BAB 2
LANDASAN TEORI

Untuk menerapkan teknologi *Augmented Reality* Sistem Eksresi pada manusia menggunakan alat *Leap Motion* dibutuhkan landasan teori yang dapat membantu dalam proses pembuatan aplikasi. Berikut beberapa teori yang digunakan dalam perancangan aplikasi ini :

2.1 Augmented Reality

2.1.1 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 [1].

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).

2.1.2 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* disebuah 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 [3].

2.1.3 Augmented Realiti dan Virtual Reality

Virtual reality adalah teknologi yang mencakup spektrum yang luas dari berbagai ide. Terdapat tiga poin penting dalam definisi virtual reality. Pertama, lingkungan virtual adalah sebuah adegan tiga dimensi yang dihasilkan komputer dan membutuhkan kinerja grafis yang tinggi oleh komputer untuk menghasilkan tingkatan yang memadai realisme. Poin

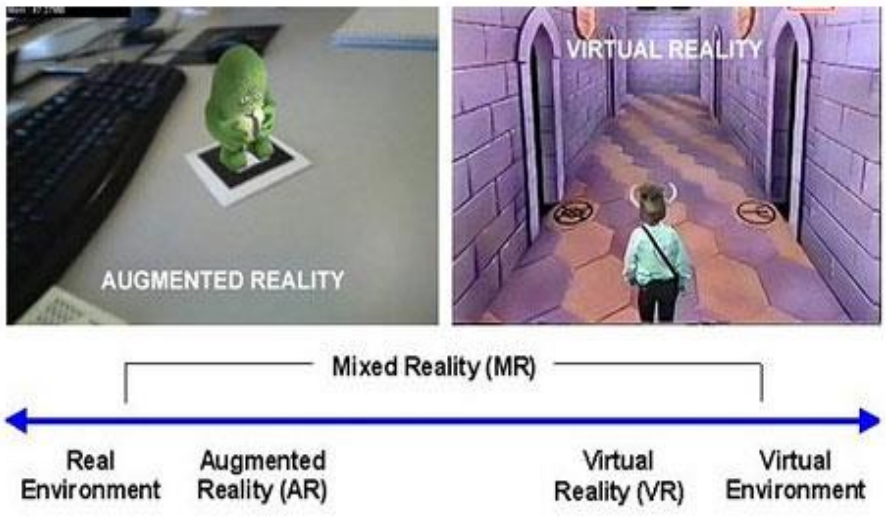
kedua adalah bahwa dunia maya bersifat interaktif. Seorang user membutuhkan respon real-time dari sistem untuk dapat berinteraksi dengannya secara efektif. Poin terakhir adalah bahwa user dibenamkan dalam lingkungan virtual. Salah satu tanda identifikasi dari sistem virtual reality adalah layar yang dipasang di kepala dan dipakai oleh user. User benar-benar tenggelam dalam dunia buatan dan terpisah sepenuhnya dari lingkungan nyata. Agar pengalaman ini terasa lebih realistis realistis, sistem virtual reality harus merasakan dengan akurat bagaimana user bergerak dan menentukan efek apa yang akan terjadi dalam adegan yang ditampilkan di layar.

Pembahasan di atas menyoroti persamaan dan perbedaan antara realitas virtual dan sistem augmented reality. Sebuah perbedaan yang sangat terlihat di antara kedua jenis sistem adalah *immersiveness* dari sistem. Virtual reality berusaha agar lingkungan benar-benar terasa nyata. Visual dan beberapa sistem aural dan proprioseptif indra berada di bawah kendali sistem. Sebaliknya, sistem augmented reality yang menambah adegan dunia nyata mengharuskan user mempertahankan rasa kehadiran di dunia itu. Gambar virtual digabung dengan tampilan yang nyata untuk menciptakan tampilan tambahan. Harus ada mekanisme untuk menggabungkankenyataan dan virtual yang tidak ada dalam pekerjaan virtual reality lainnya.

