BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Sekolah

Pada sub bab ini membahas peninjauan terhadap tempat penelitian yaitu SMP Negeri 40 Bandung.

2.1.1 Sejarah Sekolah

SMP Negeri 40 Bandung adalah salah satu sekolah yang letaknya sangat strategis yaitu di jalan Wastukancana No. 75 Bandung, memiliki luas tanah 4.400 m^2. Awalnya sekolah ini adalah sekolah kejuruan (SKN), tepatnya bulan Juli 1965 dari Sekolah Kejuruan Cimahi menjadi Sekolah Teknik (ST) Negeri 2 Cimahi Bandung. Seiring perkembangan zaman pada saat itu sekolah kejuruan dilebur menjadi sekolah umum, yaitu bulan Juli 1991 dari Sekolah Teknik Negeri 2 Cimahi bangunan beralih fungsi menjadi SMP Negeri dari Sekolah Teknik Negeri 2 Cimahi yang saat itu dipimpin oleh A. Riamitra, BA. Nama SMP pada Sekolah Teknik Negeri 2 Cimahi tak lama usianya berubah nama menjadi SMP Negeri 42.

Pada bulan Oktober 1994 dari SMP Negeri 42 berubah kembali namanya sesuai pengurutan yang baru menjadi SMP Negeri 40 Bandung yang diperkuat dengan Surat Keputusan Mendikbud No: 0259 / 0 / 1994 yang berlokasi di Jalan Arjuna No. 18 Bandung dan dipimpin oleh Dra. Nurmiana. MS.

Bulan Juli 1995 bangunan sementara SMP Negeri 40 menempati bekas Bangunan SMK Negeri 1 yang berlokasi di jalan Wastukancana No. 75. Pada tahun 1996 tepatnya bulan Juli bangunan SMP Negeri 40 Bandung yang lokasinya di jalan Arjuna telah selesai dibangun, tetapi bangunan tersebut tidak dapat menampung keseluruhan kelas yang ada di SMP Negeri 40. Kegiatan belajar mengajar siswa/i SMP Negeri 40 akhirnya dibagi dua, untuk kelas 1 dan kelas 3 berlokasi di jalan Wastukancana No. 75 sedangkan untuk kelas 2 berlokasi di jalan Arjuna No 18.

Tahun 1997 bulan Januari gedung bekas SMK Negeri 1 yang berlokasi di jalan Wastukancana diserahkan oleh Kepala Bidang Pendidikan Menengah Kejuruan (DIKMENJUR) kepada Kepala Bidang Pendidikan Menengah Umum

(DIKMENUM) untuk dipergunakan oleh SMPN 40 Bandung. Sejak saat itu seluruh kegiatan SMP Negeri 40 dipusatkan di jalan Wastukancana No.75 yang ditempati saat ini, sedangkan bangunan yang berlokasi di jalan Arjuna diserahkan kepada SMP Negeri 32 yang saat itu belum memiliki bangunan.

2.1.2 Visi dan Misi Instansi

Visi dan misi merupakan syarat wajib bagi sebuah instansi atau organisasi. Setiap instansi atau organisasi memiliki visi dan misi yang berbeda, semua tergantung tujuan yang akan dicapai oleh masing-masing instansi atau organisasi. Berikut ini merupakan visi dan misi yang dimiliki SMP Negeri 40 Bandung :

1. **Visi**

   Visi SMP Negeri 40 Bandung adalah Menjadikan sekolah unggul di bidang akademik dan non akademik serta berwawasan lingkungan.

2. **Misi**

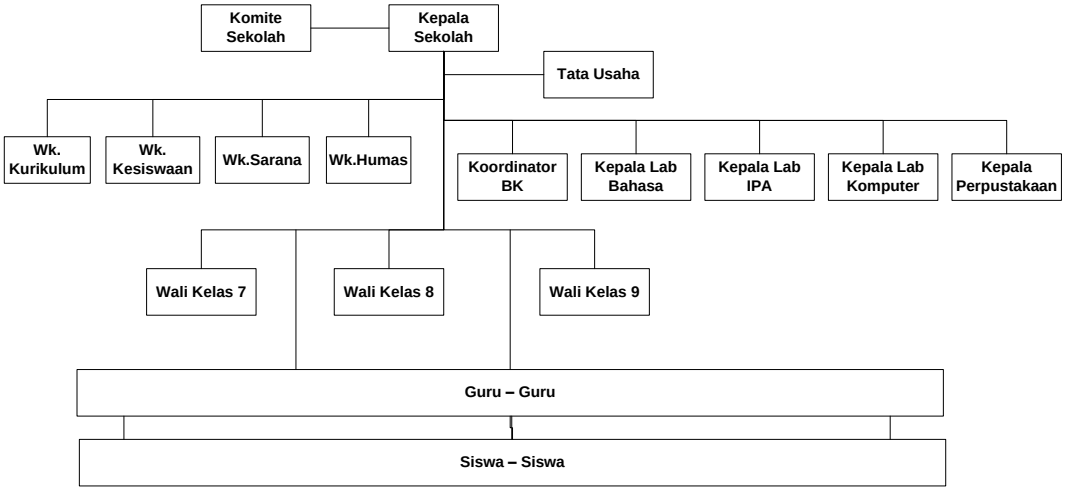
   Misi yang dimiliki SMP Negeri 40 Bandung adalah sebagai berikut :

   a. Melaksanakan pembelajaran yang efektif dan menyenangkan.
   b. Menumbuh kembangkan aktifitas dan daya kreatifitas.
   c. Memberikan pelayanan yang proporsional dan professional.
   d. Mengembangkan wawasan lingkungan hidup.
   e. Memberdayakan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) sekolah.
   f. Menambah dan memelihara sarana dan prasarana belajar.

2.1.3 Struktur Organisasi Sekolah

Struktur organisasi adalah suatu susunan dan hubungan antara tiap bagian serta posisi yang ada pada suatu organisasi atau perusahaan dalam menjalankan kegiatan operasional untuk mencapai tujuan. Struktur organisasi menggambarkan dengan jelas pemisahan kegiatan pekerjaan antara yang satu dengan yang lain dan bagaimana hubungan aktivitas dan fungsi dibatasi.

Berikut merupakan gambar yang menerangkan struktur organisasi yang berlaku di SMP Negeri 40 Bandung.



Gambar 2-1 Struktur Organisasi SMP Negeri 40 Bandung

2.1.4 Deskripsi Tugas Struktur Organisasi Instansi

Salah satu komponen yang sangat penting dalam mendukung manajemen dan kemajuan pendidikan di sekolah adalah tenaga administrasi sekolah, adapun deskripsi personalia tenaga administrasidan pembantu pelaksanaan sekolah serta tugas – tugasnya sebagai berikut :

1. Kepala Sekolah

Kepala Sekolah berfungsi sebagai Edukator, Manajer, Administrator, dan Supervisor.

a. Kepala Sekolah selaku edukator bertugas melaksanakan proses pengajaran secara efektif dan efisien.
b. Kepala Sekolah selaku manajer bertugas untuk menyusun perencanaan dan mengatur proses belajar mengajar.
c. Kepala sekolah selaku administrator bertugas untuk menyelenggarakan administrasi kurikulum dan media pembelajaran.
d. Kepala Sekolah selaku Supervisor bertugas menyelenggarakan supervisi mengenal :
    1) Proses belajar mengajar
    2) Kegiatan bimbingan
    3) Kegiatan ketatausahaan

4) Sarana dan prasarana
5) Kehadiran guru, pegawai, dan siswa

2. PKS Kurikulum

PKS kurikulum bertugas untuk membantu kepala sekolah di bidang kurikulum, berikut tugas PKS Kurikulum di SMP Negeri 40 Bandung.

1) Menyusun Pembagian Tugas Guru dan Jadwal Pelajaran
2) Mengatur Penyusunan Program Pengajaran (Program Semester, Program Satuan Pelajaran, dan Persiapan Mengajar, Penjabaran dan Penyesuaian Kurikulum)
3) Mengatur pelaksanaan program penilaian Kriteria Kenaikan Kelas, Kriteria Kelulusan dan Laporan Kemajuan Belajar Siswa serta pembagian Raport dan Surat Tanda Tamat Belajar (STTB)
4) Mengatur pelaksanaan program perbaikan dan pengayaan
5) Mengatur Pengembangan MGMP dan Koordinator mata pelajaran
6) Mengatur Mutasi Siswa
7) Melaksanakan supervisi administrasi dan akademik

3. PKS Tata Usaha

PKS tata usaha bertugas untuk membantu kepala sekolah di bidang tata usaha atau administratif sekolah, berikut tugas PKS tata usaha di SMP Negeri 40 Bandung.

1) Pengurus administrasi ketenagaan dan siswa
2) Penyusunan administrasi perlengkapan
3) Penyusunan dan penyajian data/statistik sekolah

2.2 Landasan Teori

Landasan teori dimanfaatkan sebagai pemandu agar fokus penelitian sesuai dengan fakta di lapangan. Selain itu landasan teori juga bermanfaat untuk memberikan gambaran umum tentang latar penelitian dan sebagai bahan pembahasan hasil penelitian. Peneliti mengutip beberapa teori yang berhubungan

dengan variabel-variabel penelitian. Dan teori-teori ini merupakan landasan dalam penelitian.

2.2.1 Sistem Peredaran Darah pada Manusia

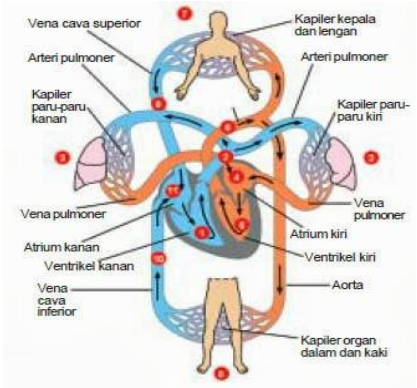
Sistem peredaran darah berfungsi untuk mengedarkan zat makanan ke seluruh tubuh. Zat makanan berguna untuk pertumbuhan, mengganti sel-sel yang rusak, dan untuk beraktivitas. Pada manusia, sistem transportasi atau peredaran darah teridiri atas tiga bagian utama, yaitu jantung, pembuluh darah, dan darah.

