

**IMPLEMENTASI *SPATIAL AUGMENTED REALITY*
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PEREDARAN
DARAH MANUSIA**



TUGAS AKHIR

*Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan
Untuk menyelesaikan program Strata-1 Departemen Teknik Informatika
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Makassar*

Disusun Oleh :

CINDY OKTAVIANI LOLO BULAN

D421 14 509

DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

HALAMAN PENGESAHAN

**Implementasi Spatial Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran
Sistem Peredaran Darah Manusia**

Oleh :

CINDY OKTAVIANI LOLO BULAN

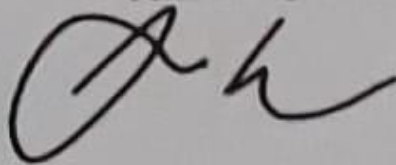
D421 14 509

Skripsi ini telah di pertahankan pada Ujian Akhir Sarjana tanggal 31 Agustus 2020.
Diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S1 Teknik Informatika Departemen Teknik Informatika
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Makassar, 31 Agustus 2020

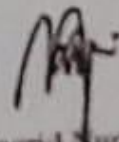
Disetujui Oleh :

Pembimbing I.



Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc.
Nip. 19640427 198910 1 002

Pembimbing II.



Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, M.T.
Nip. 19610813 198811 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : CINDY OKTAVIANI LOLO BULAN

NIM : D421 14 509

Program Studi : S1 Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang berjudul :

IMPLEMENTASI *SPATIAL AUGMENTED REALITY* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PEREDARAN DARAH MANUSIA

Adalah karya ilmiah saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah di ajukan/ditulis/diterbitkan sebelumnya. Kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan di sebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata di dalam naskah skripsi ini terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2000, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Makassar, 01 Desember 2020

Yang Membuat Pernyataan



CINDY OKTAVIANI LOLO BULAN

ABSTRAK

Augmented Reality (AR) berguna sebagai alat media, alat peraga dan juga dapat menjadi bahan pembelajaran untuk memudahkan user dalam memahami sistem peredaran darah yang terjadi pada manusia. *Augmented Reality* dapat membantu dalam membuat objek yang sulit dan mengubahnya menjadi model 3D, sehingga memudahkan untuk memahami konten yang abstrak dan sulit. Dalam tugas akhir ini, penulis menciptakan aplikasi yang bertujuan untuk membantu pemahaman mengenai sistem peredaran darah yang terjadi pada manusia dan membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik. Adapun cara yang dilakukan yaitu dengan menciptakan objek 3D yang mirip dengan sistem peredaran darah manusia, kemudian 3D akan digabungkan dengan boneka yang ditetapkan sebagai penanda atau marker, dimana marker boneka yang telah ditetapkan yaitu berukuran 81cm dan dengan menggunakan teknik *spatial augmented reality* yaitu teknik yang menggabungkan citra yang terintegrasi secara langsung ke dunia nyata dengan menggunakan *projektor digital*, maka aplikasi ini dapat dilihat dan digunakan bersama-sama dalam proses pembelajaran di kelas. Untuk melihat keberhasilan dalam aplikasi maka dilakukan pengujian dengan menggunakan kuesioner, yaitu memilih 10 siswi SMK Kesehatan Mega Rezeki Makassar. Dimana hasil dari pengujian didapatkan sistem ini mampu meningkatkan minat dan ketertarikan belajar siswa dengan hasil 100%. Adapun pengujian aplikasi lainnya yaitu dengan melakukan *blackbox testing* yaitu metode pengujian yang mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak. Sementara itu, dalam perhitungan posisi teknik *spatial augmented reality* dilakukan dengan cara menentukan letak proyektor, *smartphone* dan marker, agar nantinya cahaya yang diproyeksikan melalui proyektor akan tepat berada pada marker boneka. Hasil jarak yang didapatkan yaitu dengan marker boneka yang berukuran 81cm yang diletakkan pada ketinggian 69cm memiliki jarak ke *smartphone* yaitu 105cm dengan tinggi letak *smartphone* 98cm, sedangkan jarak dari boneka marker ke proyektor yaitu 230cm dengan tinggi letak proyektor yaitu 126 cm, adapun ketinggian dari kemiringan proyektor yaitu 5,5cm dengan panjang kemiringan 29,04cm yang membentuk sudut 10.8° .

Kata Kunci : Spatial Augmented Reality, Sistem Peredaran Darah Manusia, Marker, Boneka.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya kepada kita, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu, yang kami beri Judul **“Implementasi *Spatial Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Sistem Peredaran Darah Manusia ”**

Tujuan dari penyusunan skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat untuk bisa menempuh ujian sarjana pendidikan pada Fakultas Teknik Departemen Teknik Informatika di Universitas Hasanuddin.

Didalam pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu, disini penulis sampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. **Tuhan YME**, atas segala rahmat dan pertolongan-Nya untuk memudahkan segala urusan dalam pembuatan skripsi.
2. **Kedua orang tua, dan adik** atas segala doa, kasih sayang , dukungan material serta motivasi yang diberikan selama pembuatan hingga penyelesaian skripsi.
3. **Bapak Dr.Ir.Zahir Zainuddin,M.Sc.** selaku pembimbing I dan **Ibu Dr. Ir. Ingrid Nurtanio, M.T.** selaku pembimbing II atas kesabarannya dan kebaikannya memberikan bimbingan, bantuan dan arahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. **Bapak Dr.Amil Ahmad Ilham, ST., M.IT** selaku Ketua Departemen Teknik Informatika atas segala bimbingan dan dukungan selamapenyelesaian tugas akhir ini.
5. **Seluruh jajaran Dosen dan Staf Fakultas Departement Teknik Informatika Universitas Hasanuddin.**

6. **Teman-teman Departemen Teknik Informatika, Angkatan 2014**, terima kasih atas momen-momen indah yang terajut selama kuliah dan segala bantuan serta ide- ide yang di berikan dalam menyelesaikan tugas akhir.

7. **Oh Sehun , Kim Jong in. Park Chanyeol, Kyungso, Baek Hyun , Suho , Zhang Yizing , Kim Jong dae, Kim Min Seok (EXO)** terimakasih untuk lagu- lagu yang telah menyemangati saya dalam menyusun skripsi saya sampai akhir.

8. **Bapak Dr. Ronald Pattilima** yang bersedia di wawancarai mengenai sistem peredaran darah pada manusia.

9. **Adik – Adik dari SMK Kesehatan Mega Rezky Makassar**, terima kasih telah meluangkan waktu dan bersedia untuk mengisi kuesioner dalam penelitian skripsi saya.

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu memberikan dukungan.

Semoga TuhanYang Maha Esa memberikan berkat yang limpah, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, kritik dan saran dari pembaca sekalian akan diterima dengan senang hati.

Makassar, 20 Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Media Pembelajaran	7
2.1.2 Sistem Sirkulasi Peredaran darah manusia.....	14
2.1.3 Sejarah Augmented Reality	25
2.1.4 Pengertian Augmented reality	26
2.1.5 Metode Augmented Reality.....	28
2.1.6 Teknik Augmented Reality	32
2.1.7 Spatial Augmented Reality.....	40
2.1.8 Unity	41
2.1.9 Blender 3D.....	42
2.1.10 Metode Pengembangan Perangkat Lunak	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	45
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	45

3.2 Metode Waterfall	45
3.3 Tahapan Penelitian	46
3.4 Analisis Kebutuhan Sistem	47
3.4.1 Analisis dan Kebutuhan Aplikasi	48
3.4.2 Analisis Kelayakann Sistem	48
3.5 Metode Pengumpulan Data	49
3.6 Rancangan Struktural	50
3.7 Desaiin Aplikasi	60
3.7.1 Pembuatan Halaman Awal.....	67
3.7.2 Pembuatan Halaman Dialog.....	69
3.7.3 Pembuatan Halaman Menu.....	70
3.7.4 Pembuatan Halaman Pembuluh darah.....	70
3.7.5 Pembuatan Halaman Sistem Sirkulasi Darah.....	71
3.7.5.1 Pembuatan Halaman Dialog Sirkulasi Pulmonal	72
3.7.5.2 Pembuatan Halaman Dialog Sirkulasi Sistemik	72
3.7.6 Pembuatan Halaman Batuan	73
3.7.7 Pembuatan Halaman Augmented Reality	74
3.7.7.1 Pembuatan Animasi 3D Objek	74
3.7.7.2 Pembuatan Halaman Augmented Reality di Unity	79
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	90
4.1 Gambaran Umum Aplikasi	90
4.2 Pengujian Sistem.....	90
4.2.1 Pengujiaan Button.....	90
4.2.2 Pengujian Pendeteksian Berdasarkan Marker	94
4.2.3 Pengujian Spesifikasi Perangkat Android	109
4.2.4 Hasil Uji Kuesioner.....	111
BAB V PENUTUP.....	123
5.1 Kesimpulan	123
5.2 Saran	124
DAFTAR PUSTAKA	125
LAMPIRAN	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daya Serap Pancaindera Manusia	9
Gambar 2.2 Kerucut edgar dale.....	10
Gambar 2.3 Eritrosit.....	17
Gambar 2.4 Leukosit.....	19
Gambar 2.5 Jantung.....	20
Gambar 2.6 Pembuluh dara kapiler.....	24
Gambar 2.7 Sistem Peredaran Darah.....	25
Gambar 2.8 Gambaran Umum Augmented Reality.....	28
Gambar 2.9 Gambaran Umum Marker Pada Augmented Reality	29
Gambar 2.10 Tampilan Markerless AR.....	29
Gambar 2.11 Gambar Diagram Opaque HMD	33
Gambar 2.12 Contoh Opaque HMD.....	34
Gambar 2.13 Diagram See-through HMD.....	35
Gambar 2.14 Aplikasi AR pada smartphone.....	36
Gambar 2.15 Screen-Based Video See-Through Displays.....	37
Gambar 2.16 Metode Waterfall.....	44
Gambar 3.1 Metode Waterfall.....	45
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	46
Gambar 3.3 Flowchart sistem aplikasi AR Peredaran Darah.....	51
Gambar 3.4 Gambar Lanjutan flowchart sistem aplikasi AR peredaran darah.....	51
Gambar 3.5 Gambar lanjutan dlowchart sistem aplikasi AR.....	52
Gambar 3.6 Gambar lanjutan.....	52
Gambar 3.7 Gambar lanjutan flowchart.....	53
Gambar 3.8 Usecase Diagram.....	57
Gambar 3.9 Halaman Menu Awal	67

Gambar 3.10 Halaman Dialog.....	69
Gambar 3.11 Halaman Menu.....	70
Gambar 3.12 Halaman Menu Pembuluh Darah.....	71
Gambar 3.13 Halaman Menu Sistem Sirkulasi Darah.....	71
Gambar 3.14 Gambar Halaman Dialog Sistem Sirkulasi Pulmonal.....	72
Gambar 3.15 Gambar Halaman Dialog Sistem Sirkulasi Sistemik.....	73
Gambar 3.16 Halaman Bantuan.....	73
Gambar 3.17 Model 3D Jantung.....	75
Gambar 3.18 Model 3D Aliran Darah Manusia Bagian Badan.....	75
Gambar 3.19 Model 3D Aliran Darah Manusia Bagian Kepala.....	75
Gambar 3.20 Model 3D Aliran Darah Manusia Bagian Kaki.....	76
Gambar 3.21 Model 3D Aliran Darah Manusia Bagian Tangan Kanan.....	76
Gambar 3.22 Model 3D Aliran Darah Manusia Bagian Tangan Kiri.....	76
Gambar 3.23 Model 3D Aliran Darah Manusia Vena.....	77
Gambar 3.24 Model 3D Aliran Darah Manusia Arteri.....	77
Gambar 3.25 Model 3D Aliran Darah Manusia.....	77
Gambar 3.26 Pembuatan Model 3D Panah Pink.....	78
Gambar 3.27 Pembuatan Model 3D Panah Biru.....	78
Gambar 3.28 Pembuatan Model 3D Panah Hijau.....	79
Gambar 3.29 Membuat Scene.....	79
Gambar 3.30 Memasukkan Animasi.....	80
Gambar 3.31 Memasukkan animasi 3D aliran darah dan menggabungkan 3D panah	80
Gambar 3.32 Marker Boneka.....	81
Gambar 3.33 Marker di Vuforia.....	81
Gambar 3.34 Vuforia Engine Configuration , App Lisence Key.....	82
Gambar 3.35 Menggabungkan Marker dan animasi 3D.....	82
Gambar 3.36 Halaman AR Darah	83
Gambar 3.37 Animasi Panah Darah.....	83
Gambar 3.38 Halaman AR Jantung.....	84