Objek virtual yang dihasilkan komputer harus terdaftar secara akurat dengan dunia nyata di semua dimensi. Kesalahan dalam pendaftaran ini akan mencegah user dari melihat gambar nyata dan virtual menyatu. Pendaftaran yang benar juga harus dipertahankan sementara user bergerak sekitar dalam lingkungan nyata. Perbedaan atau perubahan dalam pendaftaran akan menghasilkan efek beragam mulai dari mengganggu user bekerja dengan pandangan tambahan menjadi lebih sulit, hingga mengganggu user secara fisik dan membuat sistem benar-benar tidak dapat digunakan. Sebuah sistem reality *virtual immersive* harus menjaga pendaftaran sehingga perubahan dalam adegan diberikan sesuai

dengan persepsi user. Setiap kesalahan di sini adalah konflik antara sistem visual dan kinestetik atau sistem proprioseptif. Hal ini akan memungkinkan user untuk menerima atau menyesuaikan diri dengan stimulus visual yang menimpa perbedaan dengan masukan dari sistem sensorik. Sebaliknya, kesalahan pendaftaran dalam sistem augmented reality adalah antara dua rangsangan visual yang berusaha kita padukan untuk melihatnya sebagai satu adegan.

Di dunia nyata dan lingkungan virtual berada di kedua ujung dalam kontinum ini dengan daerah tengah yang disebut Mixed Reality. *Augmented reality* terletak dekat garis akhir dari dunia nyatadengan persepsi dominan bawai dunia nyata ditambahkan dengan data komputer yang dihasilkan. *Virtuality Augmented* adalah istilah yang diciptakan oleh Milgram untuk mengidentifikasi sistem yang sebagian besar sintetis dengan beberapa citra dunia nyata ditambah seperti video tekstur pemetaan ke obyek virtual. Ini adalah perbedaan yang akan memudar seiring perkembangan teknologi yang lebih baik dan elemen virtual dalam adegan menjadi lebih sulit dibedakan dengan yang nyata, seperti terlihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 *Reality-Virtuality Continum*

2.1.4 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 dibeberapa 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 [5].
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 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* 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-worndisplay, 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.

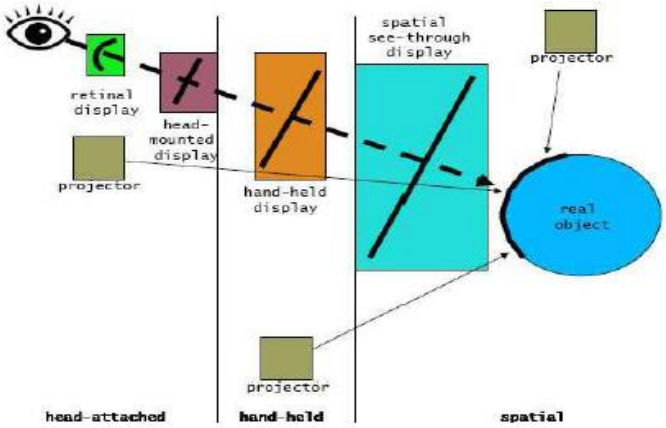
5. *Projective*

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 jarakke 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 2.2 Teknik dan posisi visual display [2]

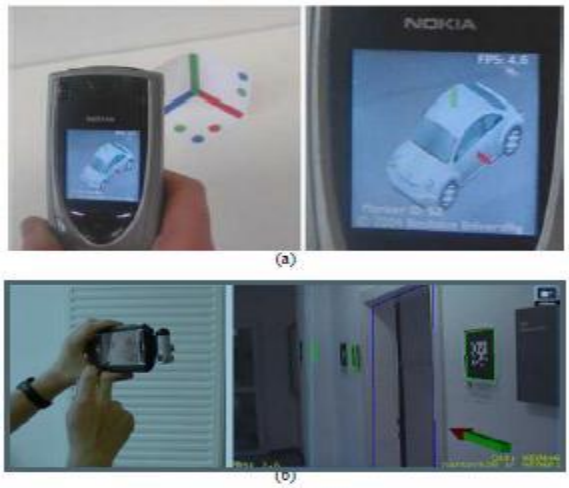
7. *Head-worn*

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.

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 2.3) dengan misalnya informasi navigasi.



Gambar 2.3 *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.