2.2.1.1 Jantung

Jantung terletak di rongga dada, diselaputi oleh suatu membran pelindung yang disebut perikardium. Dinding jantung terdiri atas jaringan ikat padat yang membentuk suatu kerangka fibrosa dan otot jantung. Serabut otot jantung bercabang-cabang dan beranastomosis secara erat.

a. Struktur dan Cara Kerja Jantung

Jantung manusia dan mamalia lainnya mempunyai empat ruangan, yaitu atrium kiri dan kanan, serta ventrikel kiri dan kanan. Dinding ventrikel lebih tebal daripada dinding atrium, karena ventrikel harus bekerja lebih kuat untuk memompa darah ke organ-organ tubuh yang lainnya. Selain itu, dinding ventrikel kiri lebih tebal daripada ventrikel kanan, karena ventrikel kiri bekerja lebih kuat memompa darah ke seluruh tubuh. Sedangkan, ventrikel kanan hanya memompa darah ke paru-paru. Atrium kiri dan kanan dipisahkan oleh sekat yang disebut septum atriorum. Sedangkan, sekat yang memisahkan ventrikel kiri dan kanan dinamakan septum interventrakularis.



Gambar 2-2 Struktur dan Cara Kerja Jantung

Darah kotor dari tubuh masuk ke atrium kanan, kemudian melalui katup yang disebut katup trikuspid mengalir ke ventrikel kanan. Nama trikuspid berhubungan dengan adanya tiga daun jaringan yang terdapat pada lubang antara atrium kanan dan ventrikel kanan. Kontraksi ventrikel akan menutup katup trikuspid, tetapi membuka katup pulmoner yang terletak pada lubang masuk arteri pulmoner.

Darah masuk ke dalam arteri pulmoner yang langsung bercabang-cabang menjadi cabang kanan dan kiri yang masing-masing menuju paru-paru kanan dan kiri. Arteri-arteri ini bercabang pula sampai membentuk arteriol.

Arteriol-arteriol memberi darah ke pembuluh kapiler dalam paru-paru. Di sinilah darah melepaskan karbondioksida dan mengambil oksigen. Selanjutnya, darah diangkut oleh pembuluh darah yang disebut venul, yang berfungsi sebagai saluran anak dari vena pulmoner. Empat vena pulmoner (dua dari setiap paru-paru) membawa darah kaya oksigen ke atrium kiri jantung. Hal ini merupakan bagian sistem sirkulasi yang dikenal sebagai sistem pulmoner atau peredaran darah kecil.

Dari atrium kiri, darah mengalir ke ventrikel kiri melalui katup bikuspid. Kontraksi ventrikel akan menutup katup bikuspid dan membuka katup aortik pada lubang masuk ke aorta. Cabang-cabang yang pertama dari aorta terdapat tepat di dekat katup aortik. Dua lubang menuju ke arteri-arteri koroner kanan dan kiri.

Arteri koroner ialah pembuluh darah yang memberi makan sel-sel jantung. Arteri ini menuju arteriol yang memberikan darah ke pembuluh kapiler yang menembus seluruh bagian jantung. Kemudian, darah diangkut oleh venul menuju ke vena koroner yang bermuara ke atrium kanan. Sistem sirkulasi bagian ini disebut sistem koroner. Selain itu, aorta dari ventrikel kiri juga bercabang menjadi arteri yang mengedarkan darah kaya oksigen ke seluruh tubuh (kecuali paru-paru), kemudian darah miskin oksigen diangkut dari jaringan tubuh oleh pembuluh vena ke jantung (atrium kanan). Peredaran darah ini disebut peredaran darah besar.

b. Denyut Jantung dan Tekanan Darah

Otot jantung mempunyai kemampuan untuk berdenyut sendiri secara terus menerus. Suatu sistem integrasi di dalam jantung memulai denyutan dan

merangsang ruang-ruang di dalam jantung secara berurutan. Pada mamalia, setiap kontraksi dimulai dari simpul sinoatrium. Simpul sinoatrium atau pemacu terdiri atas serabut purkinje yang terletak antara atrium dan sinus venosus. Impuls menyebar ke seluruh bagian atrium dan ke simpul atrioventrikel. Selanjutnya, impuls akan diteruskan ke otot ventrikel melalui serabut purkinje. Hal ini berlangsung cepat sehingga kontraksi ventrikel mulai pada apeks jantung dan menyebar dengan cepat ke arah pangkal arteri besar yang meninggalkan jantung.

Kecepatan denyut jantung dalam keadaan sehat berbeda-beda, dipengaruhi oleh pekerjaan, makanan, umur dan emosi. Irama dan denyut jantung sesuai dengan siklus jantung. Jika jumlah denyut ada 70 maka berarti siklus jantung 70 kali semenit. Kecepatan normal denyut nadi pada waktu bayi sekitar 140 kali permenit, denyut jantung ini makin menurun dengan bertambahnya umur, pada orang dewasa jumlah denyut jantung sekitar 60 - 80 per menit.

Pada orang yang beristirahat jantungnya berdetak sekitar 70 kali per menit dan memompa darah 70 ml setiap denyut (volume denyutan adalah 70 ml). Jadi, jumlah darah yang dipompa setiap menit adalah 70 × 70 ml atau sekitar 5 liter. Sewaktu banyak bergerak, seperti olahraga, kecepatan jantung dapat menjadi 150 setiap menit dan volume denyut lebih dari 150 ml. Hal ini, membuat daya pompa jantung 20 - 25 liter per menit.

Darah mengalir, karena kekuatan yang disebabkan oleh kontraksi ventrikel kiri. Sentakan darah yang terjadi pada setiap kontraksi dipindahkan melalui dinding otot yang elastis dari seluruh sistem arteri. Peristiwa ketika jantung mengendur atau sewaktu darah memasuki jantung disebut diastol. Sedangkan, ketika jantung berkontraksi atau pada saat darah meninggalkan jantung disebut sistol. Tekanan darah manusia yang sehat dan normal sekitar 120 atau 80 mm Hg. 120 merupakan tekanan sistol, dan 80 adalah tekanan diastole.

2.2.1.2 Pembuluh Darah

Pembuluh darah merupakan jalan bagi darah yang mengalir dari jantung menuju ke jaringan tubuh, atau sebaliknya. Pembuluh darah dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu pembuluh nadi, pembuluh vena, dan pembuluh kapiler.

a. Pembuluh Nadi

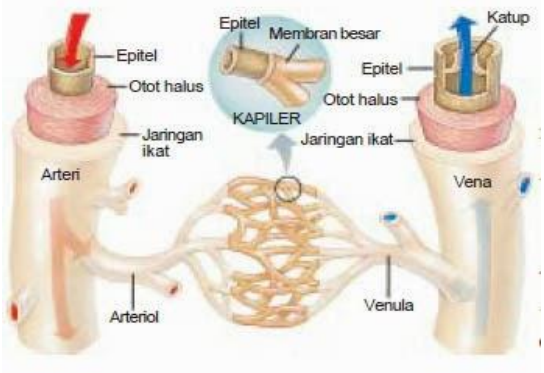
Pembuluh nadi atau pembuluh arteri ialah pembuluh darah yang membawa darah dari jantung menuju kapiler. Arteri vertebrata dilapisi endotel dan mempunyai dinding yang relatif tebal yang mengandung jaringan ikat elastis dan otot polos. Arteri cenderung terletak agak lebih dalam di jaringan badan.

Dinding arteri besar (aorta) yang keluar dari jantung banyak mengandung jaringan ikat. Kekuatan tiap sistol ventrikel mendorong darah ke dalam arteri dan melebarkannya agar dapat menampung darah tersebut. Pada waktu diastol, kelenturan dinding bagian pertama arteri tersebut membantu mendorong darah ke bagian arteri yang menjadi lebar. Elastisitas arteri yang besar itu mengubah arus darah menjadi mantap dan tenang.

Peregangan dan kontraksi arteri yang terjadi bergantian dengan sangat cepat menuju perifer (7,5 m per detik) yang dapat dirasakan sebagai denyut nadi. Setelah arteri mencapai jaringan, arteri akan bercabang-cabang. Pada tiap cabang rongga saluran menjadi makin sempit, tetapi jumlah luas penampang makin besar sehingga kecepatan arus darah berkurang dan tekanannya menurun.

b. Pembuluh Vena

Pembuluh vena atau pembuluh balik ialah pembuluh darah yang membawa darah ke arah jantung. Pembuluh vena terdiri atas tiga lapisan, seperti pembuluh arteri. Dari lapisan dalam ke arah luar adalah endotel, jaringan elastik dan otot polos, serta jaringan ikat fibrosa. Pada sepanjang pembuluh vena, terdapat katup-katup yang mencegah darah kembali ke jaringan tubuh. Pembuluh vena terletak lebih ke permukaan pada jaringan tubuh daripada pembuluh arteri.