Gambar 3.39 Animasi Jantung.....	84
Gambar 3.40 Halaman AR Kapiler.....	84
Gambar 3.41 Animasi jantung dan panah kapiler.....	85
Gambar 3.42 Halaman AR vena.....	85
Gambar 3.43 Animasi panah vena.....	86
Gambar 3.44 Halaman AR arteri.....	86
Gambar 3.45 Animasi panah arteri.....	86
Gambar 3.46 Halaman AR sistemik.....	87
Gambar 3.47 Animasi panah sistemik.....	87
Gambar 3.48 Halaman AR pulmonal.....	88
Gambar 3.49 Animasi panah pulmonal.....	88
Gambar 3.50 Proses build APK	89
Gambar 4.1 Halaman darah pada marker kertas.....	94
Gambar 4.2 Halaman jantung pada marker kertas	94
Gambar 4.3 Halaman arteri pada marker kertas.....	95
Gambar 4.4 Halaman vena pada marker kertas.....	95
Gambar 4.5 Halaman kapiler pada marker kertas.....	95
Gambar 4.6 Halaman sirkulasi plumonal pada marker kertas.....	96
Gambar 4.7 Halaman sirkulasi sistemik pada marker kertas.....	96
Gambar 4.8 Marker Boneka.....	96
Gambar 4.9 Halaman darah pada marker boneka	97
Gambar 4.10 Halaman jantung pada marker jantung.....	97
Gambar 4.11 Halaman arteri pada marker boneka	97
Gambar 4.12 Halaman vena pada marker boneka.....	98
Gambar 4.13 halaman kapiler pada marker boneka	98
Gambar 4. 14 Halaman sirkulasi plumonal pada marker boneka.....	98
Gambar 4.15 Halaman sirkulasi sistemik pada marker boneka.....	99
Gambar 4.16 Alat Anycast Wifi Display Receiver.....	99
Gambar 4.17 Tripod.....	100

Gambar 4.18 Projektor.....	100
Gambar 4.19 Smartphone	100
Gambar 4.20 Pegukuran jarak	101
Gambar 4. 21 Gambaran umum perhitungan jarak SAR.....	101
Gambar 4.22 Kemiringan projector	102
Gambar 4.23 Cara kerja menggunakan Proyektor	103
Gambar 4.25 Gambar perhitungan jarak projector	104
Gambar 4.26 Gambar sudut hasil dari cahaya projektor.....	106
Gambar 4.27 Hasil AR Halaman Darah Menggunakan Proyektor	107
Gambar 4.28 Hasil AR Halaman Jantung Menggunakan Proyektor.....	107
Gambar 4.29 HasilAR Halaman Kapiler Menggunakan Proyektor	107
Gambar 4.30 HasilAR Halaman Arteri Menggunakan Proyektor.....	108
Gambar 4.31 HasilAR Halaman Vena Menggunakan Proyektor.....	108
Gambar 4.32 HasilAR Halaman Plumonal Menggunakan Proyektor	108
Gambar 4.32 HasilAR Halaman Sistemik Menggunakan Proyektor	109
Gambar 4.33 Pengujian pada perangkat android halaman menu	110
Gambar 4.34 Gambar perbandingan menggunakan handphone berbeda.....	110
Gambar 4.35 Gambar perbandingan menggunakan handphone berbeda.....	111
Gambar 4.36 Tanggapan user untuk pertanyaan pertama.....	112
Gambar 4.37 Tanggapan user untuk pertanyaan kedua	113
Gambar 4.38 Tanggapan user untuk pertanyaan ketiga	114
Gambar 4.39 Tanggapan user untuk pertanyaan keempat.....	115
Gambar 4.40 Tanggapan user untuk pertanyaan kelima.....	116
Gambar 4.41 Tanggapan user untuk pertanyaan keenam.....	117
Gambar 4.42 Tanggapan user untuk pertanyaan ketujuh	117
Gambar 4.43 Tanggapan user untuk pertanyaan kedelapan	118
Gambar 4.44 Tanggapan user untuk pertanyaan kesembilan	119
Gambar 4.45 Tanggapan user untuk pertanyaan kesepuluh	120
Gambar 4.46 Proses Uji Coba AR.....	121

Gambar 4.47 Proses Uji Coba AR	121
Gambar 4.48 Proses Uji Coba AR.....	121

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 <i>Use case diagram</i>	57
Tabel 3.2 Skenario Fungsi Start	58
Tabel 3.3 Skenario Fungsi About	60
Tabel 3.4 Skenario Fungsi Exit	60
Tabel 3.5 Tabel 3.5 Pemilihan Penjelasan.....	61
Table 4.1 Tabel Hasil Uji Kuesioner Pertanyaan Pertama	112
Table 4.2 Tabel Hasil Uji Kuesioner Pertanyaan Kedua.....	113
Table 4.3 Tabel Hasil Uji Kuesioner Pertanyaan Ketiga.....	114
Table 4.4 Tabel Hasil Uji Kuesioner Pertanyaan Keempat	115
Table 4.5 Tabel Hasil Uji Kuesioner Pertanyaan Kelima.....	115
Table 4.6 Tabel Hasil Uji Kuesioner Pertanyaan Keenam.....	116
Table 4.7 Tabel Hasil Uji Kuesioner Pertanyaan Ketujuh	117
Table 4.8 Tabel Hasil Uji Kuesioner Pertanyaan Kedelapan.....	118
Table 4.9 Tabel Hasil Uji Kuesioner Pertanyaan Kesembilan.....	119
Table 4.10 Tabel Hasil Uji Kuesioner Pertanyaan Kesepuluh.....	120

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan hal yang sangat penting untuk manusia karena dapat menciptakan manusia yang berkualitas, berintelektual dan jauh dari kebodohan. Negara telah mengatur Hak setiap Warga Negara Indonesia untuk mendapat pendidikan sebagai sarana dalam meningkatkan kualitas hidupnya yaitu pada UUD pasal 28 C ayat 1 dan 2 dan pasal 31 ayat 1 dan 2. Jalur pendidikan adalah wahana/alat/sarana bagi peserta didik untuk mengembangkan potensi diri dalam suatu proses pendidikan yang sesuai dengan tujuan pendidikan. Jalur pendidikan terdiri atas pendidikan formal, nonformal dan informal yang dapat saling melengkapi dan memperkaya. Walaupun pendidikan sangat penting karena sekarang ini kita sudah masuk kedalam Globalisasi dan Negara telah mengatur Hak setiap Warga Negara Indonesia untuk mendapat pendidikan, tidak sedikit yang berpendapat bahkan meyakini bahwa pendidikan bukanlah hal yang penting dalam kehidupan ini (Eva Yunliana, 2016).

Proses permasalahan pembelajaran yang ditemukan adalah: (1) siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran; (2) kurang adanya minat siswa dalam mata pelajaran Biologi; (3) guru lebih sering menggunakan metode ceramah; (4) siswa merasa jenuh karena penyampaian materi yang monoton; (5) tingkat pemahaman siswa terhadap pelajaran Biologi masih rendah (Siti, 2014).

Penelitian Aritonang (2008) dengan judul minat dan motivasi dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Berdasarkan hasil survey siswa hanya berminat pada tiga mata pelajaran saja. Hal ini sangat disayangkan karena semua 2 mata pelajaran di sekolah sangat diperlukan dalam penentuan naik atau tidaknya siswa ke jenjang selanjutnya dan mencapai hasil belajar yang baik sehingga berguna untuk masa depan mereka. Faktor yang paling utama yang menentukan apakah siswa akan berminat dan termotivasi untuk belajar adalah faktor dari guru sendiri. Guru sebagai fasilitator harus mampu memilih dan mengolah metode, strategi dan motif mengajar

yang dapat meningkatkan minat belajar siswa dan guru terlibat langsung dalam proses belajar-mengajar.

Siswa SMP cenderung tertarik dengan pembelajaran yang bersifat konkret dan menyenangkan. Hal tersebut dapat diatasi dengan menggunakan praktikum agar siswa dapat menemukan sendiri konsep pada materi tersebut. Salah satu contoh alat praktikum yang sudah ada adalah alat destilasi. Sebenarnya ada alat destilasi yang dapat digunakan untuk memperjelas materi namun alat tersebut berharga tinggi. Hal ini mengakibatkan hanya sedikit sekolah yang memiliki alat destilasi sehingga diperlukan alat peraga yang dapat digunakan untuk memperagakan alat tersebut. Selain mahal harga alat destilasi, kurang lengkapnya multimedia merupakan alasan utama pengembangan alat peraga (Dharis, 2015).

Pada tahun 2011 jumlah sekolah menengah atas 11.306 tersebar di seluruh Indonesia, dari jumlah tersebut sebagian berada di daerah-daerah terpencil atau kepulauan yang sulit transportasi dan sarana pendukung lainnya. Pada umumnya sekolah-sekolah tersebut sangat kurang sarana dan prasarana khususnya peralatan laboratorium IPA, sedangkan kurikulum tingkat satuan pendidikan mewajibkan ujian praktik bagimata pelajaran IPA (Fisika, Kimia dan Biologi). Keberadaan peralatan laboratorium IPA merupakan sarana yang harus diupayakan guna meningkatkan mutu pembelajaran IPA di sekolah. Keterbatasan sarana ini dapat dipenuhi dengan menggunakan alat peraga IPA sederhana yang bahan- bahannya mudah didapat di sekitar sekolah, tanpa mengu-rangi pemahaman terhadap konsep pembelajaran IPA (Totok, 2011).

Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti menerapkan teknologi Augmented reality dalam menunjang proses pembelajaran dimana desain 3 dimensi dapat menggantikan alat peraga sehingga biaya yang dikeluarkan lebih murah dibandingkan membeli objek penelitian dan proses belajar lebih menarik, menyenangkan, dan interaktif (Ihsan, 2018).

Pendidikan adalah satu bentuk perwujudan kebudayaan manusia yang dinamis dan syarat perkembangan . Oleh karena itu, perubahan atau perkembangan

pendidikan adalah hal memang seharusnya terjadi sejalan dengan perubahan budaya kehidupan. Perubahan dalam arti perbaikan pendidikan pada semua tingkat perlu terus menerus dilakukan sebagai antisipasi kepentingan masa depan (Trianto, 2009).

Suatu hal yang tentunya menjadi gebrakan di dunia pendidikan dalam ajang peningkatan potensi pelajar. Selain itu gelombang kemajuan dan perkembangan teknologi dalam bidang pendidikan telah membawa perubahan pada kehidupan dan gaya hidup pelajar yang lebih dinamis. Dengan adanya hal tersebut, maka pelajar senantiasa menghidupkan dan menyalurkan semangat untuk mengeksplorasi ilmu yang belum diketahui (Arnaldi Nasrum , 2015).

Tuntutan kerja abad 21 menghendaki pekerja untuk memiliki berbagai keterampilan terkait, seperti berpikir kreatif, pemecahan masalah dan berkomunikasi. Hal ini sebagaimana dinyatakan oleh National Education Association (2012) bahwa jika siswa ingin bersaing di era global maka mereka harus memiliki kemampuan berkomunikasi (*Communication*), berkolaborasi (*Collaboration*), berpikir kritis (*Critical Thinking*), dan kreativitas (*Creativity*) atau dikenal dengan 4C.

Dalam kenyataannya proses pembelajaran yang dilakukan guru di Indonesia belum mengarahkan siswanya untuk mampu berpikir tingkat tinggi yang merupakan tuntutan kerja abad 21 sebagaimana tercermin dari hasil PISA (Program Penilaian Pelajar Internasional) tahun 2015 dimana Indonesia berada pada urutan 63 dari 72 negara yang di survey. Hal ini tentunya menjadi tantangan bagi guru IPA untuk melakukan proses pembelajaran yang dapat merangsang siswa untuk mengembangkan kemampuan siswa di bidang sains dan matematika lebih baik lagi (Lim, 2019).