2.2.1 Image Processing

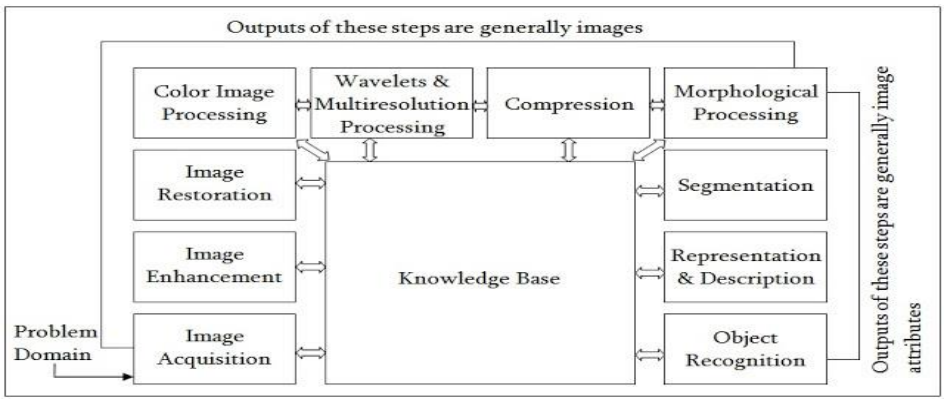
Citra (*image*) adalah istilah lain untuk gambar sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Maksudnya sebuah gambar dapat memberikan informasi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



Gambar 2.4 Blok Diagram *Image Processing*

2.2.2 Motion Tracking

Motion Tracking Adalah istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan perekaman gerakan dan pengertian gerakan tersebut menjadi model digital. Motion tracking disimulasi sebagai alat analisis photogrammetric dalam penelitian biomechanics pada tahun 1970-an dan 1980-an, serta meluas ke ranah edukasi, latihan, olahraga, dan baru saja ke ranah animasi komputer untuk televisi, sinema, dan video games. Istilah *Hand Motion Tracking* merupakan salah satu istilah untuk salah satu implementasi teknik *tracking and motion*, dimana proses tracking dilakukan pada objek tangan manusia, *Hand tracking* dapat di implementasikan dalam banyak hal dan bidang, seperti dapat digunakan untuk mengenal bahasa isyarat, dan dapat dipakai menjadi teknik interaksi antara manusia dan komputer berbasis visi dan lain sebagainya. Tangan manusia adalah sebuah struktur mekanik kompleks yang terdiri atas beberapa segmen tulang, ligame-ligamen yang menghubungkan antar segmen tulang secara leluasa, otot-otot yang berperan sebagai motor gerak, tendon yang berperan untuk menghubungkan otot dengan tulang, dan kulit serta saraf-saraf halus yang menyelubungi otot dan tulang. Tulang-tulang saling terhubung pada pesendian dan tidak berubah ukurannya. Otot-otot menghasilkan tenaga

penggerak dan menggerakkan sendi-sendi. Berdasarkan tipe gerakan dan rotasi yang mungkin dilakukan, sendi-sendi pada tangan manusia dapat diklasifikasikan sebagai flexion, twist, directive, atau spherical. Contoh sendi bertipe flexion dengan 1 DOF adalah lutut dan siku, sedangkan contoh sendi bertipe twist dengan 1 DOF adalah sendi pronation dari lengan bawah. Gerakan direktif dari sendi dengan 2 DOF menghasilkan gerakan flexion dengan arah lebih dari 2. Sendi spherical, sebagaimana pada sendi bahu, memiliki 3 DOF dan dapat melakukan gerakan directive dan twist secara simultan [4].

2.2.3 Gesture Understanding

Interaksi dan komunikasi Manusia dengan mesin melalui penggunaan gesture dapat menjadi salah satu cara untuk meningkatkan kenyamanan dalam proses interaksi antara manusia dengan mesin, terlebih lagi bila model interaksi yang disajikan berbasis ruang 3 dimensi. Gesture understanding untuk model gerakan tangan dapat dikelompokkan menjadi 2 definisi umum, yang pertama gerakan gesture (tangan) sebagai representasi pergerakan tokoh dalam permainan, kedua adalah gesture sebagai pengontrol dan pengguna terhadap sebuah aplikasi / sistem. Sebagai contohnya ketika seseorang ingin memulai sebuah sistem atau aplikasi dengan menggunakan mouse atau keyborad, proses ini dapat digantikan dalam gerakan gesture yang memberikan arti yang sama, salah satu contohnya adalah penggunaan Tapgesture, swipe gesture dan lain sebagainya. sehingga hal ini tergantung pada definisi yang diterapkan pada sebuah sistem. Model Interaksi gesture dapat dibagi menjadi dua kelompok, yakni :

a) Model interaksi gesture berdasarkan pola bentuk gesture, dimana sistem bekerja dengan menangkap gambar dan mengenali gesture dari identifikasi bentuk, salah satu contohnya pada gesture berdasarkan pola tangan dimana pendeteksian gerakan tangan dengan pola tangan yang ditangkap oleh leap motion controller sesuai dengan pola gerakan tangan pengguna.