Gambar 2-3 Pembuluh Vena

Perbedaan pembuluh arteri dengan pembuluh vena dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2-1 Pembuluh arteri dan pembuluh vena

No	Sifat	Arteri	Vena
1	Dinding	Tebal dan elastis	Tipis, kurang elastis
2	Katup	Satu pada pangkal arteri	Banyak, sepanjang vena
3	Letak	Di bagian dalam tubuh	Permukaan tubuh
4	Tekanan	Kuat, jika terpotong darah memancar	Lemah, jika terpotong darah menetes
5	Arah Aliran	Ke luar jantung	Masuk ke jantung

Pada manusia dan mamalia, selain pembuluh darah vena dari jaringan tubuh yang kembali ke jantung, ada pula vena yang sebelum kembali ke jantung singgah dahulu ke suatu alat tubuh, misalnya darah dari usus sebelum ke jantung singgah dulu ke hati. Peredaran darah ini disebut *sistem vena porta*.

c. Pembuluh Kapiler

Pembuluh kapiler ialah pembuluh darah kecil yang mempunyai diameter kira-kira sebesar sel darah merah, yaitu 7,5 μm. Meskipun diameter sebuah kapiler sangat kecil, jumlah kapiler yang timbul dari sebuah arteriol cukup besar sehingga total daerah sayatan melintang yang tersedia untuk aliran darah meningkat. Pada orang dewasa kira-kira ada 90.000 km kapiler.

Dinding kapiler terdiri atas satu lapis sel epitel yang permiabel daripada membran plasma sel. Oksigen, glukosa, asam amino, berbagai ion dan zat lain yang diperlukan secara mudah dapat berdifusi melalui dinding kapiler ke dalam cairan interstitium mengikuti gradien konsentrasinya. Sebaliknya, karbondioksida, limbah nitrogen, dan hasil sampingan metabolisme lain dapat dengan mudah berdifusi ke dalam darah.

2.2.1.3 Darah

Medium transpor dari sistem sirkulasi adalah darah. Darah tidak hanya mengangkut oksigen dan karbondioksida ke dan dari jaringan-jaringan dan paru-

paru. Tetapi juga mengangkut bahan lainnya ke seluruh tubuh. Hal ini meliputi molekul-molekul makanan (seperti gula, asam amino) limbah metabolisme (seperti urea), ion-ion dari macam-macam garam (seperti Na+, Ca++,Cl–, HCO3–), dan hormon-hormon. Darah juga berfungsi mengedarkan panas dalam tubuh. Selain itu, darah memainkan peranan aktif dalam memerangi bibit penyakit. Darah yang terdapat di dalam tubuh kira-kira 8% bobot tubuh. Jadi, seorang laki-laki dengan bobot badan 70 kg mempunyai volume darah kira-kira 5,4 liter.

Darah manusia terdiri atas dua komponen, yaitu sel-sel darah yang berbentuk padatan dan plasma darah yang berbentuk cairan. Jika darah disentrifugasi, maka darah akan terbagi menjadi beberapa bagian. Bagian paling bawah adalah sel-sel darah merah, lapisan di atasnya adalah lapisan berwarna kuning yang berisi sel-sel darah putih. Sedangkan, lapisan paling atas adalah plasma darah.

1. Sel-sel Darah

Sel-sel darah dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu sel darah merah, sel darah putih, dan keping-keping darah. Sel-sel darah ini cukup besar sehingga dapat diamati dengan mikroskop biasa.

a. Sel Darah Merah (Eritrosit)

Dari ketiga macam sel darah, sel darah merah mempunyai jumlah terbanyak. Pada wanita normal mempunyai kira-kira 4,5 juta sel darah merah dalam setiap mm^3 darah. Sedangkan, pada laki-laki normal sekitar 5 juta sel darah merah setiap mm^3. Selain itu, jumlah sel darah merah juga dipengaruhi oleh ketinggian tempat seseorang hidup dan kesehatan seseorang. Sel-sel darah merah mempunyai bentuk cakram bikonkaf dengan diameter 7,5 μm, ketebalan 2 μm, dan tidak berinti sel.

Bentuk bikonkaf ini mempercepat pertukaran gas-gas antara sel-sel dan plasma darah. Sel darah merah dibentuk dalam tulang-tulang rusuk, tulang dada, dan tulang belakang. Eritrosit memiliki pigmen respirasi, yaitu hemoglobin yang berperan mengikat oksigen sehingga membentuk oksihemoglobin (HbO2). Jangka hidup sel-sel darah merah kira-kira 120 hari. Sel-sel darah merah yang telah tua akan ditelan oleh sel-sel fagostik

dalam hati. Sebagian besar besi dari hemoglobin digunakan kembali. Sedangkan, sisa dari molekul hemoglobin yang dipecah menjadi pigmen empedu yang diekskresikan oleh hati ke dalam empedu.

b. Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah putih mempunyai satu inti sel dan berbentuk tidak tetap. Fungsi umum dari sel darah putih adalah melindungi tubuh dari infeksi. Umur leukosit dalam sistem peredaran darah adalah 12 - 13 hari. Berdasarkan granula yang dikandung sitoplasma, sel darah putih dapat dibedakan menjadi sel darah putih bergranula (granulosit) dan sel darah putih yang tidak bergranula (agranulosit). Leukosit yang bergranula, contohnya eusinofil (2 - 4 %), basofil (0,5 - 1 %), dan neutrofil (60 - 70 %). Sedangkan, leukosit yang tidak bergranula, contohnya limfosit (20 - 25 %) dan monosit (3 - 8 %).

Neutrofil dan monosit melindungi tubuh dengan cara melakukan endositosis terhadap partikel asing yang masuk ke dalam tubuh. Jumlah eusinofil akan meningkat jika tubuh mengidap cacing-cacing parasit. Basofil berperan dalam reaksi alergi dengan membentuk sel mast. Sedangkan, limfosit berperan dalam pembentukan antibodi.

Semua sel-sel darah putih dibuat dalam sumsum tulang dan kelenjar limfa. Jumlah sel darah putih di dalam tubuh kira-kira 5.000 - 10.000 sel setiap mm^3 darah. Jika terjadi infeksi, jumlah leukosit di dalam tubuh bisa meningkat mencapai 30.000. Jumlah leukosit yang melebihi jumlah normal ini disebut leukopeni. Sedangkan, jumlah leukosit yang kurang dari jumlah normal disebut leukositosis.

Contoh keadaan jumlah leukosit menjadi lebih besar dari normal adalah leukimia atau kanker darah. Leukosit yang sangat banyak ini mengakibatkan fagositosis terhadap sel darah merah oleh sel darah putih.

c. Keping-keping Darah (Trombosit)

Keping-keping darah adalah fragmen sel-sel yang dihasilkan oleh sel-sel besar (megakariosit) dalam sum-sum tulang. Trombosit berbentuk seperti cakera atau lonjong dan berukuran 2 μm. Keping-keping darah mempunyai

umur hanya 8 - 10 hari. Secara normal dalam setiap mm^3 darah terdapat 150.000 - 400.000 keping-keping darah. Trombosit memiliki peranan dalam pembekuan darah.

2. Plasma Darah

Plasma darah ialah cairan berwarna kekuning-kuningan dan terdapat sel-sel darah. Komponen terbesar dari plasma darah adalah air. Dalam plasma darah terlarut molekul-molekul dan ion-ion yang beraneka ragam. Molekul-molekul ini meliputi glukosa yang bekerja sebagai sumber utama energi untuk sel-sel dan asam amino. Selain molekul makanan, juga terdapat sisa metabolisme sel. Vitamin-vitamin dan hormon juga terdapat dalam plasma darah. Sejumlah ion, misalnya Na+ dan Cl– terdapat dalam plasma darah. Kira-kira 7 % plasma terdiri atas molekul-molekul protein, seperti fibrinogen yang esensial untuk proses pembekuan darah.

2.2.2 *Image processing*

Citra (*image*) adalah istilah lain untuk gambar sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Maksudnya sebuah gambar dapat memberikan informasi lebih banyak daripada informasi tersebut disajikan dalam bentuk teks.

Pengolahan gambar digital atau *Digital Image Processing* adalah bidang yang berkembang sangat pesat sejalan dengan kemajuan teknologi pada industri saat ini. Fungsi utama dari *Digital Image Processing* adalah untuk memperbaiki kualitas dari gambar sehingga gambar dapat dilihat lebih jelas tanpa ada ketegangan pada mata, karena informasi penting diekstrak dari gambar yang dihasilkan harus jelas sehingga didapatkan hasil yang terbaik.

Image processing adalah bidang tersendiri yang sudah cukup berkembang sejak orang mengerti bahwa computer tidak hanya dapat menangani data teks, tetapi juga ada citra [2]. Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari suatu citra kepada citra yang lain, sementara tugas perbaikan informasi terletak pada manusia melalui penyusunan algoritmanya. Bidang ini meliputi penajaman citra, penonjolan fitur tertentu dari suatu citra,

kompresi citra dan koreksi citra yang tidak fokus atau kabur. Sebaliknya, sistem visual menggunakan citra sebagai masukan tetapi menghasilkan keluaran jenis lain seperti representasi dari kontur objek di dalam citra, atau menghasilkan gerakan dari suatu peralatan mekanis yang terintegrasi dengan sistem visual.

Berkat adanya mata sebagai indera penglihatan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, manusia dapat melakukan banyak hal dengan lebih mudah. Berbagai aktifitas seperti berjalan, mengambil sesuatu benda, menulis, apalagi membaca buku, menjadi sangat mudah dilakukan bila melibatkan fungsi mata. Peristiwa melihat yang begitu sederhana bagi kita dalam kehidupan sehari-hari ternyata melibatkan banyak proses dan aliran data yang besar. Dengan menggunakan sifat-sifat seperti halnya mata, maka hal di atas dapat diaplikasikan dalam perangkat keras pengolahan citra seperti *webcam, handycam, camera digital, scanner,* dan lain-lain.

2.2.3 *Augmented Reality*

2.2.3.1 Definisi *Augmented Reality*

Augmented reality (AR) atau dalam bahasa Indonesia disebut realitas tertambah adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Benda-benda maya berfungsi menampilkan informasi yang tidak dapat diterima oleh manusia secara langsung. Hal ini membuat realitas tertambah berguna sebagai alat untuk membantu persepsi dan interaksi penggunanya dengan dunia nyata. Informasi yang ditampilkan oleh benda maya membantu pengguna melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam dunia nyata.