Teknologi *Augmented Reality* (AR) merupakan teknologi yang memungkinkan penambahan citra sintetis ke dalam lingkungan nyata. AR memungkinkan pengguna melihat obyek virtual 3D yang ditambahkan ke dalam lingkungan nyata. AR memiliki tiga keunggulan yang menyebabkan teknologi ini dipilih oleh banyak pengembang, yaitu: dapat memperluas persepsi *user* mengenai suatu obyek dan memberikan '*user experience*' terhadap obyek 3D yang ditampilkan; memungkinkan user melakukan interaksi yang tidak dapat dilakukan di dunia nyata; dan memungkinkan untuk

menggunakan beragam *tools* (perangkat) sesuai kebutuhan dan ketersediaan (Ossy Dwi , 2013).

Hasil pengujian lapangan juga menunjukkan hasil yang signifikan. Hasil pengujian lapangan menunjukkan bahwa media yang dikembangkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada sains dilihat dari aspek kognitif, aspek afektif dan aspek psikomotor (Riyadi , 2019).

Memindahkan layar datar ke dunia fisik adalah sebuah tren HCI (*human-computer interaction*) yang sedang berlangsung. *Spatial augmented reality* (SAR) menambah dunia nyata menggunakan proyektor. Digunakan di berbagai disiplin ilmu, terutama dalam lingkungan desain dan kreatif seperti pembuatan prototipe dan instalasi artistik. SAR juga disebut "proyeksi *augmented reality*" (Joan Sol Roo, 2016).

Berdasarkan dengan uraian di atas penulis ingin merancang aplikasi sistem peredaran darah manusia menggunakan *augmented reality*, dimana diharapkan dapat menjadi sarana dalam pembelajaran dalam sistem peredaran darah manusia, dengan menggunakan teknik *spatial augmented reality* . Oleh karena itu tugas akhir yang akan di lakukan berjudul **“Implementasi Spatial Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Sistem Peredaran Darah Manusia”** .

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang , maka permasalahan pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana membangun aplikasi sebagai media pembelajaran sistem peredaran Manusia menggunakan *augmented reality* dengan teknik *spatial augmented reality* ?
2. Bagaimana pengaruh aplikasi *augmented reality* sistem peredaran darah terhadap siswa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan akhir dari penelitian ini yaitu :

1. Menghasilkan aplikasi yang dapat membantu pemahaman siswa mengenai sistem peredaran darah yang terjadi pada manusia dengan cara memberikan objek 3D yang mirip dengan sistem peredaran darah manusia dan menggunakan teknik *spatial augmented reality* di mana menggabungkan *action figur* langsung dengan citra yang terintegrasi langsung ke dunia nyata sehingga pelajar akan dapat secara langsung berinteraksi dengan cara citra di proyeksikan ke lingkungan nyata dengan menggunakan *Proyektor Digital*.
2. Membuat aplikasi sistem peredaran darah yang dapat membuat menambah minat belajar siswa dalam mempelajari sistem peredaran darah pada manusia dengan menggunakan 3D animasi .

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan diharapkan manfaat yang di dapatkan, sebagai berikut :

1. Bagi pendidikan, diharapkan dapat menjadi media dan bahan pembelajaran yang efektif dalam pembelajaran sistem peredaran darah.
2. Bagi mahasiswa, aplikasi ini diharapkan dapat menjadi referensi dan acuan untuk memahami proses pengaplikasian *Augmented Reality* dengan menggunakan teknik *Spatial Augmented Reality*.

1.5 Batasan Masalah

1. Pembuatan AR menggunakan metode *marker* dan teknik *spatial augmented reality*
2. Menggunakan bahasa pemrograman *C#, Unity , Vuforia , Android SDK, dan Blender* dalam pembuatan 3D .
3. Membuat animasi 3D menggunakan animation Unity.
4. Objek hanya mengenali marker yang diberikan.
5. Memiliki fitur *smart view* / perangkat pencerminan layar pada *smartphone*.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran singkat mengenai isi tulisan secara keseluruhan, maka akan diuraikan beberapa tahapan dari penulisan secara sistematis, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan secara umum mengenai hal yang menyangkut latar belakang, perumusan masalah dan batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori tentang hal-hal yang berhubungan *augmented reality*, sistem peredaran darah, *spatial augmented reality* dan hal-hal yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang perencanaan dan penerapan *augmented reality* dan pembuatan aplikasi *augmented reality* sistem peredaran manusia.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil pengolahan data serta pembahasan yang disertai tabel hasil penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Beberapa istilah yang sering digunakan dalam perancangan sistem aplikasi diuraikan sebagai berikut :

2.1.1 Media Pembelajaran

Media pembelajaran secara umum adalah alat bantu proses belajar mengajar. Segala sesuatu yang dapat dipergunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemampuan atau ketrampilan pebelajar sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar. Batasan ini cukup luas dan mendalam mencakup pengertian sumber, lingkungan, manusia dan metode yang dimanfaatkan untuk tujuan pembelajaran / pelatihan.

Sedangkan menurut Briggs (1977) media pembelajaran adalah sarana fisik untuk menyampaikan isi/materi pembelajaran seperti : buku, film, video dan sebagainya. Kemudian menurut National Education Assocation(1969) mengungkapkan bahwa media pembelajaran adalah sarana komunikasi dalam bentuk cetak maupun pandang-dengar, termasuk teknologi perangkat keras.

Posisi media pembelajaran. Oleh karena proses pembelajaran merupakan proses komunikasi dan berlangsung dalam suatu sistem, maka media pembelajaran menempati posisi yang cukup penting sebagai salah satu komponen sistem pembelajaran. Tanpa media, komunikasi tidak akan terjadi dan proses pembelajaran sebagai proses komunikasi juga tidak akan bisa berlangsung secara optimal. Media pembelajaran adalah komponen integral dari sistem pembelajaran

Dari pendapat di atas disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat menyalurkan pesan, dapat merangsang fikiran, perasaan, dan

kemauan peserta didik sehingga dapat mendorong terciptanya proses belajar pada diri peserta didik.

Pada awal sejarah pendidikan, guru merupakan satu-satunya sumber untuk memperoleh pelajaran. Di dalam perkembangan selanjutnya, sumber belajar kemudian bertambah dengan adanya buku. Penulisan buku dilandasi oleh suatu konsep dasar bahwa tidak ada sesuatu dalam akal pikiran manusia, tanpa terlebih dahulu melalui proses penginderaan. Di sisi lain, pendidik mulai menyadari perlunya sarana belajar yang dapat memberikan rangsangan dan pengalaman belajar secara menyeluruh bagi peserta didik melalui semua indera, terutama indera penglihatan dan pendengaran (Rizki ,2019).

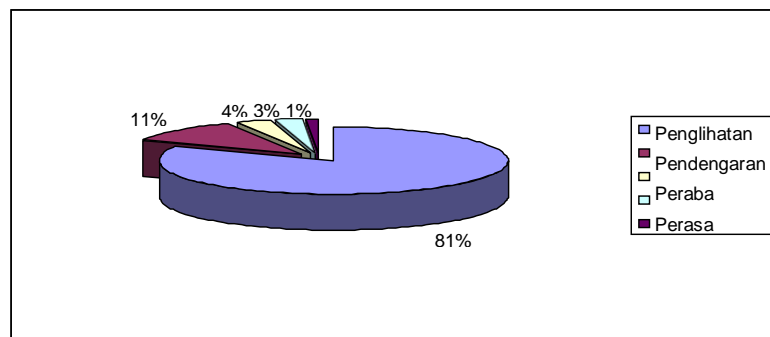
Agar penyampaian materi pelajaran dapat diterima dengan baik serta menarik bagi peserta didik (siswa), tidak cukup dengan hanya memanfaatkan indera pendengaran saja, yaitu penyampaiannya dengan metode ceramah saja atau kalimat-kalimat verbal saja, melainkan sebaiknya juga memanfaatkan alat peraga yang dapat dinikmati oleh indera penglihatan. Ada beberapa macam media pembelajaran berupa alat bantu yang sangat praktis dan umumnya tersedia di kelas, yang mampu membuat suatu kegiatan pembelajaran dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

Tujuan utama pembelajaran adalah adanya perubahan tingkah laku pada peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Perubahan tingkah laku ini dapat berupa penambahan pengetahuan (aspek kognitif), sikap aspek afektif, dan perilaku (aspek psikomotorik). Tentunya perubahan tingkah laku ini yang bersifat positif dan menuju ke arah perbaikan. Siswa menjadi lebih pintar, berbudi luhur, dan bertingkah laku yang baik.

Namun hal-hal yang sangat idealis tersebut di atas, kemungkinan tidak dapat tercapai apabila cara penyampaian pembelajaran tidak tepat. Meskipun materi pelajaran menarik siswa atau situasi lingkungan sangat mendukung, semuanya bisa

saja menemui kegagalan apabila cara penyampaian materi pelajaran tersebut tidak menarik.

Banyak cara penyampaian materi pelajaran ini agar dapat diserap dan diingat dengan baik oleh siswa. Salah satunya yang sangat efektif adalah pemakaian alat bantu (media) pembelajaran. Menurut penelitian, daya serap pancaindera manusia tidaklah sama. Masing-masing pancaindera manusia memiliki karakteristik tersendiri dalam daya serap pembelajaran. Proses belajar seseorang, dengan menggunakan indera penglihatan mencapai 82%, pendengaran 11%, peraba 3,5%, perasa 2,5%, dan penciuman 1% .



Gambar 2.1 Daya Serap Pancaindera Manusia

Dari situ dapat ditarik kesimpulan bahwa apabila penyampaian materi pelajaran lebih banyak memanfaatkan indera penglihatan akan memperoleh hasil yang paling tinggi. Apabila digabungkan antara pemanfaatan indera penglihatan dan pendengaran secara bersama-sama, maka hasilnya akan lebih maksimal lagi.

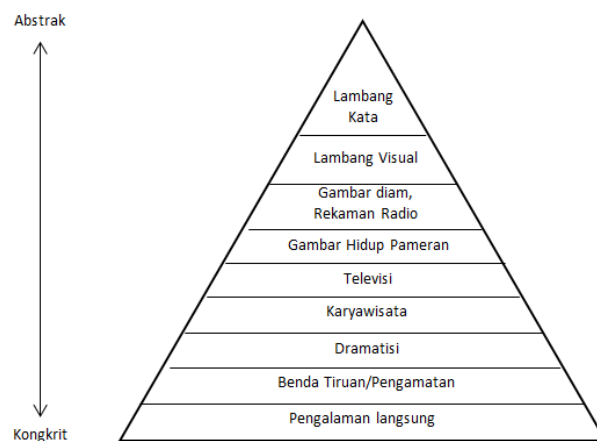
Dalam hal ini media yang bisa menyampaikan informasi secara bersama-sama berupa suara dan gambar atau model disebut media audio visual, dalam dunia pendidikan disebut *Audio-Visual Aids (AVA)* atau Alat Bantu Pandang Dengar.

Media dirancang agar pemakai bisa mengontrol dan merekayasa tampilannya setiap saat atau kapan saja sesuai dengan kebutuhan. Media-media itu adalah

gambar atau video, suara atau audio, grafis, animasi dan teks atau tulisan. Media-media tersebut merupakan alternatif dalam menyampaikan materi pelajaran yang disertai dengan uraian lisan, yang akhirnya akan dicatat secara cermat untuk mencernakan fakta dan imajinasi agar mudah diingat.

Pengetahuan dan kemampuan menggunakan media pembelajaran sangat menunjang kelancaran penyampaian ilmu pengetahuan, teknologi dan seni (IPTEKS). Oleh karenanya perlu dikuasai oleh seorang pendidik atau guru.

Menurut Edgar Dale, dalam dunia pendidikan, penggunaan media pembelajaran seringkali menggunakan prinsip Kerucut Pengalaman, yang membutuhkan media seperti buku teks, bahan belajar yang dibuat oleh guru dan “audio-visual”.