b) Pola gerakan gesture, dimana sebuah gesture ditangkap dengan membaca sinyal yang dibangkitkan dari sensor yang telah terpasang, salah satu contohnya dideskripsikan pada gesture berdasarkan gerakan dimana gerakan tangan pengguna dibaca berdasarkan arah dan pola gerakannya.

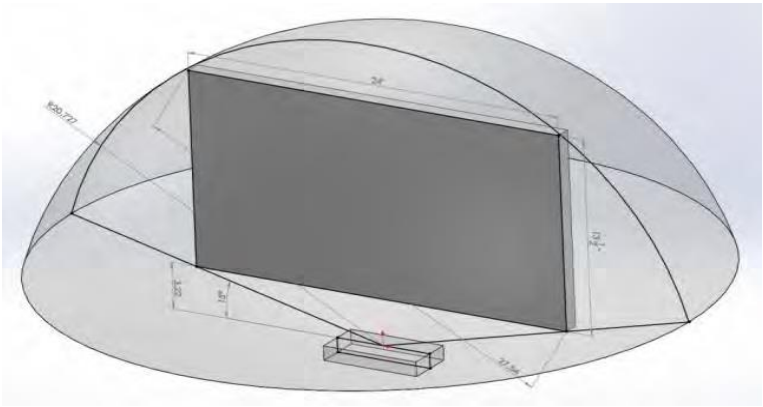
2.3 Leap Motion

Leap Motion Controller adalah alat sensor perangkat keras komputer yang mendukung gerakan tangan dan jari sebagai masukan, yang dapat disamakan fungsinya seperti mouse, namun tidak membutuhkan kontak langsung dengan tangan atau sentuhan. Leap Motion Controller terkadang juga disingkat menjadi Leap Motion. Namun, pengertian Leap Motion dapat juga berarti perusahaan Leap Motion yang mengeluarkan Leap Motion Controller. Maka dari itu alat yang berupa sensor gerak tangan ini seterusnya akan disebut dengan Leap Motion Controller. Leap Motion Controller merupakan sebuah alat yang menarik. Dikarenakan bentuknya yang kecil, alat ini dapat dengan mudah diletakkan di permukaan meja maupun laptop atau keyboard. Selain diletakkan di atas meja dengan menghadap ke atas (table-mounted), alat ini juga bisa diletakkan di atas kepala (headmounted) menghadap depan maupun bawah dengan bantuan alat tertentu seperti Oculus Rift. Meskipun diletakkan di berbagai sisi dan dan menghadap ke berbagai arah, Leap Motion Controller dalam keadaan tetapnya akan menghasilkan posisi tangan yang sejajar dengan tubuh pengguna pada tampilan antarmuka.



Gambar 2.5 Peralatan *Leap Motion*

Sebagai alat sensor, Leap Motion Controller memiliki beberapa alat di dalamnya untuk mengamati. Alat-alat tersebut berupa kamera IR monokromatik dan tiga inframerah LED. Dengan alat-alat tersebut, Leap Motion Controller mampu mengamati gerakan tangan yang dalam jangkauan berbentuk hemisphere dengan radius sejauh 1 meter seperti yang terdapat pada Gambar 2.6. Jarak jangkauan ini nantinya akan membuat wilayah seperti kotak yang disesuaikan dengan layar. Jarak jangkauan ini sendiri bisa dibentuk menjadi sebuah kelas bernama InteractionBox dalam antarmuka pemrograman aplikasinya. Selain InteractionBox, juga terdapat kelas-kelas lainnya yang digunakan dalam antarmuka pemrograman aplikasi, khususnya dalam pembuatan sistem yang menggunakan Leap Motion Controller



Gambar 2.6 Jarak Deteksi *Leap Motion*

2.3.1 Fitur – fitur Leap Motion

Awalnya, Leap Motion Controller hanya dapat mengamati gerakan dan citra tangan secara menyeluruh, tanpa memperhatikan bagian-bagian tangan secara detail. Setelah beberapa perkembangan, Leap Motion Controller akhirnya mampu mengamati hal-hal yang lebih detail pada bagian tangan seperti ruas tangan, kiri atau kanan, skala genggaman tangan, dan sebagainya. Perkembangan ini disebut dengan Skeletal Tracking atau disebut juga dengan V2.