Menurut definisi Ronald Azuma (1997), ada tiga prinsip dari *augmented reality*. Yang pertama yaitu *augmented reality* merupakan penggabungan dunia nyata dan virtual, yang kedua berjalan secara interaktif dalam waktu nyata (*realtime*), dan yang ketiga terdapat integrasi antarbenda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata [3].

Dalam perkembangannya saat ini *augmented reality* tidak hanya bersifat visual saja, tapi sudah dapat diaplikasikan untuk semua indera, termasuk

pendengaran, sentuhan, dan penciuman. Selain digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur, *augmented reality* juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan orang banyak, seperti pada telepon genggam.

Ada banyak definisi dari *augmented reality* tetapi asumsi umum adalah bahwa augmented reality memungkinkan perspektif yang diperkaya dengan melapiskan objek virtual pada dunia nyata dengan cara yang mengajak penonton bahwa objek virtual adalah bagian dari lingkungan nyata. Oleh karena itu *augmented reality* adalah perpaduan antara dunia nyata dan dunia virtual, sebagaimana diilustrasikan oleh diagram terkenal *Reality-Virtuality Continuum*.

Beberapa definisi *augmented reality* bersikeras objek virtual adalah jenis model 3D, tapi kebanyakan orang menerima definisi sederhana dimana dunia virtual terdiri dari objek 2D seperti teks, ikon, dan gambar. Ada ketidakjelasan dalam definisi lebih lanjut dimana konten multimedia (video atau audio) dan kemampuan pencarian visual dipromosikan sebagai aplikasi *augmented reality*.

Dalam pembuatan AR menggunakan webcam sebagai perangkat untuk menangkap citra. Sebelum citra diubah ke dalam bentuk digital maka proses manipulasi citra digital tidak bisa dilakukan. Citra digital (f(x,y)) mempunyai dua unsur. Unsur yang pertama merupakan kekuatan sumber cahaya yang melingkupi pandangan kita terhadap objek (illumination). Unsur yang kedua merupakan besarnya cahaya yang direfleksikan olah objek ke dalam pandangan mata kita atau disebut juga *reflectance components*. Kedua unsur tersebut dituliskan sebagai fungsi i(x,y) dan r(x,y).

2.2.3.2 Perkembangan *Augmented Reality*

Penemuan tentang *augmented reality* (AR) berawal dari tahun 1957-1962. Seorang sinematografer, bernama Morton Heilig, menciptakan dan mempatenkan sebuah alat simulator yang disebut Sensorama dengan visual, getaran dan bau, kemudian tahun 1966, Ivan Sutherland menemukan *head-mounted display* yang dia klaim adalah, jendela ke dunia virtual.

Tahun 1975 ilmuwan bernama Myron Krueger menciptakan Videoplace yang memungkinkan pengguna, dapat berinteraksi dengan objek virtual untuk

pertama kalinya. Tahun 1989, Jaron Lanier, memeperkenalkan *Virtual Reality* kepada publik dan menciptakan bisnis komersial pertama kalinya. Tahun 1989, Jaron Lanier, memeperkenalkan *Virtual Reality* kepada publik dan menciptakan bisnis komersial pertama kali di dunia maya, Tahun 1992 *Augmented Reality* dikembangkan untuk dapat melakukan perbaikan pada pesawat boeing, di tahun yang sama, LB Rosenberg mengembangkan Sistem *Augmented Reality* yang digunakan di Angkatan Udara AS yang disebut Virtual Fixtures, dan pada tahun 1992 juga, Steven Feiner, Blair Maclntyre dan dorée Seligmann, memperkenalkan untuk pertama kalinya Major Paper untuk perkembangan *Prototype Augmented Reality*.

Pada tahun 1999, Hirokazu Kato, mengembangkan ArToolkit di HITLab dan didemonstrasikan di SIGGRAPH, pada tahun 2000, Bruce.H.Thomas, mengembangkan ARQuake, sebuah *Mobile Game Augmented Reality* yang ditunjukkan di International Symposium on Wearable Computers.

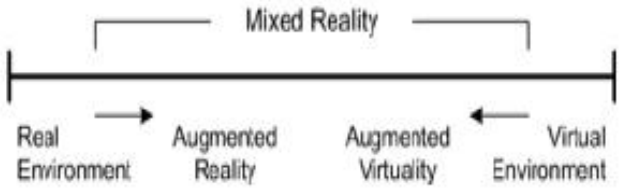
Pada tahun 2008, Wikitude AR *Travel Guide*, memperkenalkan Android G1 Telephone yang berteknologi *Augmented Reality*, tahun 2009, Saqoosha memperkenalkan FLARToolkit yang merupakan perkembangan dari ArToolkit. FLARToolkit memungkinkan kita memasang teknologi *Augmented Reality* di sebuah website, karena *output* yang dihasilkan FLARToolkit berbentuk Flash. Ditahun yang sama, Wikitude Drive meluncurkan sistem navigasi berteknologi AR di Platform Android. Tahun 2010, Acrossair menggunakan teknologi *Augmented Reality* pada I-Phone 3GS [4].

2.2.3.3 *Augmented Reality* dan *Virtual Reality*

Virtual Reality adalah teknologi tentang spectrum yang luas. Ada tiga definisi tentang *virtual reality*, yang pertama *virtual reality* adalah komputer yang menghasilkan output 3D dengan grafis yang tinggi. Definisi yang kedua, virtual reality adalah dunia 3D yang interaktif, karena seorang pengguna bisa berinteraksi dengan komputer secara *real time*. Definisi yang ketiga, *virtual reality* adalah dunia maya, yang penggunanya dapat memasuki dunia virtual tersebut. Perbedaan dari augmented reality dan *virtual reality* hanya dari cara kerja immersiveness system. *Virtual reality* mempunya lingkungan *virtual* yang lebih dalam dari AR,

karena *virtual reality* mengontrol alam bawah sadar indera manusia. Sebaliknya AR, menggabungkan antar objek nyata dan objek *virtual*.

Paul Milgram dan Fumio Kishino (1994) menjelaskan konsep *augmented reality* dalam teori mereka yang disebut dengan *Reality-Virtuality Continuum* yang dapat dilihat dalam gambar berikut ini [5]:



Gambar 2-4 *Reality-Virtuality Continum* [5]

Milgram dan Kishino merumuskan kerangka kemungkinan penggabungan dan peleburan dunia nyata dan dunia maya ke dalam sebuah kontinuum virtualitas. Sisi yang paling kiri adalah lingkungan nyata yang hanya berisi benda nyata, dan sisi paling kanan adalah lingkungan maya yang berisi benda maya. Dalam *augmented reality* atau realitas tertambah, yang lebih dekat ke sisi kiri, lingkungan bersifat nyata dan benda bersifat maya, sementara dalam *augmented virtuality* atau virtualitas tertambah, yang lebih dekat ke sisi kanan, lingkungan bersifat maya dan benda bersifat nyata. Realitas tertambah dan virtualitas tertambah digabungkan menjadi *mixed reality* atau realitas campuran.

2.2.3.4 Manfaat Teknologi *Augmented Reality*

Bidang-bidang yang pernah menerapkan teknologi AR adalah [4]:

1. **Hiburan** (*entertainment*), dunia hiburan membutuhkan AR sebagai penunjang efek-efek yang akan dihasilkan oleh hiburan tersebut. Sebagai contoh, pada acara laporan cuaca dalam siaran televisi dimana wartawan ditampilkan berdiri di depan peta cuaca yang berubah. Dalam studio, wartawan tersebut sebenarnya berdiri di depan layar biru atau hijau. Pencitraan yang asli digabungkan dengan peta buatan komputer menggunakan teknik yang bernama *chroma-keying*.

   Princeton Electronic billboard telah mengembangkan sistem realitas tertambah yang memungkinkan lembaga penyiaran untuk

memasukkan iklan ke dalam area tertentu gambar siaran, contohnya, ketika menyiarkan sebuah pertandingan sepak bola, sistem ini dapat menempatkan sebuah iklan sehingga terlihat pada tembok luar stadium.

2. **Kedokteran** (*medical*), salah satu bidang yang paling penting bagi sistem augmented reality. Contoh penggunaannya adalah pada pemeriksaan sebelum operasi, seperti CT Scan atau MRI, yang memberikan gambaran kepada ahli bedah mengenai anatomi internal pasien. Dari gambar-gambar ini kemudian pembedahan direncanakan. Augmented reality dapat diaplikasikan sehingga tim bedah dapat melihat data CT Scan atau MRI pada pasien saat pembedahan berlangsung. Penggunaan lain adalah untuk pencitraan ultrasonik, dimana teknisi ultrasonik dapat mengamati pencitraan fetus yang terletak di abdomen wanita hamil.
3. **Manufaktur dan Reparasi**, bidang lain dimana AR dapat diaplikasikan adalah pemasangan, pemeliharaan, dan reparasi mesin-mesin berstruktur kompleks, seperti mesin mobil. Instruksi-instruksi yang dibutuhkan dapat dimengerti dengan lebih mudah dengan AR, yaitu dengan menampilkan gambar-gambar 3D di atas peralatan yang nyata. Gambar-gambar ini menampilkan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menyelesaikannya dan cara melakukannya. Selain itu, gambar-gambar 3D ini juga dapat dianimasikan sehingga instruksi yang diberikan menjadi semakin jelas.

   Beberapa peneliti dan perusahaan telah membuat beberapa prototipe di bidang ini. Perusahaan pesawat terbang Boeing sedang mengembangkan teknologi AR untuk membantu teknisi dalam membuat kerangka kawat yang membentuk sebagian dari sistem elektronik pesawat terbang. Kini, untuk membantu pembuatannya teknisi masih menggunakan papan-papan besar yang perlu disimpan di beberapa gudang penyimpanan yang terpisah. Menyimpan

instruksi-instruksi pembuatan kerangka kawat ini dalam bentuk elektronik dapat menghemat tempat dan biaya secara signifikan.