Gambar 2.2 Kerucut Edgar Dale

Semakin ke atas di puncak kerucut semakin abstrak media penyampaian pesan tersebut. Semakin nyata pesan tersebut maka semakin mudah bagi peserta didik mencerna materi yang diberikan. Berkaitan dengan simbol verbal dan visual, guru sebisa mungkin perlu menggambarkan dan memvisualisasikan sehingga benak

peserta didik mampu mencernanya dengan baik. Lebih lanjut, rincian setiap tahap pada kerucut pengalaman belajar Dale dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengalaman langsung

Pengalaman langsung diperoleh dengan jalan berhubungan langsung. Pengalaman langsung juga merupakan pengalaman yang diperoleh peserta didik sebagai hasil dari aktivitas sendiri. Peserta didik mengalami, merasakan sendiri segala sesuatu yang berhubungan dengan pencapaian tujuan. Peserta didik berhubungan langsung dengan obyek yang hendak dipelajari tanpa menggunakan perantara. Pengalaman langsung akan dapat memberikan suasana pembelajaran yang lebih nyata pada siswa karena mereka dapat melakukan berbagai kegiatan dalam pembelajaran tersebut secara langsung.

2. Benda tiruan/pengamatan

Pengalaman ini diperoleh dengan benda-benda atau kejadian tiruan dari yang sebenarnya. Pengalaman yang didapat dari memanipulasi suatu benda yang mendekati sebenarnya. Manfaat mempelajari benda tiruan adalah untuk menghindari terjadinya verbalisme. Misalkan, peserta didik akan mempelajari beruang kutub. Binatang tersebut sulit diperoleh apalagi dibawa ke kelas, maka untuk mempelajarinya dapat menggunakan model binatang yang menyerupai binatang tersebut. Dengan menggunakan benda tiruan ini, maka dapat memberikan gambaran secara lebih jelas kepada siswa tentang obyek tertentu, sehingga dapat meminimalisir adanya salah pengertian atau salah pemahaman oleh peserta didik dalam menerima informasi.

3. Dramatisasi

Dramatisasi merupakan pengalaman yang diperoleh dari kondisi drama (peraga) dengan menggunakan skenario sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Walaupun, peserta didik tidak mengalami secara langsung, namun peserta didik

akan lebih menghayati berbagai peran yang dimainkan. Tujuannya agar peserta didik mendapatkan pengalaman belajar yang lebih luas dan konkret.

4. Karyawisata

Karyawisata adalah membawa kelas ke obyek di luar sekolah yang bermaksud menambah, memperkaya, dan memperluas pengalaman siswa. Dengan melakukan pengalaman karyawisata ini akan menjadikan kelas aktif untuk mengadakan observasi terhadap suatu obyek tertentu, mencatat, melakukan tanya jawab, dan membuat laporan.

5. Televisi

Pengalaman melalui televisi merupakan pengalaman yang tidak langsung, karena televisi merupakan perantara. Melalui televisi, siswa dapat menyaksikan berbagai peristiwa dari jarak jauh yang sesuai dengan program yang dirancang. Melalui televisi, siswa dapat memperoleh gambaran mengenai berbagai obyek atau suatu peristiwa di belahan dunia manapun, yang nantinya akan memberikan suatu informasi yang dapat dijadikan sebagai informasi dalam belajar.

6. Gambar hidup pameran

Gambar hidup adalah rangkaian gambar yang diproyeksikan ke layar, nampak seperti gambar sebenarnya. Gambar hidup memberikan tampilan berupa visual dan audio. Sedangkan pameran adalah usaha untuk menunjukkan suatu hasil karya. Melalui pameran, siswa dapat mengamati hal-hal yang ingin dipelajari seperti karya seni, benda-benda bersejarah, atau hasil teknologi modern.

7. Gambar/radio

Gambar adalah segala sesuatu yang diwujudkan secara visual dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi. Sedangkan radio merupakan media audio yang

dapat digunakan untuk media pembelajaran secara efektif dan menimbulkan motivasi bagi para pendengarnya.

8. Lambang visual gambar

Lambang visual gambar adalah gambaran secara keseluruhan yang dapat divisualkan. Pengalaman ini diperoleh melalui lambang-lambang visual, seperti sketsa, bagan, grafik, poster, komik, kartun, peta, dan sebagainya.

9. Lambang

Lambang yang dimaksud merupakan lambang kata. Pengalaman semacam ini dapat diperoleh dalam buku dan bahan bacaan. Pengalaman melalui media verbal atau lambang kata merupakan pengalaman yang sifatnya abstrak, karena peserta didik memperoleh pengalaman melalui bahasa, baik lisan maupun tulisan.

- Ada beberapa jenis media pembelajaran, diantaranya :
 1. Media Visual : grafik, diagram, chart, bagan, poster, kartun, komik
 2. Media Audial : radio, tape recorder, laboratorium bahasa, dan sejenisnya
 3. Projected still media : slide; over head proyektor (OHP), in focus dan sejenisnya
 4. Projected motion media : film, televisi, video (VCD, DVD, VTR), komputer dan sejenisnya.

Pada hakikatnya bukan media pembelajaran itu sendiri yang menentukan hasil belajar. Ternyata keberhasilan menggunakan media pembelajaran dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar tergantung pada (1) isi pesan, (2) cara menjelaskan pesan, dan (3) karakteristik penerima pesan. Dengan demikian dalam memilih dan menggunakan media, perlu diperhatikan ketiga faktor tersebut. Apabila ketiga faktor tersebut mampu disampaikan dalam media pembelajaran tentunya akan memberikan hasil yang maksimal.

- Tujuan menggunakan media pembelajaran :

Ada beberapa tujuan menggunakan media pembelajaran, diantaranya yaitu :

- a) Mempermudah proses belajar-mengajar
- b) meningkatkan efisiensi belajar-mengajar
- c) menjaga relevansi dengan tujuan belajar
- d) membantu konsentrasi mahasiswa
- e) Menurut Gagne : Komponen sumber belajar yang dapat merangsang siswa untuk belajar
- f) Menurut Briggs : Wahana fisik yang mengandung materi instruksional
- g) Menurut Schramm : Teknologi pembawa informasi atau pesan instruksional
- h) Menurut Y. Miarso : Segala sesuatu yang dapat merangsang proses belajar siswa

Tidak diragukan lagi bahwa semua media itu perlu dalam pembelajaran. Kalau sampai hari ini masih ada guru yang belum menggunakan media, itu hanya perlu satu hal yaitu perubahan sikap. Dalam memilih media pembelajaran, perlu disesuaikan dengan kebutuhan, situasi dan kondisi masing-masing. Dengan perkataan lain, media yang terbaik adalah media yang ada. Terserah kepada guru bagaimana ia dapat mengembangkannya secara tepat dilihat dari isi, penjelasan pesan dan karakteristik siswa untuk menentukan media pembelajaran tersebut.

2.1.2 Sistem Sirkulasi Peredaran Darah Manusia

Siswa belajar banyak mata pelajaran dalam hidup mereka, tetapi ada mata pelajaran khusus tertentu yang menyediakan orang-orang dengan pemahaman yang diperlukan tentang kehidupan dan kebajikan. Di antara mereka subyek adalah Biologi, atau ilmu kehidupan. Ada banyak alasan mengapa Biologi adalah subjek

yang sangat penting dalam kehidupan semua orang. Ini membantu orang untuk memahami tubuh mereka dengan cara yang lebih baik dan menyediakan mereka dengan pengetahuan yang diperlukan tentang dasar kesejahteraan. Terlepas dari alasan-alasan konvensional, banyak faktor lain pada saat yang sama yang berkontribusi terhadap pentingnya subjek (Maddison, 2018).

Setiap saat, dalam tubuh manusia terjadi proses sirkulasi berbagai macam zat yang dibutuhkan tubuh. Diperlukan media pengantar dan alat-alat yang turut berperan dalam sirkulasi untuk melakukan proses ini. Media dan alat-alat ini bekerja bersama-sama membentuk suatu sistem yang dikenal dengan sistem sirkulasi darah. Media yang berperan mengedarkan zat-zat penting ke seluruh tubuh ini adalah darah.

1. Darah

Darah merupakan jaringan ikat cairan dan berfungsi untuk transportasi zat yang di bawanya. Pada tubuh manusia, darah di edarkan langsung dari jantung ke arteri dan kembali melalui vena. Pada manusia dewasa, terdapat sekitar 5-6 liter darah di dalam tubuh yang mengisi 7-8 % dari berat tubuh. Darah seperti lautan garam yang memiliki sifat sedikit basa dengan ph 7,3-7,45. Darah ketika di ambil dari pembuluh darah arteri berwarna terang. Namun, darah dari pembuluh vena cenderung berwarna merah gelap.

a). Komposisi darah

1) Plasma darah

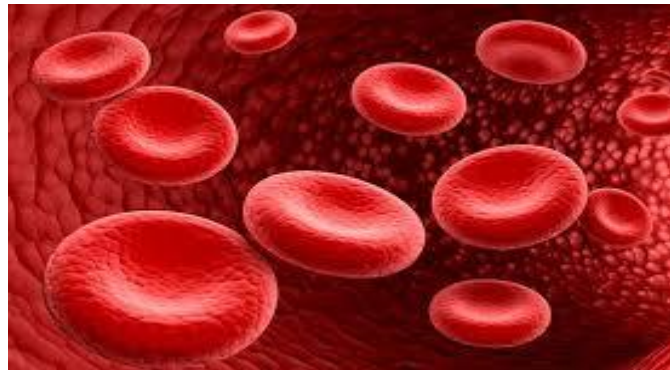
Plasma darah merupakan komponen terbesar dalam darah, karena lebih dari separuh darah mengandung plasma darah. Hampir 90% bagian dari plasma darah adalah air. Plasma darah berfungsi untuk mengangkut sari makanan ke sel-sel serta membawa sisa pembakaran dari sel ke tempat pembuangan. Fungsi lainnya adalah menghasilkan zat kekebalan tubuh terhadap penyakit atau zat antibodi. Plasma darah

terdiri atas air dan protein darah (4% albumin, 2,7% globulin, dan 0,3% fibrinogen). Cairan yang tidak mengandung unsur fibrinogen. disebut serum darah. Protein dalam serum inilah yang bertindak sebagai antibodi terhadap adanya benda asing (antigen). Zat antibodi adalah senyawa gama globulin yang terdapat dalam plasma darah dan berfungsi dalam sistem kekebalan tubuh.

2) Sel darah merah (eritrosit)

Sel darah merah merupakan bagian utama dari sel darah. Jumlah pada pria dewasa sekitar 5 juta sel/cc darah dan pada wanita sekitar 4 juta sel/cc darah. Jumlah eritrosit bervariasi tergantung pada jenis kelamin dan usia. Eritrosit berbentuk cakram bikonkaf, berdiameter kira-kira 8 μm , dan tidak mempunyai nukleus. Warna merah disebabkan oleh hemoglobin (Hb) yang berwarna merah tua. Hemoglobin berfungsi untuk mengikat oksigen. Setiap hemoglobin terdiri atas protein yang disebut globin dan pigmen non protein yang disebut heme. Setiap heme berikatan dengan rantai polipeptida yang mengandung besi (Fe^{2+}). Kadar Hb inilah yang dijadikan patokan dalam menentukan penyakit anemia. Fungsi utama hemoglobin adalah mengangkut oksigen dari paru-paru membentuk oksihemoglobin yang beredar ke seluruh jaringan-jaringan tubuh. Jika kadar oksigen dalam jaringan tubuh lebih rendah daripada dalam paru-paru maka oksihemoglobin dibebaskan dan oksigen digunakan dalam proses metabolisme sel. Hemoglobin juga penting dalam pengangkutan karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru. Selain itu, hemoglobin berperan dalam menjaga keseimbangan asam basa (penyangga asam basa). Pembentukan eritrosit disebut juga eritropoiesis yang terjadi di sumsum tulang dan diatur oleh hormon glikoprotein yang disebut eritropoietin. Eritrosit berusia sekitar 120 hari. Sel yang telah tua

dihancurkan di limpa atau hati, dan sumsum merah pada tulang pipih. Sel darah merah yang sudah mati dihancurkan di dalam hati. Hemoglobin dirombak kemudian dijadikan pigmen bilirubin (pigmen empedu) yang berwarna kehijauan. Pigmen empedu diekskresikan oleh hati ke dalam empedu. Zat besi dari hemoglobin tidak diekskresikan tetapi digunakan kembali untuk membuat eritrosit baru.



