalitas dari perangkat lunak. *Blackbox testing* adalah menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui fungsi-fungsi, masukan, dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan [13].

2.2.18 Pengujian Beta

Pengujian beta adalah pengujian yang dilakukan secara objektif dengan kata lain pengujian ini adalah pengujian secara langsung di lapangan atau tempat dimana aplikasi yang dibuat diimplementasikan. Pengujian ini menggunakan skala likert dengan skala 1 sampai 5.

2.2.19 Skala Likert

Skala likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau kelompok orang tentang fenomena sosial. Dengan skala Likert maka variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak untuk menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pernyataan atau pertanyaan. Jawaban setiap item instrumen yang menggunakan skala Likert mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif dan Jawaban dapat diberi skor untuk keperluan analisis kuantitatif seperti berikut [22] :

- SS = Sangat setuju diberi skor 5
- S = Setuju diberi skor 4
- N = Netral atau Ragu-ragu diberi skor 3
- TS = Tidak setuju diberi skor 2
- STS = Sangat tidak setuju diberi skor 1

Rumus skala likert :

$$P = (S/\text{Skor ideal}) \times 100\%$$

Keterangan:

P = Nilai persentase

S = Jumlah frekuensi = $\sum \text{Bobot} \times \text{frekuensi}$

Skor ideal = Bobot tertinggi x dengan jumlah responden =

2.2.20 Pengujian *Pre Test* dan *Post Test*

Pengujian *Pre Test* dan *Post Test* dilakukan untuk melihat seberapa besar pengaruh aplikasi yang dibuat dalam pemahaman siswa terhadap materi molekul. Jika ingin mengetahui persentase kenaikan nilai yang terjadi antara nilai yang lama ke nilai yang baru, maka digunakan persamaan seperti berikut [14].

$$\text{Kenaikan} = \frac{\text{Nilai Baru} - \text{Nilai Lama}}{\text{Nilai Lama}} \times 100\%$$