4. **Pelatihan Militer**, kalangan militer telah bertahun-tahun menggunakan tampilan dalam kokpit yang menampilkan informasi kepada pilot pada kaca pelindung kokpit atau kaca depan helm penerbangan mereka. Ini merupakan sebuah bentuk tampilan AR. SIMNET, sebuah sistem permainan simulasi perang, juga menggunakan teknologi AR. Dengan melengkapi anggota militer dengan tampilan kaca depan helm, aktivitas unit lain yang berpartisipasi dapat ditampilkan. Contohnya, seorang tentara yang menggunakan perlengkapan tersebut dapat melihat helikopter yang datang. Dalam peperangan, tampilan medan perang yang nyata dapat digabungkan dengan informasi catatan dan sorotan untuk memperlihatkan unit musuh yang tidak terlihat tanpa perlengkapan ini.
5. **Navigasi Telepon Genggam**, dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir ini, telah banyak integrasi AR yang dimanfaatkan pada telepon genggam. Saat ini ada 3 Sistem Operasi telepon genggam besar yang secara langsung memberikan dukungan terhadap teknologi AR melalui tampilan pemrograman aplikasinya masing-masing. Untuk dapat menggunakan kamera sebagai sumber aliran data visual, maka Sistem Operasi tersebut mesti mendukung penggunaan kamera dalam modus preview.

   AR adalah sebuah presentasi dasar dari aplikasi-aplikasi navigasi. Dengan menggunakan GPS maka aplikasi pada telepon genggam dapat mengetahui keberadaan penggunanya pada setiap waktu.
6. **Otomotif**, penggunaan dalam dunia otomotif sendiri saat ini adalah adanya tampilan 3D sebagai petunjuk jalan (seperti fungsi GPS). Dengan adanya tampilan 3D tersebut, sang pengemudi dapat mengetahui jarak dan rintangan yang ada disekitarnya dengan lebih akurat.

7. **Pendidikan**, dunia pendidikan biasanya berkutat dengan buku-buku yang penuh dengan tulisan-tulisan. Penggunaan *augmented reality* dalam menampilkan pelajaran dapat mempermudah para siswa dalam mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan pelajaran tersebut. Untuk contoh, pada pelajaran Sejarah, siswa dapat mengetahui bagaimana terjadinya peristiwa-peristiwa penting di masa lampau.
8. **Iklan**, dalam dunia periklanan, hal yang paling dibutuhkan adalah sesuatu yang menarik, baru, dan berbeda daripada iklan produk yang lain. Dengan menggunakan teknologi *augmented reality*, maka konsumen akan tertarik dengan produk yang ditawarkan. Selaint itu, memanfaatkan teknologi inipun produk yang ditawarkan bisa dilihat konsumen secara nyata karena ditampilkan dalam bentuk 3D.
9. **Commercial**, secara komersial, *augmented reality* telah digunakan sebagai cara untuk menyajikan secara visual isi dari sebuah tender atau proposal bisnis. Sektor konstruksi menggunakan *augmented reality* untuk meninjau gambar arsitektur dalam lingkungan dunia nyata.
10. **Website & Digital Marketing**, dengan waktu berlama-lama rata-rata tujuh menit, keuntungan menggunakan *augmented reality* pada sebuah situs web sudah jelas. Konversi sales, download, bahkan total kunjungan halaman web meningkat selama waktu berlama-lama meningkat. Mampu secara fisik menunjukkan produk atau layanan anda dengan mudah melalui internet secara langsung akan meningkatkan penjualan.

2.2.3.5 *Display Augmented Reality*

Dari semua modalitas pada input sensorik manusia, penglihatan, suara, dan sentuhan adalah indera yang saat ini berlaku pada sistem AR. Dibagian ini terutama berfokus pada *visual displays*, namun *aural (suara) displays* dijelaskan secara singkat di bawah ini.

1. ***Aural Display* (Suara)**

Aplikasi *aural display* pada AR kebanyakan terbatas pada *mono* (0-dimensi), *stereo* (1-dimensi), atau *surround* (2-dimensi) headphone dan *loudspeaker*. Tiga dimensi *aural display* yang sebenarnya saat ini ditemukan dalam simulasi yang lebih mendalam dari lingkungan *virtual* dan virtualitas tertambah atau masih dalam tahap percobaan.

Haptic audio mengacu pada suara yang dirasakan daripada didengar dan telah digunakan pada perangkat konsumen seperti headphone *Turtle Beach* untuk meningkatkan rasa pengaruh dan kenyataan, tetapi juga untuk meningkatkan antarmuka pengguna misalnya *mobile phone*. Perkembangan terakhir di area ini disajikan dalam workshop seperti workshop internasional *Haptic Audio Visual Environments* dan *Haptic and Audio Interaction Design* [8].

2. ***Visual Display***

Pada dasarnya ada tiga cara untuk menyajikan secara visual sebuah AR. Paling dekat dengan *virtual reality* (VR) adalah video see-through, dimana lingkungan virtual digantikan oleh sebuah video feed realitas dan *augmented reality* (AR) dilapisi atas gambar digital. Cara lain yang mencakup pendekatan Sutherland adalah *optical see-through* dan meninggalkan persepsi dunia nyata tetapi menampilkan hanya hamparan AR melalui cermin dan kamera. Pendekatan ketiga adalah memproyeksikan hamparan AR ke objek nyata itu sendiri sehingga menghasilkan tampilan proyektif.

3. ***Video See-Through***

Selain menjadi yang termurah dan termudah dalam implementasi, teknik display ini menawarkan keuntungan sebagai berikut. Sejak realitas di-digital-kan, ini menjadi lebih mudah untuk dimediasikan atau menghapus objek dari kenyataan. Ini termasuk menghapus dan mengganti marker *fiducial* atau penampung dengan objek-objek virtual. Dan juga, brightness dan contrast dari objek virtual dicocokkan dengan mudah dengan lingkungan nyata. Mengevaluasi kondisi cahaya dari suasana luar ruangan yang statis adalah penting ketika konten yang dihasilkan komputer telah berbaur halus.

Gambar digital memungkinkan pelacakan gerakan kepala untuk registrasi yang lebih baik. Ini juga menjadi mungkin untuk mencocokkan persepsi delay dari yang nyata dan yang virtual. Kekurangan *video see-through* termasuk resolusi rendah realitas, *field-of-view* yang terbatas (meskipun bisa dengan mudah ditingkatkan), dan disorientasi pengguna karena paralaks (eye-offset) karena posisi kamera pada jarak dari lokasi mata pengamat, menyebabkan upaya penyesuaian yang signifikan bagi pengamat. Masalah ini dipecahkan di laboratorium *mixed reality* dengan menyelaraskan video capture. Kelemahan terakhir adalah jarak fokus dari teknik yang cocok pada kebanyakan tipe display, menyediakan akomodasi *poor-eye*. Beberapa pengaturan *head-mounted* bagaimanapun bisa menggerakkan display (atau lensa di depannya) untuk melingkupi jarak 0,25 meter hingga tidak terbatas dalam 0,3 detik. Seperti masalah paralaks, *biocular* display (dimana kedua mata melihat gambar yang sama) karena secara signifikan lebih tidak nyaman daripada *monocular* atau *binocular* display, keduanya dalam ketegangan dan kelelahan mata.

4. *Optical See-Through*

Teknik *optical see-through* dengan *beam-splitting* holographic optical elements (HOEs) dapat diterapkan pada *head-worn display*, *hend-held display*, dan pengaturan spatial dimana hamparan AR tercermin baik dari layar planar atau melalui layar curve. Display ini tidak hanya meninggalkan resolusi dunia nyata utuh, mereka juga memiliki keuntungan menjadi lebih murah, lebih aman, dan bebas paralaks (tidak ada *eye-offset* karena posisi kamera). Teknik optikal lebih aman karena pengguna masih dapat melihat saat power fails, membuat teknik ini ideal untuk tujuan militer dan medis. Namun, perangkat input lainnya seperti kamera diperlukan untuk interaksi dan registrasi. Dan juga, menggabungkan objek virtual secara holografik melalui cermin dan lensa transparan menciptakan kerugian yaitu berkurangnya kecerahan dan kontras kedua gambar dan persepsi dunia nyata, membuat teknik ini kurang cocok untuk digunakan di luar ruangan. Semua *field of view* yang penting terbatas untuk teknik ini dan dapat menyebabkan *clipping* gambar virtual pada ujung cermin atau lensa. Akhirnya, *occlusion* (saling menutupi) *or mediation* dari objek nyata menjadi sulit karena

cahaya mereka selalu bergabung dengan gambar virtual. Kiyowaka dkk memecahkan masalah ini untuk *head-worn display* dengan menambahkan lapisan buram menggunakan panel LCD dengan pixel yang memburamkan area menjadi tertutupi.

Virtual retina displays atau *retinal scanning displays* (RSDs) memecahkan masalah brightness dan *field-of-view* yang rendah pada (head-worn) *optical see-through display*. Sebuah laser berdaya rendah menarik gambar virtual langsung ke retina yang menghasilkan brightness yang tinggi dan *field-of-view* yang luas. Kualitas RSD tidak dibatasi oleh ukuran pixel tetapi hanya oleh difraksi dan penyimpangan (*diffraction and abberrations*) pada sumber cahaya, sehingga memungkinkan resolusi yang (sangat) tinggi. Bersama dengan konsumsi daya yang rendah display ini sangat cocok untuk penggunaan luar ruangan.