Gambar 2.3 Eritrosit

3) Sel darah putih (leukosit)

Sel darah putih bentuknya tidak tetap. Sel darah putih dibuat di sumsum merah, dan kelenjar limpa. Jumlah sel pada orang dewasa berkisar antara 6000 - 9000 sel/cc darah. Leukosit berumur 12 hari. Fungsi utama dari sel tersebut adalah untuk fagosit (pemakan) bibit penyakit/benda asing yang masuk ke dalam tubuh. Fungsi fagosit sel darah tersebut terkadang harus mencapai benda asing/kuman jauh di luar pembuluh darah. Jumlah sel tersebut bergantung dari bibit penyakit/benda asing yang masuk tubuh. Kemampuan leukosit untuk menembus dinding pembuluh darah (kapiler) untuk mencapai daerah tertentu disebut diapedesis. Peningkatan jumlah leukosit merupakan petunjuk adanya infeksi, misalnya radang paru-paru. Leukosit memiliki satu nukleus, bening (tidak berwarna), dan gerakannya mirip dengan Amoeba disebut gerak amuboid. Perhatikan gambar 4.2. Jumlah leukosit di dalam darah dapat berkurang atau bertambah. Berkurangnya jumlah leukosit sampai di bawah 6.000 sel/cc darah disebut leukopeni. Sedangkan bertambahnya jumlah leukosit melebihi

normal di atas 9.000 sel/cc darah disebut leukositosis. Leukosit dibagi menjadi:

a) Granulosit: leukosit yang di dalam sitoplasmanya memiliki butir-butir kasar (granula). Jenisnya adalah eosinofil, basofil, dan netrofil.

(1) Eosinofil mengandung granula berwarna merah (warna eosin) disebut juga asidoofil. Berfungsi pada reaksi alergi (terutama infeksi cacing).

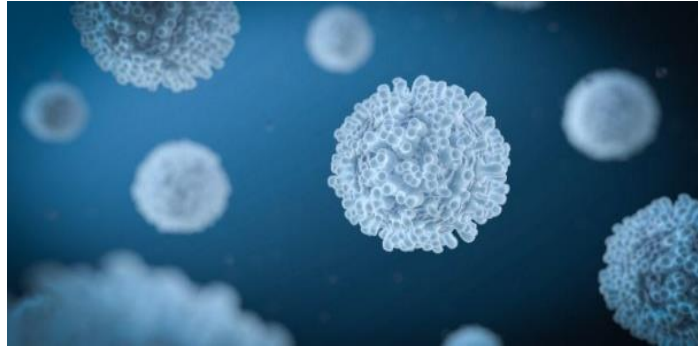
(2) Basofil mengandung granula berwarna biru (warna basa). Berfungsi pada reaksi alergi.

(3) Neutrofil (ada dua jenis sel yaitu neutrofil batang dan neutrofil segmen). Disebut juga sebagai sel-sel PMN (Poly Morpho Nuclear). Berfungsi sebagai fagosit.

b) Agranulosit: leukosit yang sitoplasmanya tidak memiliki granula. Jenisnya adalah limfosit dan monosit.

(1) Limfosit (ada dua jenis sel yaitu sel T dan sel B). Keduanya berfungsi untuk menyelenggarakan imunitas (kekebalan) tubuh. Limfosit yang tetap berada di sumsum tulang berkembang menjadi sel B (imunitas humoral), sedangkan limfosit yang berasal dari sumsum tulang dan pindah ke timus berkembang menjadi sel T (imunitas seluler).

(2) Monosit merupakan leukosit dengan ukuran paling besar. Monosit dapat berpindah dari darah ke jaringan. Di dalam jaringan, monosit membesar dan bersifat fagosit menjadi makrofag. *Makrofag* bersama dengan neutrofil merupakan leukosit fagosit utama, paling efektif, dan berumur panjang. Dari kelima jenis leukosit tersebut, neutrofil merupakan sel-sel yang paling banyak menyusun leukosit.



Gambar 2.4 Leukosit

4) Keping darah (trombosit)

Bentuk keping darah tidak teratur dan tidak mempunyai inti. Diproduksi pada sumsum merah, serta berperan penting pada proses pembekuan darah. Trombosit disebut juga sel darah pembeku. Jumlah sel pada orang dewasa sekitar 200.000 - 500.000 sel/cc. Di dalam trombosit terdapat banyak sekali faktor pembeku (hemostasis) antara lain adalah Faktor VIII (Anti Haemophilic Factor). Jika seseorang secara genetik trombositnya tidak mengandung faktor tersebut, maka orang tersebut menderita *hemofili*.

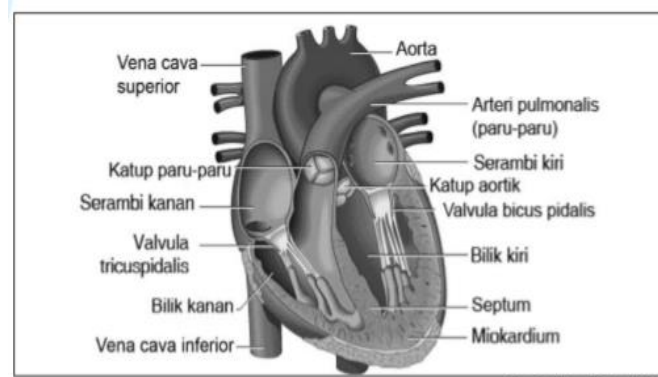
2. Alat Peredaran Darah

Fungsi darah dalam metabolisme tubuh kita antara lain sebagai alat transportasi/pengangkut/pengedar sari makanan, oksigen, karbon dioksida, sampah dan air, termoregulasi (pengatur suhu tubuh), imunologi (mengandung antibodi tubuh), serta homeostasis (mengatur keseimbangan zat, pH regulator). Darah didukung berbagai alat yang disebut alat peredaran darah untuk melakukan tugas-tugasnya.

a. Jantung

Jantung memiliki peran penting sebagai organ pemompa darah. Jantung terletak di rongga dada sebelah kiri dan terdiri atas tiga lapisan, yaitu

perikardium (lapisan luar), miokardium (lapisan tengah/otot jantung), dan endokardium (lapisan dalam). Jantung berfungsi sebagai alat pemompa darah. Oleh karena itu, jantung mempunyai otot yang kuat. Jantung juga merupakan pusat peredaran darah pada tubuh kita, karena dari jantunglah darah dialirkan ke seluruh bagian tubuh.



Gambar 2.5 Jantung

Ruang jantung manusia terdiri atas empat ruang, yaitu: serambi kiri (atrium sinister), serambi kanan (atrium dekster), bilik kiri (ventrikel sinister), dan bilik kanan (ventrikel dekster). Jantung manusia pada saat masih janin mempunyai lubang yang disebut foramen oval. Lubang ini terletak di antara serambi kiri dan serambi kanan. Antara serambi kiri dengan bilik kiri terdapat katup dua daun (valvula bicuspidalis), yang berfungsi agar darah dari bilik kiri tidak mengalir kembali ke serambi kiri. Antara serambi kanan dengan bilik kanan dihubungkan katup tiga daun (valvula tricuspidalis). Fungsi katup adalah menjaga agar darah dari bilik kanan tidak mengalir kembali ke serambi kanan. Jantung mendapat makanan (oksigenasi) melalui pembuluh arteri koronaria. Dinding jantung bagian bilik memiliki otot yang lebih tebal dibandingkan dengan dinding jantung bagian serambi. Hal ini disebabkan kerja bilik jantung lebih berat, yaitu memompa darah ke seluruh tubuh. Jantung bekerja sangat teratur, yaitu dengan mengembang dan mengempis.

Hal ini terjadi karena ada otot-otot jantung yang mengendur (relaksasi) dan berkerut (kontraksi).

Gerakan jantung disebut denyut jantung. Denyut jantung terjadi jika otot jantung berkontraksi. Denyut jantung dapat kita rasakan pada pembuluh nadi (arteri) di dekat permukaan kulit, seperti di pergelangan tangan dan leher. Denyut jantung secara normal berkisar tujuh puluh kali per menit. Denyut jantung pada setiap orang berbeda-beda tergantung pada kondisi setiap orang. Usia, berat badan, jenis kelamin, kesehatan, dan kegiatan berpengaruh terhadap denyut jantung seseorang. Bayi memiliki denyut jantung yang lebih cepat dibanding orang dewasa dalam keadaan normal. Tekanan darah biasanya menunjukkan tekanan dalam arteri utama. Tekanan darah pada saat jantung mengembang dan darah mengalir ke dalam jantung disebut diastol. Sebaliknya, tekanan darah saat otot jantung berkontraksi, sehingga jantung mengempis dan darah dipompa keluar dari jantung disebut sistol. Tekanan darah dapat diukur dengan menggunakan tensimeter atau spignomonometer. Tekanan darah pada orang normal antara 120 mm Hg pada sistol dan 80 mm Hg pada diastol (120/80 mm Hg).

b. Pembuluh darah

Pembuluh darah adalah suatu saluran yang berfungsi untuk mengalirkan darah dari jantung ke seluruh tubuh dan dari seluruh tubuh kembali ke jantung. Berdasarkan fungsinya, pembuluh darah terdiri atas : pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan pembuluh kapiler.

1) Pembuluh nadi (arteri)

Pembuluh nadi (arteri) adalah pembuluh yang membawa darah keluar dari jantung ke jaringan. Dinding pembuluh nadi tebal, kuat

dan elastis. Lapisan paling dalam dari arteri adalah endotelium yang dikelilingi oleh otot polos. Letaknya agak dalam, tersembunyi dari permukaan tubuh. Denyutnya terasa, misalnya di pergelangan tangan atau di leher, dan mempunyai satu katup dekat jantung. Katup berfungsi menjaga agar darah tidak mengalir kembali ke jantung. Darah yang keluar dari jantung melalui dua pembuluh nadi. Pembuluh nadi pertama, keluar dari bilik kiri (ventrikel kiri). Pembuluh nadi ini membawa darah yang kaya oksigen untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Pembuluh darah ini disebut nadi besar (aorta). Pembuluh nadi kedua, keluar dari bilik kanan (ventrikel kanan). Pembuluh nadi ini membawa darah dari seluruh tubuh yang kaya karbon dioksida menuju ke paru-paru. Pembuluh darah ini disebut pembuluh nadi paru-paru.

2) Pembuluh balik (vena)

Pembuluh balik (vena) adalah pembuluh darah yang membawa darah dari kapiler menuju jantung. Letaknya dekat permukaan kulit dan tampak kebiru-biruan. Dinding pembuluhnya tipis dan tidak elastis. Lapisan dalamnya bersifat licin karena dilapisi endotelium yang dikelilingi oleh otot polos. Denyut pembuluh balik tidak terasa. Pembuluh balik mempunyai katup di sepanjang pembuluhnya. Katup ini berfungsi agar aliran darah berlangsung satu arah, yaitu ke jantung. Selain itu, katup ini juga menjaga agar darah tetap mengalir karena tidak ada pompa pada aliran darah di pembuluh darah balik. Pada manusia, pembuluh balik dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

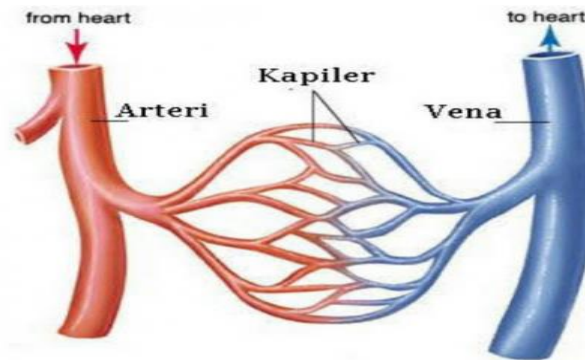
- a) Pembuluh balik paru-paru Pembuluh balik paru-paru (vena pulmonalis) adalah pembuluh balik yang membawa darah dari paru-

paru ke serambi kiri (atrium kiri) jantung. Pembuluh balik paru-paru membawa darah yang kaya oksigen.

- b) Pembuluh balik tubuh Pembuluh balik tubuh berukuran besar, terdiri atas pembuluh balik atas (vena kava superior) dan pembuluh balik bawah (vena kava inferior). Pembuluh balik atas membawa darah dari tubuh bagian atas, misalnya kepala dan lengan. Pembuluh balik bawah membawa darah dari tubuh bagian bawah. Kedua pembuluh balik tersebut bermuara ke serambi kanan (atrium kanan) jantung dan membawa darah yang kaya karbon dioksida. Karbon dioksida merupakan sisa pembakaran yang terjadi pada seluruh jaringan tubuh.