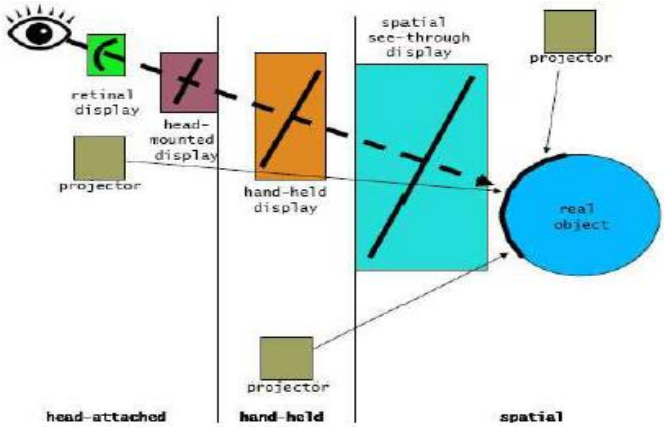
5. *Projective*

Alat display ini memiliki keuntungan tidak memerlukan *eye-wear* khusus sehingga mengakomodasikan mata pengguna selama fokus, dan bisa menutupi permukaan yang besar untuk sebuiah *field-of-view* yang luas. Permukaan proyeksi dapat berkisar dari datar, dinding berwarna datar, hingga model skala kompleks.

Zhou dkk mendaftarkan beberapa pikoproyektor yang ringan dan rendah konsumsi daya untuk integrasi yang lebih baik. Namun, seperti *optical see-through displays*, perangkat input lainnya dibutuhkan untuk (tidak langsung) interaksi. Dan juga, proyektor harus dikalibrasi setiap kali lingkungan atau jarak ke permukaan proyeksi berubah. Untungnya, kalibrasi dapat diotomatiskan menggunakan kamera pada contohnya sebuah *cave automatic virtual environment* (CAVE) berdinding banyak dengan permukaan tidak teratur. Selain itu, jenis display ini terbatas pada pnggunaan dalam ruangan (indoor) karena brighness dan kontras yang rendah dari gambar yang diproyeksikan. *Oklusi* atau *mediasi* objek juga cukup lemah, tapi untuk *head-worn* proyektor ini dapat ditingkatkan dengan menutupi permukaan dengan material *retro-reflective*. Objek dan instrumen yang tercakup dalam material ini akan mencerminkan proyeksi langsung menuju sumber cahaya yang dekat dengan mata pengamat, sehingga tidak mengganggu proyeksi.

6. *Display Positioning*

Display AR dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori berdasarkan pada posisi mereka diantara pengamat dan lingkungan nyata, yaitu head-worn, hand-held, dan spatial.



Gambar 2-5 Teknik dan posisi visual display [2]

7. *Head-worn*

Visual display yang dilekatkan pada kepala termasuk *video/optical see-through* HMD (*head-mounted display*), *virtual retinal display* (VRD), dan *head-mounted projective display* (HMPD). Cakmakci dan Rolland [9] memberikan sebuah detil review terakhir dari teknologi *head-worn display*. Kelemahan saat ini dari *head-worn displays* adalah kenyataan bahwa merekaharus terhubung ke komputer grafis seperti laptop yang membatasi mobilitas karena terbatasnya daya baterai. Daya baterai dapat diperpanjang dengan memindahkan perhitungan ke lokasi yang jauh (*clouds*) dan menyediakan koneksi (wireless) menggunakan standar seperti IEEE 802.11 atau BlueTooth. Gambar 2.3 menunjukkan contoh dari empat (*parallax-free*) tipe *head-worn display* : Canon's Co-Optical Axis See-through Augmented Reality (COASTAR) *video see-through display* (Gambar 2.3a), Konica Minolta's *holographic optical see-through* prototipe 'Forgettable Display' (Gambar 2.3b), MicroVision's *monochromatic and monocular Nomad retinal scanning display* (Gambar 2.3c), dan *organic light-emitting diode* (OLED) berbasis HMPD (Gambar 2.3d).

8. *Hand-held*

Kategori ini termasuk *video/optical see-through* genggam serta proyektor genggam. Meskipun kategori display ini lebih besar dari *head-worn display*, saat ini merupakan kinerja terbaik untuk memperkenalkan AR ke pasar karena biaya produksi yang rendah dan mudah digunakan. Misalnya, *video see-through* genggam AR bertindak sebagai kacamata pembesar mungkin didasarkan pada produk konsumen yang ada sepeti telepon genggam (Gambar 2.4a) yang menunjukkan objek 3D, atau *personal digital assistant* (PDA) (Gambar 2.4b) dengan misalnya informasi navigasi.



Gambar 2-6 *Hand-held video see-through display*

9. *Spatial*

Kategori terakhir display AR adalah ditempatkan secara statis di dalam lingkungan dan termasuk *video see-through display* berbasis layar, *spatial optical see-through display*, dan *projective display*. Teknik ini baik untuk presentasi dan pameran besar dengan interaksi terbatas. Cara awal membuat AR adalah didasarkan pada layar konvensional (komputer atau televisi) yang menunjukkan hasil tangkapan kamera dengan hamparan AR. Teknik ini sekarang sedang diterapkan di dunia televisi olahraga dimana lingkungan seperti kolam renang dan trek balapan didefinisikan dengan baik dan mudah untuk ditambahkan. Head-up displays (HUDs) di kokpit militer adalah bentuk dari *spatial optical see-through*

dan menjadi sebuah tambahan standar untuk mobil produksi untuk memproyeksikan arah navigasi di kaca depan mobil. Sudut pandang pengguna relatif terhadap hamparan AR hampir tidak berubah dalam kasusu ini karena ruang terbatas. *Spatial see-through display* dapat bagaimanapun muncul sejajar ketika pengguna bergerak di ruang terbuka, misalnya saat hamparan AR disajikan pada sebuah layar transparan.

2.2.4 *Unified Modeling Language* (UML)

Unified Modelling Language (UML) adalah sebuah "bahasa" yg telah menjadi standar dalam industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasikan sistem piranti lunak. UML menawarkan sebuah standar untuk merancang model sebuah sistem.

Dengan menggunakan UML kita dapat membuat model untuk semua jenis aplikasi piranti lunak, dimana aplikasi tersebut dapat berjalan pada piranti keras, sistem operasi dan jaringan apapun, serta ditulis dalam bahasa pemrograman apapun. Tetapi karena UML juga menggunakan class dan operation dalam konsep dasarnya, maka ia lebih cocok untuk penulisan piranti lunak dalam bahasa-bahasa berorientasi objek seperti C++, Java, C# atau VB.NET. Walaupun demikian, UML tetap dapat digunakan untuk modeling aplikasi prosedural dalam VB atau C.

Seperti bahasa-bahasa lainnya, UML mendefinisikan notasi dan syntax/semantik. Notasi UML merupakan sekumpulan bentuk khusus untuk menggambarkan berbagai diagram piranti lunak. Setiap bentuk memiliki makna tertentu, dan UML syntax mendefinisikan bagaimana bentuk-bentuk tersebut dapat dikombinasikan. Notasi UML terutama diturunkan dari tiga notasi yang telah ada sebelumnya: Grady Booch OOD (Object-Oriented Design), Jim Rumbaugh OMT (Object Modeling Technique), dan Ivar Jacobson OOSE (Object-Oriented Software Engineering). [6].

2.2.4.1 Diagram UML

UML menyediakan 10 macam diagram untuk memodelkan aplikasi berorientasi objek, yaitu:

1. *Use Case Diagram* untuk memodelkan proses bisnis.

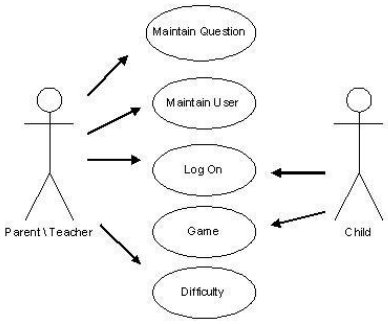
2. *Conceptual Diagram* untuk memodelkan konsep-konsep yang ada di dalam aplikasi.
3. *Sequence Diagram* untuk memodelkan pengiriman pesan (message)
4. antar objek.
5. *Collaboration Diagram* untuk memodelkan interaksi antar objek.
6. *State Diagram* untuk memodelkan perilaku objek di dalam sistem.
7. *Activity Diagram* untuk memodelkan perilaku userdan objek di dalam sistem.
8. *Class Diagram* untuk memodelkan struktur kelas.
9. *Objek Diagram* untuk memodelkan struktur objek.
10. *Component Diagram* untuk memodelkan komponen objek.
11. *Deployment Diagram* untuk memodelkan distribusi aplikasi.

Berikut akan dijelaskan 4 macam diagram yang paling sering digunakan dalam pembangunan aplikasi berorientasi objek, yaitu *use case diagram, sequence diagram, collaboration diagram,* dan *class diagram.*

2.2.4.2 Use Case Diagram

Use case diagram digunakan untuk memodelkan bisnis proses berdasarkan perspektif pengguna sistem. *Use case diagram* terdiri atas *diagram* untuk *use case* dan *actor*. *Actor* merepresentasikan orang yang akan mengoperasikan atau orang yang berinteraksi dengan sistem aplikasi.