3) Pembuluh kapiler

Pembuluh kapiler merupakan pembuluh darah yang sangat halus dan langsung berhubungan dengan sel-sel jaringan tubuh. Pembuluh kapiler menghubungkan ujung pembuluh nadi yang terkecil dan ujung pembuluh balik yang terkecil. Pembuluh kapiler sangat halus dan tipis karena hanya terdiri dari satu lapis sel. Lebar pembuluh kapiler ini hanya selebar 1 sel darah merah sehingga sel darah merah beriringan dalam pembuluh kapiler. Di dalam pembuluh kapiler inilah terjadi pertukaran oksigen dan karbon dioksida. Selama jantung masih bekerja, darah kita akan selalu beredar di sepanjang tubuh. Peredaran darah tersebut merupakan peredaran darah tertutup, karena darah manusia selalu berada dalam pembuluh, tidak pernah langsung masuk ke dalam jaringan tubuh.



Gambar 2. 6 Pembuluh Darah Kapiler

3. Sistem Peredaran Darah Manusia

Peredaran darah pada manusia disebut peredaran darah ganda atau peredaran darah rangkap, karena setiap satu kali beredar ke seluruh tubuh darah melewati jantung sebanyak dua kali. Peredaran darah rangkap atau peredaran darah ganda terdiri atas peredaran darah besar dan peredaran darah kecil.

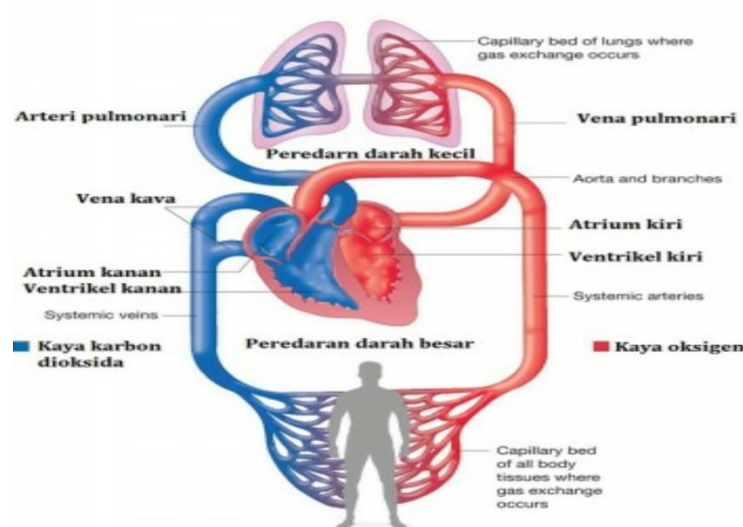
1. Peredaran Darah Besar (Peredaran Darah Sistemik)

Peredaran darah besar adalah peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh, kecuali paru-paru. Peredaran darah yang menyebabkan darah kaya oksigen mengalir dari vertikel ke darah dari seluruh bagian tubuh kembali ke jantung melalui vena cava posterior dan vena cava anterior. Vena cava posterior membawa darah yang berasal dari bagian tubuh, ginjal, dan hati. Vena cava anterior membawa darah dari bagian tubuh atas serta kepala dan leher.

2. Peredaran Darah Kecil (Peredaran Darah Pulmonalis)

Peredaran darah kecil adalah peredaran darah dari jantung ke paru-paru dan kembali ke jantung. Sirkulasi pulmonal / paru ini merupakan sirkulasi darah dari jantung menuju paru-paru, dan sebaliknya. Sirkulasi ini

berlangsung saat darah yang mengandung karbon dioksida dari sisa metabolisme tubuh kembali ke jantung melalui pembuluh darah vena besar (vena cava). Lalu memasuki serambi kanan dan di teruskan ke bilik kanan jantung. Selanjutnya , darah yang sudah berada di bilik kanan akan di alirkan ke paru-paru melalui arteri pulmonalis untuk melakukan pertukaran gas karbon dioksida dengan oksigen. Setelah itu, darah bersih yang kaya oksigen akan memasuki serambi kiri jantung melalui vena pulmonalis.



Gambar 2.7 Sistem Peredaran Darah

2.1.3 Sejarah Augmented Reality

Augmented Reality dimulai dari tahun 1957-1962, ketika seorang penemu yang bernama Morton Heilig, seorang sinematografer, menciptakan dan mempatenkan sebuah simulator yang disebut Sensorama dengan visual, getaran dan bau. Pada tahun 1966, Ivan Sutherland menemukan Head-Mounted Display yang dia klaim adalah sebuah jendela ke dunia virtual. Pada tahun 1975 seorang ilmuwan bernama Myron Krueger menemukan Videoplace yang memungkinkan pengguna

dapat berinteraksi dengan objek virtual untuk pertama kalinya. Kemudian pada tahun 1989, Jaron Lanier, memperkenalkan Virtual Reality dan menciptakan bisnis komersial pertama kali di dunia maya.

Tahun 1992 mulai dikembangkan Augmented Reality untuk melakukan perbaikan pada pesawat boeing, dan pada tahun yang sama, LB Rosenberg mengembangkan salah satu fungsi sistem AR, yang disebut Virtual Fixtures, yang digunakan di Angkatan Udara AS Armstrong Labs. Dan pada tahun 1992 juga, Steven Feiner, Blair MacIntyre dan Dorée Seligmann, memperkenalkan untuk pertama kalinya Major Paper untuk perkembangan PrototypeAR.

Pada tahun 1999, Hirokazu Kato, mengembangkan ArToolkit di HITLab dan didemonstrasikan di SIGGRAPH. Pada tahun 2000, Bruce.H.Thomas, mengembangkan ARQuake, sebuah Mobile Game AR yang ditunjukan di International Symposium on Wearable Computers. Pada tahun 2008, Wikitude AR Travel Guide, memperkenalkan Android G1 Telephone yang berteknologi AR. Pada tahun berikutnya, Saqoosha memperkenalkan FLARToolkit yang merupakan perkembangan dari ArToolkit. FLARToolkit memungkinkan kita memasang teknologi AR 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 AR pada I-Phone 3GS (Dessy , 2018).

2.1.4 Pengertian Augmented Reality

Augmented Reality atau dalam bahasa Indonesia Realitas ditambah dan dikenal dengan singkatan bahasa Inggrisnya AR (*augmented reality*), adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Tidak seperti realitas maya yang sepenuhnya

menggantikan kenyataan, realitas ditambah sekedar menambahkan atau melengkapi kenyataan. Menurut Ronald Azuma pada tahun 1997, *Augmented Reality* adalah menggabungkan dunia nyata dan virtual yang bersifat interaktif secara real time, yang merupakan animasi 3D (Dessy, 2018).

Menurut penjelasan Haller, Billinghamurst, dan Thomas (2007), riset **Augmented Reality** bertujuan untuk mengembangkan teknologi yang memperbolehkan penggabungan secara real-time terhadap digital content yang dibuat oleh komputer dengan dunia nyata. Augmented Reality memperbolehkan pengguna melihat objek maya dua dimensi atau tiga dimensi yang diproyeksikan terhadap dunia nyata. (Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design). Teknologi AR ini dapat menyisipkan suatu informasi tertentu ke dalam dunia maya dan menampilkannya di dunia nyata dengan bantuan perlengkapan seperti webcam, komputer, HP Android, maupun kacamata khusus. User ataupun pengguna didalam dunia nyata tidak dapat melihat objek maya dengan mata telanjang, untuk mengidentifikasi objek dibutuhkan perantara berupa komputer dan kamera yang nantinya akan menyisipkan objek maya ke dalam dunia nyata.

Augmented Reality (AR) merupakan variasi dari *Virtual Environment* (VE) atau *Virtual Reality* (VR). Teknologi VE secara menyeluruh membenamkan pengguna dalam lingkungan sintetik. Saat terbenam itu, seorang pengguna tidak akan mampu membedakan benda nyata disekitarnya. Sebaliknya, AR memungkinkan pengguna untuk melihat dunia nyata, dengan objek maya yang dilapiskan diatasnya atau digabung dengan dunia nyata. Oleh karena itu, AR menambah realitas, bukan menggantinya. Idealnya, maka akan muncul ke pengguna bahwa benda virtual dan nyata tampil berdampingan di ruang yang sama (Azuma , 1997).



Gambar 2.8 Gambaran Umum *Augmented Reality*

Ada tiga prinsip dari *augmented reality*. Pertama yaitu AR merupakan penggabungan dunia nyata dan virtual, AR berjalan secara interaktif secara *realtime*, dan terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya yang terintegrasi dalam dunia nyata (Azuma, 2001) . Dibandingkan dengan *virtualreality* sifat *augmented reality* lebih mudah dan murah untuk dikembangkan sistem AR kini telah dikembangkan untuk berbagai aplikasi, diantaranya yakni pada bidang hiburan, pendidikan, ilmu kedokteran, ilmu teknik, ilmu pabrik, dan lain sebagainya

2.1.5 Metode Augmented Reality

Metode yang dikembangkan pada Augmented Reality saat ini terbagi menjadi dua metode, yaitu *ferBased Tracking* dan *MarklessAugmented Reality*.

1. Marker Augmented Reality (Marker Based Tracking)

Marker based tracking adalah metode AR yang menggunakan marker atau penanda untuk memunculkan objek maya. Marker biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Komputer akan mengenali posisi dan orientasi marker dan menciptakan dunia virtual 3D yaitu titik (0,0,0) dan tiga sumbu yaitu X, Y, dan Z. *Marker Based*

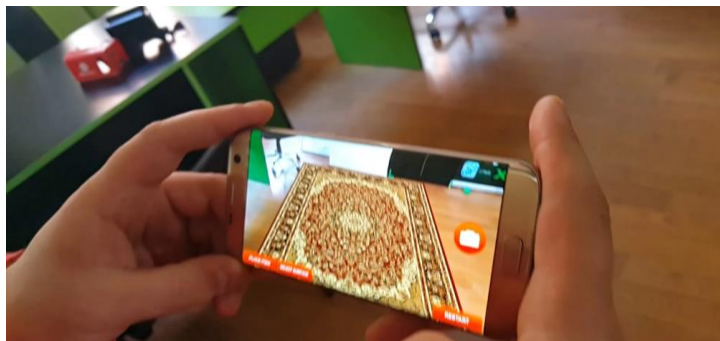
Tracking ini sudah lama dikembangkan sejak 1980-an dan pada awal 1990-an mulai dikembangkan untuk penggunaan *Augmented Reality*.



Gambar 2.9 Gambaran Umum Marker pada *Augmented Reality*

2. Markerless Augmented Reality

Markerless Augmented Reality merupakan salah satu metode Augmented Reality tanpa menggunakan frame marker sebagai obyek yang dideteksi. Dengan adanya Markerless Augmented Reality, maka, penggunaan marker sebagai tracking object yang selama ini menghabiskan ruang, akan digantikan dengan gambar, atau permukaan apapun yang berisi dengan tulisan, logo, atau gambar sebagai tracking object (obyek yang dilacak) agar dapat langsung melibatkan obyek yang dilacak tersebut sehingga dapat terlihat hidup dan interaktif, juga tidak lagi mengurangi efisiensi ruang dengan adanya marker (Rizki, 2012).



Gambar 2. 10 Tampilan Markerless Augmented Reality

Salah satu metode *Augmented Reality* yang saat ini sedang berkembang adalah metode “Markerless Augmented Reality”, dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah marker untuk menampilkan elemen-elemen digital, dengan tool yang disediakan Qualcomm untuk pengembangan *Augmented Reality* berbasis mobile device, mempermudah pengembang untuk membuat aplikasi yang markerless (Qualcomm, 2012).

Sekarang banyak yang sudah dikembangkan dan diteliti oleh beberapa perusahaan dari teknologi Augmented Reality ini dan yang terbesar di dunia seperti perusahaan Immersion dan Qualcomm, mereka ini Greader membuat beberapa macam dari teknik Markerless Tracking ini sebagai teknologi andalan dari mereka, contohnya Motion Tracking, 3D Object Tracking, selain itu Greader Face Tracking, dan GPS Based Tracking (Arni , 2018).

Markerless Augmented Reality merupakan salah satu metode Augmented Reality tanpa menggunakan frame marker sebagai obyek yang dideteksi. Dengan adanya Markerless Augmented Reality, maka, penggunaan marker sebagai tracking object yang selama ini menghabiskan ruang, akan digantikan dengan gambar, atau permukaan apapun yang berisi dengan tulisan, logo, atau gambar sebagai tracking object (obyek yang dilacak) agar dapat langsung melibatkan obyek yang dilacak tersebut sehingga dapat terlihat hidup dan interaktif, juga tidak lagi mengurangi efisiensi ruang dengan adanya marker.

Terdapat perbedaan antara pelacakan berbasis marker (marker based tracking) dan pelacakan markerless (markerless tracking). Pada pelacakan berbasis marker posisi kamera dan orientasi kamera dihitung dengan marker yang telah ditetapkan. Sementara pelacakan markerless, menghitung posisi antara kamera/pengguna dan dunia nyata tanpa referensi apapun, hanya

menggunakan titik-titik fitur alami (edge, corner, garis atau model 3D). Metode Markerless memerlukan langkah priori manual, serta model atau gambar referensi untuk inisialisasi (Rizki, 2012).

a. Face Tracking

Face Tracking merupakan suatu metode untuk melacak posisi wajah. Koordinat posisi wajah dapat di gunakan untuk mengontrol device atau alat yang ditanamkan program face tracking, sehingga memudahkan dalam pengidentifikasian seseorang. *Face Tracking*. Dengan menggunakan algoritma yang mereka kembangkan, komputer dapat mengenali wajah manusia secara umum dengan cara mengenali posisi mata, hidung, dan mulut manusia, kemudian akan mengabaikan objek-objek lain di sekitarnya seperti pohon, rumah, dan benda-benda lainnya. Teknik ini pernah digunakan di Indonesia pada Pekan Raya Jakarta 2010 dan Toy Story 3 Event.

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-lain.

c. Motion Tracking

Pada teknik ini komputer dapat menangkap gerakan, Motion Tracking telah mulai digunakan secara ekstensif untuk memproduksi film-film yang mencoba mensimulasikan gerakan. Contohnya pada film Avatar, di mana James Cameron menggunakan teknik ini untuk membuat film tersebut dan menggunakannya secara real time.

d. GPS Based Tracking

Teknik GPS Based Tracking saat ini mulai populer dan banyak dikembangkan pada aplikasi smartphone (iPhone dan Android), dengan memanfaatkan fitur GPS dan kompas yang ada didalam smartphone, aplikasi akan mengambil data dari GPS dan kompas kemudian menampilkannya dalam bentuk arah yang kita inginkan secara realtime, bahkan ada beberapa aplikasi menampilkannya dalam bentuk 3D.

Pengembangan teknik ini lebih diarahkan pada smartphone, karena teknologi GPS dan kompas yang tertanam pada smartphonetersebut. Dengan memanfaatkan fitur GPS yang berfungsi sebagai penentu lokasi pengguna pada saat itu berada sehingga lokasi terdekat yang ingin dituju dapat dilihat melalui implementasi augmented reality.

2.1.6 Teknik Augmented Reality

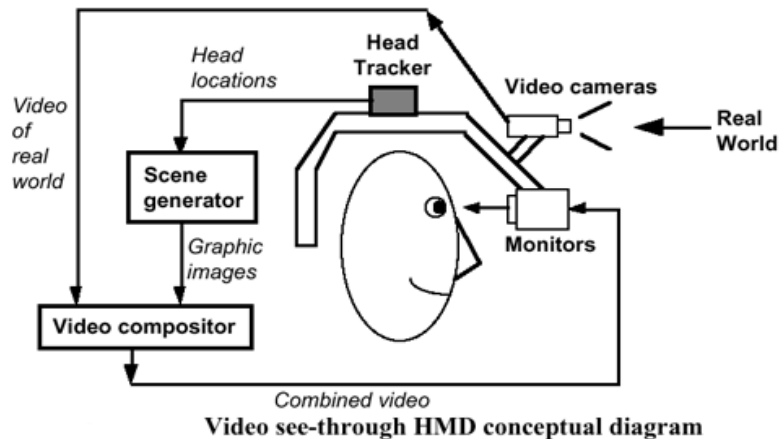
Menurut Bimber O and Raskar R (2005) Secara garis besarnya ada tiga teknik display AR, yaitu sebagai berikut: a. Head-Attached Display b. Handheld Display c. Spatial Display Head-Attached Display merupakan teknik display yang mengharuskan penggunaannya untuk memakai system ini di kepala pengguna. Berdasarkan teknik citra yang terbentuk, Head-Attached Display terbagi tiga, yaitu sebagai berikut:

- a. Head-Mounted Display.
- b. Head-Mounted Projectors.
- c. Virtual Retina Display.

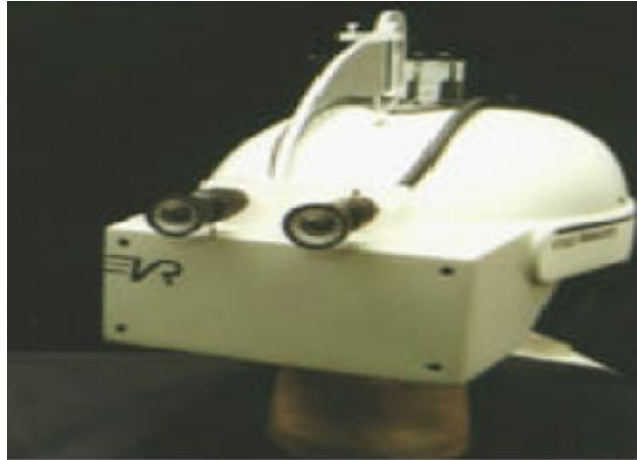
Kelebihan teknik display Head-Attached Display ini adalah lebih nyaman ke pengguna, karena citra yang terbentuk mengikuti sudut pandang pengguna. Head-

Mounted Display (HMD) menggabungkan citra dari objek virtual dan objek nyata dan menampilkannya langsung ke mata pengguna melalui suatu alat yang dipasang di kepala pengguna. Terdapat dua tipe utama perangkat HMD yang digunakan dalam aplikasi realitas tertambah, yaitu optical-see-through HMD dan video see-through HMD. Keduanya digunakan untuk berbagai jenis pekerjaan dan memiliki keuntungan dan kerugian masing-masing. Dengan optical-see-through HMD, lingkungan nyata dilihat melalui cermin semi transparan yang diletakkan di depan mata pengguna. Cermin tersebut juga digunakan untuk merefleksikan citra yang dibentuk oleh komputer ke mata pengguna, menggabungkan lingkungan nyata dan virtual. Dengan video see-through HMD, lingkungan nyata direkam menggunakan dua kamera video yang terintegrasi ke alat, dan citra yang dibentuk computer digabung dengan video tadi untuk merepresentasikan lingkungan yang akan dilihat pengguna.

1. Video-see-through Head-Mounted Display



Gambar 2.11 Gambar Diagram Opaque HMD

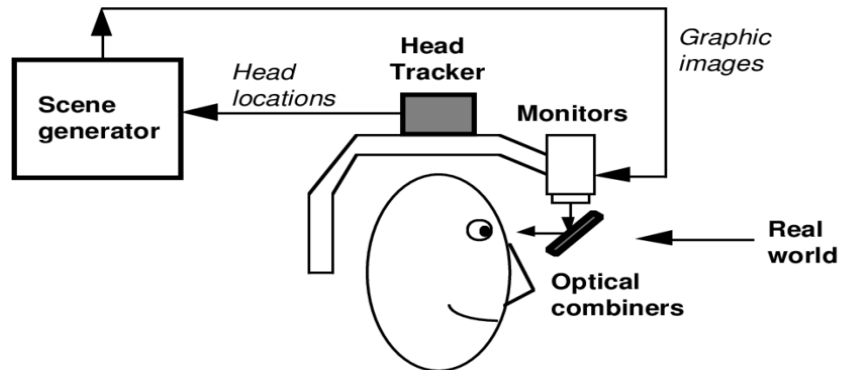


Gambar 2.12 Contoh Opaque HMD

Video see-through HMD bekerja dengan menggabungkan sebuah closed-view HMD dengan suatu atau dua head-mounted kamera video, melalui kamera video tersebut pengguna melihat ke lingkungan nyata. Video dari kamera dikombinasikan dengan citra yang dibuat oleh scene generator, dunia nyata dan virtual digabungkan. Hasilnya dikirimkan ke monitor yang terletak di depan mata pengguna.

2. Optical see-through Head-Mounted Display

Tidak seperti penggunaan video see-through HMD, optical see-through HMD menyerap cahaya dari lingkungan luar, sehingga memungkinkan pengguna untuk secara langsung mengamati dunia nyata dengan mata. Selain itu, sebuah sistem cermin yang diletakkan di depan mata pengguna memantulkan cahaya dari pencitraan grafis yang dihasilkan komputer. Pencitraan yang dihasilkan merupakan gabungan optis dari pandangan atas dunia nyata dengan pencitraan grafis.



Gambar 2.13 Diagram see-through HMD

3. Head-Mounted Projectors Head-Mounted Projectors

Menggunakan proyektor atau panel LCD kecil dan mempunyai cahaya sendiri untuk menampilkan citra langsung ke lingkungan nyata. (Bimber O and Raskar R, 2005) Menurut M. Haller, M. Billinghursts, and B. H. Thomas (2010) Virtual retina display (VRD), atau disebut juga dengan retina scanning display (RSD), memproyeksikan cahaya langsung kepada retina mata pengguna. VRD dapat menampilkan proyeksi citra yang penuh dan juga tembus pandang tergantung pada intensitas cahaya yang dikeluarkan, sehingga pengguna dapat menggabungkan realitas nyata dengan citra yang diproyeksikan melalui sistem penglihatannya. Menurut Jacko J. A. and Sears A.(2010) VRD dapat menampilkan jarak pandang yang lebih luas daripada HMD dengan citra beresolusi tinggi. Keuntungan lain VRD adalah konstruksinya yang kecil dan ringan. Namun, VRD yang ada kini masih merupakan prototype yang masih tahap perkembangan, sehingga masih belum dapat menggantikan HMD yang masih dominan digunakan dalam bidang AR.

Handheld Display, teknik ini menggunakan alat dengan display yang dengan mudah dapat digemggam pengguna (Tablet PC, PAD dan telepon genggam). Sensor dapat berupa GPS, kompas digital ataupun kamera yang ada pada handheld tersebut.

Semua penerapan AR pada perangkat genggam menggunakan kamera untuk menggabungkan citra digital dengan lingkungan nyata, Handheld AR sangat menjanjikan untuk tujuan komersial. Dua kelebihan utama dari Handheld AR adalah mobilitas perangkat yang mudah dan salah satu perangkat genggam yang banyak digunakan (telepon genggam) telah banyak dilengkapi kamera.



Gambar 2.14 Aplikasi Augmented reality pada smartphone

Dalam Spatial Augmented Reality (SAR), objek nyata digabungkan langsung dengan citra yang terintegrasi langsung ke lingkungan nyata. Contohnya, citra diproyeksikan ke lingkungan nyata menggunakan proyektor digital atau tergabung dengan lingkungan menggunakan panel display.

Perbedaan utama pada SAR dibanding teknik display sebelumnya adalah displaynya terpisah dengan pengguna. SAR memiliki kelebihan dari HMD dan handheld, system ini bisa digunakan oleh banyak orang pada waktu bersamaan tanpa perlu mengenakan suatu alat. Menurut Bimber O and Raskar R (2005) Ada tiga teknik display dalam SAR, yaitu sebagai berikut:

a. Screen-Based Video See-through Displays

Screen-Based AR menggabungkan citra dan lingkungan nyata yang ditampilkan ke sebuah monitor



Gambar 2.15 Screen-Based Video See- Through Displays

b. Spatial Optical See- Through Displays

Sistem ini menghasilkan citra yang ditampilkan langsung ke lingkungan nyata. Komponen yang penting dalam system ini meliputi spatial optical combiners (Planar atau curved beam combiners). Layar transparan atau hologram.

c. Projection-Based Spatial Displays Sistem

Memproyeksikan citra secara langsung pada permukaan objek fisik dari pada menampilkannya pada sebuah bidang pencitraan dalam penglihatan pengguna. Sistem ini menggunakan banyak proyektor yang digunakan untuk meningkatkan wilayah tampilan serta meningkatkan kualitas citra. Sejarah Augmented Reality dimulai dari tahun 1957-1962, ketika seorang penemu yang bernama Morton Heilig, seorang sinematografer, menciptakan dan mempatenkan sebuah simulator yang disebut Sensorama dengan visual, getaran dan bau. Pada tahun 1966, Ivan Sutherland menemukan head-mounted display yang dia klaim adalah jendela ke dunia virtual.