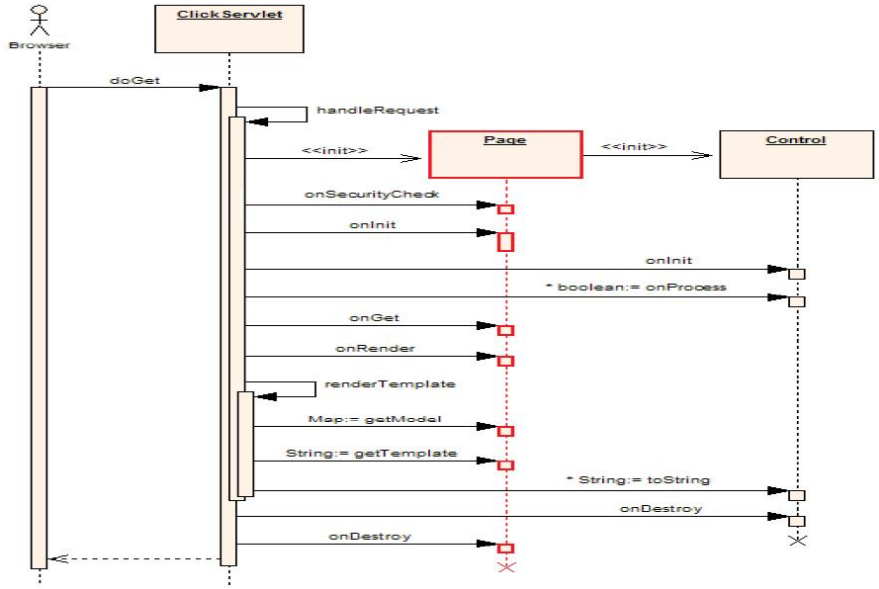
Use case merepresentasikan operasi-operasi yang dilakukan oleh *actor.Use case* digambarkan berbentuk elips dengan nama operasi dituliskan didalamnya. *Actor* yang melakukan operasi dihubungkan dengan garis lurus ke *use case.*



Gambar 2-7 *Diagram Use Case*

2.2.4.3 Sequence Diagram

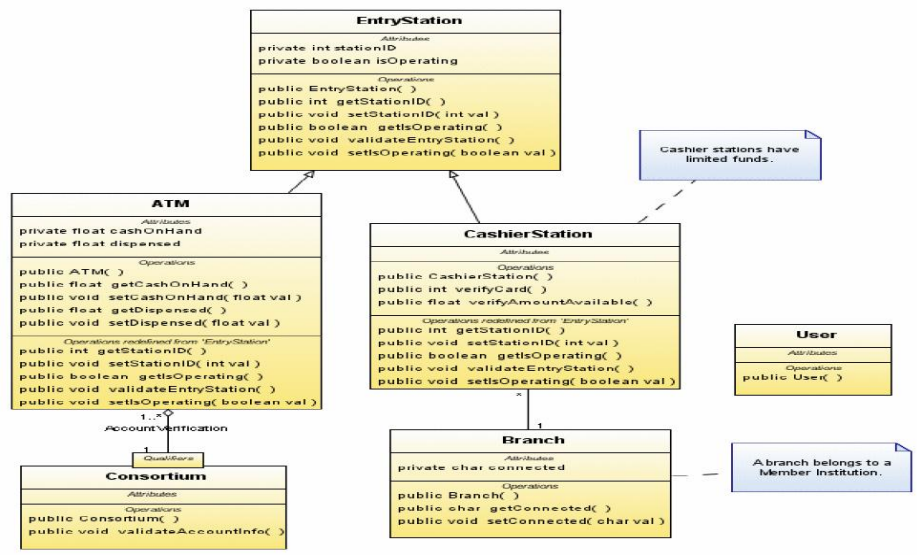
Sequence diagram menjelaskan secara detil urutan proses yang dilakukan dalam sistem untuk mencapai tujuan dari use case. Interaksi yang terjadi antar class, operasi apa saja yang terlibat, urutan antar operasi, dan informasi yang diperlukan oleh masing-masing operasi.



Gambar 2-8 *Sequence Diagram*

2.2.4.4 Class Diagram

Class diagram merupakan diagram yang selalu ada di permodelan sistem berorientasi objek. *Class diagram* menunjukkan hubungan antar *class* dalam sistem yang sedang dibangun dan bagaimana mereka saling berkolaborasi untuk mencapai suatu tujuan [6].



Gambar 2-9 *Class Diagram*

2.2.5 OpenSpace 3D

Openspace3D adalah sebuah *editor* atau *scene manager open source*. Openspace3D dapat membuat aplikasi game/simulasi 3D secara mudah tanpa terlibat secara langsung dengan programming. Openspace3D bersifat sebagai sebuah *scene manager* dan *editor* dalam pengaturan *scene*. *User* hanya perlu memasukan *resource* yang dibutuhkan seperti grafik 3D dalam bentuk *mesh* ogre, material, *texture* dan multimedia lainnya mencakup audio dan video. Untuk menghindari pemrograman yang sulit, OpenSpace3D menyediakan sebuah hubungan relasional antar objek yang terdiri dari plugin yang cukup lengkap dalam membuat suatu aplikasi 3D baik simulasi, *augmented reality* atau *game* dan masih banyak lagi fitur yang di sediakan oleh aplikasi Openspace3D ini [12].

Aplikasi OpenSpace3D ini berbasiskan bahasa pemrograman SCOL, yang merupakan bahasa pemrograman yang berasal dari Perancis dan baru-baru ini dikembangkan. OpenSpace3D menggunakan *graphic engine* OGRE 3D yang mempunyai komunitas cukup banyak tapi tidak di Indonesia. Kelemahan OpenSpace3D adalah *output*-nya yang tidak kompatibel, untuk menjalankan aplikasi, diharuskan menginstal SCOLVOY@GER, yaitu sebuah *runtime* dari SCOL [11]. Ada alasan mengapa harus menginstal Scol, karena sebenarnya Openspace3D ditujukan untuk browser, jadi aplikasi atau simulasi yang dibuat

bisa ditampilkan dalam suatu website pribadi, meskipun demikian pada versi terbaru dari OpenSpace3D telah menyediakan fasilitas untuk membuat file eksekusi sehingga menjadi sebuah aplikasi *stand alone* untuk Windows. Kelebihan lainnya dari OpenSpace3D adalah kompatibilitas dengan file multimedia lainnya seperti Video Youtube, Chatting, Mp3, Wav, SWF dan lain-lain. OpenSpace3D juga mendukung *input controller* dari joypad, keyboard, mouse, Wii Nintendo joystick, dan juga *voice controller*.

2.2.6 3D Studio Max 2010

3ds Max adalah sebuah *software* yang dikhususkan dalam pemodelan 3 dimensi ataupun untuk pembuatan animasi 3 dimensi. Selain terbukti andal untuk digunakan dalam pembuatan objek 3 dimensi, 3ds Max juga banyak digunakan dalam pembuatan desain furnitur, konstruksi, maupun desain interior. Selain itu, 3ds Max juga sering digunakan dalam pembuatan animasi atau film kartun[9].

3ds Max yang dilengkapi dengan bahasa *scripting* (MaxScript) juga terbukti ampuh untuk membuat *game* 3 dimensi, mulai dari yang sederhana hingga yang rumit sekalipun. Dengan kemampuan tersebut, banyak orang maupun instansi memanfaatkan *software* 3ds Max untuk membuat suatu desain atau iklan yang berguna sebagai media publikasi produk atau karya mereka kepada publik. 3ds Max memungkinkan pengguna untuk membuat tampilan 3 dimensi yang sangat menarik.

3ds Max memberikan tiga kemungkinan untuk menentukan sistem koordinat sebuah titik dalam ruang, yaitu dengan memperlihatkan terhadap sumbu-sumbu x, y, z dan sudut yang terjadi. Ketiga kemungkinan sistem koordinat itu ialah:

a) Koordinat *Cartesian (rectangular coordinat)*.

   Menentukan koordinat dengan menggunakan sumbu-sumbu x, y, z. yaitu (x), (y), (z). Penulisannya (0.5,0.9,0.0); (0.42,0.39,0.82)

b) Koordinat *cylindrical*

   Cara ini mengabungkan antara jarak, sudut dan koordinat sumbu z yaitu: (jarak)< (sudut),(z) Penulisannya: (.03<60.95,0.0);(0.57<43,0.82)

c) Koordinat *spherical*

Cara ini menggabungkan antara jarak dan dua sudut, dan masing-masing besaran dipisahkan dengan tanda<, yaitu: (jarak)<(sudut)<(sudut), penulisannya: (1.03<60.95<0); (1<43<55).

2.2.7 Adobe Flash

Adobe Flash (dahulu bernama Macromedia Flash) adalah salah satu perangkat lunak komputer yang merupakan produk unggulan Adobe Systems. Adobe Flash digunakan untuk membuat gambar vektor maupun animasi gambar tersebut. Berkas yang dihasilkan dari perangkat lunak ini mempunyai file extension .swf dan dapat diputar di penjelajah web yang telah dipasangi Adobe Flash Player. Flash menggunakan bahasa pemrograman bernama *ActionScript* yang muncul pertama kalinya pada Flash 5.

Sebelum tahun 2005, Flash dirilis oleh Macromedia. Flash 1.0 diluncurkan pada tahun 1996 setelah Macromedia membeli program animasi vektor bernama FutureSplash. Versi terakhir yang diluncurkan di pasaran dengan menggunakan nama 'Macromedia' adalah Macromedia Flash 8. Pada tanggal 3 Desember 2005 Adobe Systems mengakuisisi Macromedia dan seluruh produknya, sehingga nama Macromedia Flash berubah menjadi Adobe Flash.

Adobe Flash merupakan sebuah program yang didesain khusus oleh Adobe dan program aplikasi standar authoring tool profesional yang digunakan pembangunan situs web yang interaktif dan dinamis. Flash didesain dengan kemampuan untuk membuat animasi 2 dimensi yang handal dan ringan sehingga flash banyak digunakan untuk membangun dan memberikan efek animasi pada website, CD interaktif dan yang lainnya. Selain itu aplikasi ini juga dapat digunakan untuk membuat animasi logo, movie, game, pembuatan navigasi pada situs web, tombol animasi, banner, menu interaktif, interaktif form isian, e-card, screen saver dan pembuatan aplikasi-aplikasi web lainnya. Dalam Flash, terdapat teknik-teknik membuat animasi, fasilitas action script, filter, custom easing dan dapat memasukkan video lengkap dengan fasilitas playback FLV. Keunggulan yang dimiliki oleh Flash ini adalah ia mampu diberikan sedikit code pemograman baik yang berjalan sendiri untuk mengatur animasi yang ada didalamnya atau

digunakan untuk berkomunikasi dengan program lain seperti HTML, PHP, dan Database dengan pendekatan XML, dapat dikolaborasikan dengan web, karena mempunyai keunggulan antara lain kecil dalam ukuran file outputnya

Movie-movie Flash memiliki ukuran file yang kecil dan dapat ditampilkan dengan ukuran layar yang dapat disesuaikan dengan keinginan. Aplikasi Flash merupakan sebuah standar aplikasi industri perancangan animasi web dengan peningkatan pengaturan dan perluasan kemampuan integrasi yang lebih baik. Banyak *fiture-fiture* baru dalam Flash yang dapat meningkatkan kreativitas dalam pembuatan isi media yang kaya dengan memanfaatkan kemampuan aplikasi tersebut secara maksimal. Fitur-fitur baru ini membantu kita lebih memusatkan perhatian pada desain yang dibuat secara cepat, bukannya memusatkan pada cara kerja dan penggunaan aplikasi tersebut. Flash juga dapat digunakan untuk mengembangkan secara cepat aplikasi-aplikasi web yang kaya dengan pembuatan script tingkat lanjut. Di dalam aplikasinya juga tersedia sebuah alat untuk men-debug script. Dengan menggunakan code hint untuk mempermudah dan mempercepat pembuatan dan pengembangan isi *ActionScript* secara otomatis [8].

1. Action Script

ActionScript adalah bahasa pemrograman Adobe Flash yang digunakan untuk membuat animasi atau interaksi. *ActionScript* mengizinkan untuk membuat instruksi berorientasi action (lakukan perintah) dan instruksi berorientasi logic (analisis masalah sebelum melakukan perintah) .

Sama dengan bahasa pemrograman yang lain, *ActionScript* berisi banyak elemen yang berbeda serta strukturnya sendiri. Kita harus merangkainya dengan benar agar *ActionScript* dapat menjalankan dokumen sesuai dengan keinginan. Jika tidak merangkai semuanya dengan benar, maka hasil yang didapat kan akan berbeda atau file flash tidak akan bekerja sama sekali. *ActionScript* juga dapat diterapkan untuk action pada frame, tombol, movie clip, dan lain-lain. *Action frame* adalah *action* yang diterapkan pada frame untuk mengontrol navigasi *movie*, *frame*, atau objek lain-lain.

Salah satu fungsi *ActionScript* adalah memberikan sebuah konektivitas terhadap sebuah objek, yaitu dengan menuliskan perintah-perintah didalamnya. Tiga hal yang harus diperhatikan dalam *ActionScript* yaitu:

1. *Event*

   Event merupakan peristiwa atau kejadian untuk mendapatkan aksi sebuah objek. *Event* pada Adobe Flash Professional CS4 ada empat, yaitu:

   a. *Mouse Event*

   Event yang berkaitan dengan penggunaan mouse.

   b. *Keyboard Event*

   Kejadian pada saat menekan tombol *keyboard*.

   c. *Frame Event*

   Event yang diletakan pada *keyframe*.

   d. *Movie Clip Event*

   Event yang disertakan pada movie clip.

2. Target

   Target adalah objek yang dikenai aksi atau perintah. Sebelum dikenai aksi atau perintah, sebuah objek harus dikonversi menjadi sebuah simbol dan memiliki nama instan. Penulisan nama target pada skrip harus menggunakan tanda petik ganda (” ”) .

3. *Action*

   Pemberian *action* merupakan langkah terakhir dalam pembuatan interaksi antar objek. *Action* dibagi menjadi dua antara lain:

   a. *Action Frame*: adalah action yang diberikan pada *keyframe*. Sebuah *keyframe* akan ditandai dengan huruf a bila pada *keyframe* tersebut terdapat sebuah *action*.
   b. *Action Objek*: adalah *action* yang diberikan pada sebuah objek, baik berupa tombol maupun movie clip.

2.2.8 Pemrograman Berorientasi Objek

Analisis dan desain berorientasi objek adalah cara baru dalam memikirkan suatu masalah dengan menggunakan model yang dibuat menurut konsep sekitar dunia nyata. Dasar pembuatan adalah objek, yang merupakan

kombinasi antara struktur data dab perilaku dalam suatu entitas. Model berorientasi objek bermanfaat untuk memahami masalah, komunikasi dengan ahli aplikasi, pemodelan suatu organisasi, meyiapkan dokumentasi serta perancangan program dan basis data. Pertama-tama suatu model analisis dibuat untuk menggambarkan aspek dasar dari domain aplikasi, dimana model tersebut berisi objek yang terdapat dalam domain aplikasi termasuk deskripsi dari keterangan objek dan perilakunya.

Secara spesifik, pengertian berorientai objek berarti bahwa mengorganisasi perangkat lunak sebagai kumpulan dari objek tertentu yang memiliki struktur data dan perilakunya. Hal ini yang membedakan dengan pemograman konvensional dimana struktur data dan perilaku hanya berhubungan secara terpisah. Terdapat beberapa cara untuk menentukan karateristik dalam pendekatan berorientasi objek, tetapi secara umum mencakup empat hal, yaitu identifikasi, klasifikasi, *polymorphism* (polimorfisme) dan *inheritance* (pewarisan) [6].

1. Karakterisitik Metodologi Berorientasi Objek

Metodologi pengembangan sistem berorientasi objek mempunyai tiga karateristik utama [6], yaitu:

a. *Encapsulation*

Encapsulation (pengkapsulan) merupakan dasar untuk pembatasan ruang lingkup program terhadap data yang diproses. Data dan prosedur atau fungsi dikemas dalam bersama-sama dalam suatu objek, sehingga prosedur atau fungsi lain dari luar tidak dapat mengaksesnya. Data terlindung dari prosedur atau objek lain kecuali prosedur yang berada dalam objek itu sendiri.

b. *Inheritance*

Inheritance (pewarisan) adalah teknik yang menyatakan bahwa anak dari objek akan mewarisi atribut dan metoda dari induknya langsung. Atribut dan metoda dari objek induk diturunkan kepada anak objek,

demikian seterusnya. Pendefinisian objek dipergunakan untuk membangun suatu hirarki dari objek turunannya, sehingga tidak perlu membuat atribut dan metoda lagi pada anaknya, karena telah mewarisi sifat induknya.

c. *Polymorphism*

Polymorphism (polimorfisme) yaitu konsep yang menyatakan bahwa sesuatu yang sama dapat mempunyai bentuk dan perilaku berbeda. Polimorfisme mempunyai arti bahwa operasi yang sama mungkin mempunyai perbedaan dalam kelas yang berbeda.

2.2.9 Studi Literatur

Banyak penelitian yang sebelumnya dilakukan mengenai *augmented reality*. Dalam upaya untuk pengembangan *augmented reality* ini perlu dilakukan studi pustaka sebagai salah satu dari penerapan *augmented reality* sebagai media pembelajaran. Diantaranya adalah mengidentifikasikan kesenjangan (*identify gaps*), menghindari pembuatan ulang (*reinventing the wheel*), mengidentifikasikan metode yang pernah dilakukan, meneruskan penelitian sebelumnya, serta mengetahui orang lain yang spesialisasi dan area penelitiannya sama di bidang ini. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan oleh Lusi Tri Indah, yang berjudul "*Augmented Reality* Untuk Pengenalan Huruf Hijaiyah Menggunakan Openspace3D". Pembahasan dalam penulisan ilmiah ini, penulis memfokuskan pengimplementasian *augmented reality* dalam pengenalan huruf-huruf hijaiyah yang bertujuan untuk menunjang kebutuhan dalam mempelajari huruf hijaiyah dan baca tulis AlQur'an. Selain itu untuk menambah daya tarik dan mempermudah dalam menghafal huruf hijaiyah.
2. Penelitian ini dilakukan oleh Mukhlis Yuzti Perdana, Yuli Fitrisia dan Yusapril Eka Putra yang berjudul "Aplikasi *Augmented Reality* Pembelajaran Organ Pernapasan Manusia Pada Smartphone Android". Penelitian ini membahas mengenai bagaimana memanfaatkan teknologi

AR untuk menjadi alat/media belajar. Dengan pemanfaatan teknologi AR ini, diharapkan akan membuat pemahaman siswa menjadi lebih baik dibandingkan dengan hanya melalui media buku yang biasanya hanya akan mengerti teorinya saja. Sedangkan jika menggunakan alat bantu peraga, biayanya yang cukup mahal dan alat peraga juga memiliki keterbatasan dalam jumlah dan fungsinya.

3. Penelitian ini dilakukan oleh Akhmad Afisuunani, Akuwan Saleh, M. dan Hasbi Assidiqi yang berjudul "Multi Marker *Augmented Reality* untuk Aplikasi *Magic Book*". Penelitian ini membahas mengenai pembuatan *magic book* dengan model animasi 3D, terdapat tiga bagian dari *magic book* tersebut, yaitu: menulis, membaca dan mewarnai. Pada bagian menulis, pengguna harus menggabungkan titik-titik berbentuk huruf menggunakan pensil yang merupakan bagian dari marker. Apabila titik-titik sudah terhubung dari ujung ke ujung, maka program akan mengenai marker sehingga objek berupa huruf-huruf 3D akan muncul diatas marker yang bisa dilihat pada layar monitor. Sebenarnya, dalam penelitian ini lebih ditekankan kepada pemanfaatan multi marker sehingga animasi yang dibuat lebih interaktif dan lebih *real*.

Dari tiga penelitian tersebut, telah ada penelitian mengenai *augmented reality*, *Augmented Reality* Untuk Pengenalan Huruf Hijaiyah Menggunakan Openspace3d, pembuatan *magic book*, serta pembelajaran organ pernapasan manusia dengan AR pada smartphone android. Tetapi, dapat disimpulkan belum ada peneliti yang secara khusus membahas atau mengatasi masalah media pembelajaran baru dengan memanfaatkan AR dengan materi/topik yang diambil yaitu sistem peredaran darah pada manusia.