Tahun 1975 seorang ilmuwan bernama Myron Krueger menemukan Videoplacem yang memungkinkan pengguna, dapat berinteraksi dengan objek virtual untuk pertama kalinya. Tahun 1989, Jaron Lanier memperkenalkan Virtual Reality dan menciptakan bisnis komersial pertama kali di dunia maya, Tahun 1992 mengembangkan Augmented Reality untuk melakukan perbaikan pada pesawat boeing, dan pada tahun yang sama, LB Rosenberg mengembangkan salah satu fungsi sistem AR, yang disebut Virtual Fixtures, yang digunakan di Angkatan Udara AS Armstrong Labs, dan menunjukkan manfaatnya pada manusia, dan pada tahun 1992 juga, Steven Feiner, Blair MacIntyre dan dorée Seligmann, memperkenalkan untuk pertama kalinya Major Paper untuk perkembangan Prototype AR. Pada tahun 1999, Hirokazu Kato, mengembangkan ArToolkit di HITLab dan didemonstrasikan di SIGGRAPH, pada tahun 2000, Bruce.H.Thomas, mengembangkan ARQuake, sebuah Mobile Game AR yang ditunjukkan di International Symposium on Wearable Computers. Pada tahun 2008, Wikitude AR Travel Guide, memperkenalkan Android G1 Telephone yang berteknologi AR, tahun 2009, Saqoosha memperkenalkan FLARToolkit yang merupakan perkembangan dari ArToolkit.

FLARToolkit memungkinkan kita memasang teknologi AR 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 AR pada I-Phone 3GS. Virtual reality, adalah teknologi tentang spektrum yang luas. Ada tiga definisi, yaitu : Virtual reality adalah komputer yang menghasilkan output 3D dengan grafis yang tinggi. Kedua, virtual reality adalah dunia 3D yang interaktif, karena seorang pengguna bisa berinteraktif dengan komputer secara real time. Ketiga, virtual reality adalah dunia maya, yang penggunaannya dapat memasuki dunia virtual tersebut.

Perbedaan dari augmented reality dan virtual reality hanya dari cara kerja immersiveness sistem. Virtual reality, mempunyai lingkungan virtual yang lebih dalam dari augmented reality, karena virtual reality mengontrol alam bawah sadar indera manusia. Sebaliknya augmented reality, menggabungkan antar objek nyata dan objek virtual. Bidang-bidang yang pernah menerapkan teknologi Augmented Reality adalah:

1. Kedokteran (Medical): Teknologi pencitraan sangat dibutuhkan di dunia kedokteran, seperti misalnya, untuk simulasi operasi, simulasi pembuatan vaksin virus, dll. Untuk itu, bidang kedokteran menerapkan augmented reality pada visualisasi penelitian.
2. Hiburan (Entertainment): Dunia hiburan membutuhkan augmented reality sebagai penunjang efek-efek yang akan dihasilkan oleh hiburan tersebut. Sebagai contoh, ketika seseorang wartawan cuaca memperkirakan ramalan cuaca, dia berdiri di depan layar hijau atau biru, kemudian dengan teknologi augmented reality, layar hijau atau biru tersebut berubah menjadi gambar animasi tentang cuaca tersebut, sehingga seolah-olah wartawan tersebut, masuk ke dalam animasi tersebut.
3. Latihan Militer (*Military Training*): Militer telah menerapkan augmented reality pada latihan tempur mereka. Sebagai contoh, militer menggunakan augmented reality untuk membuat sebuah permainan perang, dimana prajurit akan masuk kedalam dunia game tersebut, dan seolah-olah seperti melakukan perang sesungguhnya.
4. *Engineering Design*: Seorang *engineering design* membutuhkan *augmented reality* untuk menampilkan hasil design mereka secara nyata terhadap klien.

Dengan *augmented reality* klien akan tahu, tentang spesifikasi yang lebih detail tentang desain mereka.

5. *Robotics dan Telerobotics*: Dalam bidang robotika, seorang operator robot, menggunakan pengendali pencitraan visual dalam mengendalikan robot itu. Jadi, penerapan *augmented reality* dibutuhkan di dunia robot.

6. *Consumer Design: Virtual Reality* telah digunakan dalam mempromosikan produk. Sebagai contoh, seorang pengembang menggunakan brosur virtual untuk memberikan informasi yang lengkap secara 3D, sehingga pelanggan dapat mengetahui secara jelas, produk yang ditawarkan.

2.1.7 Spatial Augmented Reality

Spatial Augmented reality, juga dikenal sebagai pemetaan proyeksi, memungkinkan untuk menambah dunia nyata dengan informasi virtual dengan menggunakan pemancar cahaya seperti proyektor video. Pertama diperkenalkan oleh Raskar (2001), salah satu keunggulan utama adalah bahwa pengguna melihat dunia nyata dan bukan pada layar seperti pada melihat melalui *augmented reality*, sehingga membuat kehadiran komputer sempurna. Saat ini, teknologi ini matang dan digunakan dalam aplikasi untuk industri, seni, warisan budaya, dan lainnya. Oleh karena itu, sudah saatnya untuk menetapkan metode yang efektif untuk mengajarkan tata ruang *augmented reality* kepada siswa dari domain yang berbeda. Memang, sebagian besar upaya pengajaran dalam *augmented reality* mengatasi tembus pandang kenyataan di mana, dalam hal peralatan untuk penugasan praktis, komputer, tablet, atau telepon bersamaan dengan kamera sudah cukup. Dengan menggunakan Unity3D untuk mewakili adegan, Vuforia untuk pelacakan, dan beberapa pemrograman *script* di *C sharp*. Contoh-contoh ini hanya melibatkan perangkat lunak yang tersedia secara bebas alat-alat yang dikombinasikan dengan perangkat keras yang kebanyakan orang miliki, menghasilkan penggunaan yang luas dalam pengajaran.

Di sisi lain, *spatial augmented reality* tentu membutuhkan penyesuaian proyektor video, yang merupakan peralatan yang di kelas yang lebih besar. Inti dari *spatial augmented reality* adalah superimposisi dari sebuah gambar digital ke fisik, objek dunia nyata, dengan menggunakan yang diproyeksikan cahaya.

SAR memanfaatkan proyektor digital untuk menampilkan informasi grafis ke objek fisik. Perbedaan utama dalam SAR adalah tampilan dipisahkan dari pengguna sistem. Karena tampilan tidak terkait dengan setiap pengguna, SAR menskalakan secara alami ke kelompok pengguna, memungkinkan kolaborasi kolokasi antar pengguna.

SAR meningkatkan dunia fisik dengan grafik yang dihasilkan komputer yang benar secara perspektif menggunakan proyektor digital SAR memerlukan permukaan fisik untuk diproyeksikan, terdiri dari objek apa pun di lingkungan yang menarik bagi pengguna; proyeksi tidak terbatas pada dinding atau layar yang dibuat khusus. Meskipun grafik biasanya diproyeksikan pada permukaan objek, proyeksi ini dapat digambarkan di atas permukaan atau di bawah permukaan. SAR memungkinkan pengguna untuk menyentuh informasi virtual secara fisik. Permukaan memberikan umpan balik haptik pasif dan semua isyarat kedalaman stereoskopis secara alami disediakan oleh substrat fisik. Penelitian virtual reality sebelumnya telah menunjukkan bahwa kemampuan untuk menyentuh objek dan informasi virtual meningkatkan pengalaman pengguna, dan dapat meningkatkan kinerja pengguna. Karena SAR menempatkan informasi yang dibuat komputer secara langsung ke objek di dunia nyata, kelompok dapat melihat dan berinteraksi dengan sistem. Ini menjadikan SAR pilihan ideal untuk tugas kolaboratif.

2.1.8 Unity

Unity adalah salah satu *game engine* yang mudah digunakan, hanya membuat objek dan di berikan fungsi untuk menjalankan objek tersebut. Dalam setiap objek mempunyai variabel, variabel inilah yang harus dimengerti supaya dapat membuat game yang berkualitas. Berikut ini adalah bagian-bagian dalam *unity*. *Asset* adalah

tempat penyimpanan dalam *unity* yang menyimpan suara, gambar, video, dan tekstur. *Scenes* adalah area yang berisikan konten-konten dalam game, seperti membuat sebuah level, membuat menu, tampilan tunggu, dan sebagainya. *Game Objects* adalah barang yang ada di dalam *assets* yang dipindah ke dalam *scenes*, yang dapat digerakkan, diatur ukurannya dan diatur rotasinya. *Components* adalah reaksi baru, bagi objek seperti *collision*, memunculkan partikel, dan sebagainya. *Script*, yang dapat digunakan dalam *unity* yaitu *Javascript* dan *C#*.

2.1.9 Blender 3D

Blender adalah produk profesional gratis dan perangkat lunak komputer *open-source* 3D grafis yang digunakan untuk membuat film animasi, efek visual, seni, 3D model, aplikasi 3D interaktif dan video game. Fitur *blender* termasuk 3D modeling, UV unwrapping, texturing, raster graphics editing, rigging and skinning, fluid and smoke simulation, particle simulation, soft body simulation, sculpting, animating, match moving, camera tracking, rendering, video editing and compositing. Bersamaan pemodelan fitur juga memiliki mesin permainan yang terintegrasi.

2.1.10 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Pada pengembangan penulis menggunakan metode air terjun atau *waterfall*. Model SDLC air terjun (*waterfall*) sering juga disebut model sekuensial linier (sequential linier) atau alur hidup klasik (*classic life cycle*). Model air terjun menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengkodean, pengujian, dan tahap *maintance*.

1. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Proses pengumpulan kebutuhan dilakukan secara intensif untuk menspesifikasikan kebutuhan perangkat lunak agar dapat dipahami perangkat lunak seperti apa yang dibutuhkan oleh *user*.

2. Desain

Desain perangkat lunak adalah proses multi langkah yang fokus pada desain pembuatan program perangkat lunak termasuk struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi antarmuka, dan prosedur pengkodean. Tahap ini mentranslasi kebutuhan perangkat lunak dari tahap analisis kebutuhan ke representasi desain agar dapat diimplementasikan menjadi program pada tahap selanjutnya.

3. Pembuatan Kode Program

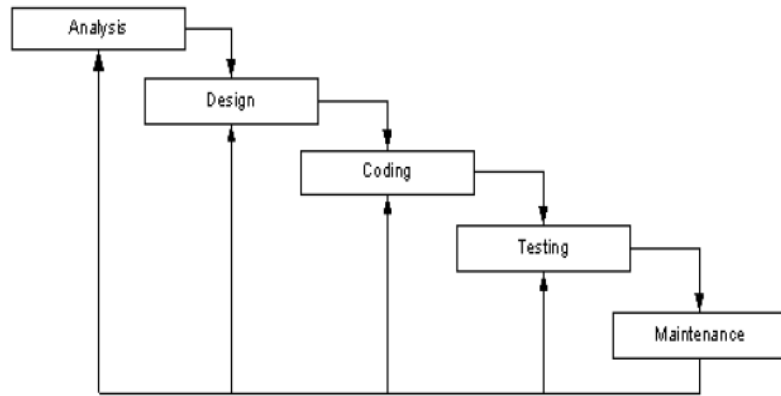
Desain harus ditranslasikan kedalam program perangkat lunak. Hasil dari tahap ini adalah program komputer sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap desain.

4. Pengujian

Pengujian fokus pada perangkat lunak secara dari segi logik dan fungsional dan memastikan bahwa semua bagian sudah diuji. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kesalahan (*error*) dan memastikan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan.

5. Pemeliharaan

Pada perangkat lunak kadang mengalami perubahan ketika sudah diujikan pada *user*. Perubahan bisa terjadi karena adanya kesalahan yang muncul dan tidak terdeteksi saat pengujian. Tahap pemeliharaan dapat mengulangi proses pengembangan mulai dari analisis spesifikasi untuk perubahan perangkat lunak yang sudah ada, tapi tidak untuk membuat perangkat lunak baru.



Gambar 2.16 Model *Waterfall*