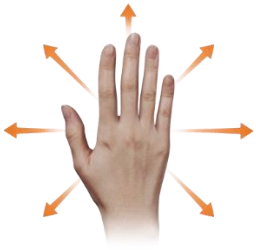
Adapun fitur-fitur yang terdapat pada Leap Motion Controller dengan Skeletal Tracking yang dimilikinya berdasarkan Leap Motion (2015) antara lain sebagai berikut :

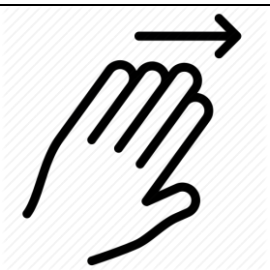
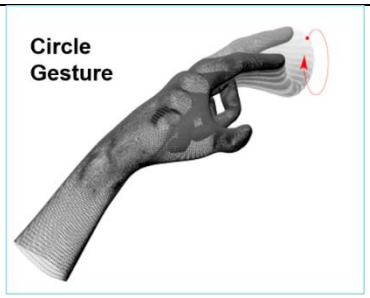
1. *Hand Model*: model tangan yang digunakan setelah dikembangkannya V2 memberikan informasi yang lebih lengkap. Posisi ruas jari berserta perputaran engselnya lebih dapat diakses dan konsisten.
2. *Data Confidence*: fitur ini mendeteksi ketika tangan sulit untuk diamati oleh Leap Motion Controller. Jika salah satu tangan mendekati pinggiran layar atau saling menutup satu sama lain, nilai fitur ini akan turun dari satu hingga nol.
3. *Left or Right*: pengamatan menandai tangan yang terdapat pada layar apakah kiri atau kanan.
4. *Finger Type*: pengamatan mendukung tangan dengan komposisi lima jari yang dapat diambil nilai posisi dan rotasinya masing-masing.
5. *Bone Positions*: fitur ini mengembalikan nilai posisi dan rotasi dari masing-masing tulang yang terdapat pada telapak jangan dan jari.

2.3.2 Leap Motion SDK

Leap Motion SDK adalah sebuah pustaka (*library*) yang dibuat oleh Leap Motion Inc. untuk pengembangan aplikasi perangkat lunak yang menggunakan Leap Motion sebagai alat masukan utamanya. *Leap Motion* SDK ini ditulis dalam banyak bahasa yaitu Phyton, C#, C++, JavaScript, Objective-C, dan Java [4]. Dengan menggunakan pustaka yang disediakan oleh Leap Motion Inc. ini maka fitur-fitur gesture yang akan dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Fitur – fitur *gesture pada Leap motion*

***Gesture* pada Leap Motion**	**Keterangan**	**Gambar**
Pinch	fitur ini mendukung gerakan jari yang bersentuhan dengan jari lainnya	
Unpinch	Fitur ini adalah gerakan memisahkan antara 2 jari yang bersentuhan	
Grab	fitur ini mengindikasikan seberapa mirip tangan dengan kondisi menggenggam.	
ungrab	Fitur ini mengindikasikan sikap pola tangan dari kondisi awal menggenggam hingga tangan terbuka.	

Swipe kanan	Fitur ini mengindasikan pola gerakan mengayunkan telapak tangan dari kiri kea rah kanan	
Swipe kiri	Fitur ini mengindasikan pola gerakan mengayunkan telapak tangan dari kanan kea arah kiri	
circle	Fitur ini mengindikasikan membuat pola gerakan melingkar menggunakan jari	
Tap	Fitur ini melakukan pola gerakan tangan maju dengan cara menekan jari kedepan. Sebuah gerakan tap gesture pada layar dapat di deteksi pada satu ujung jari dengan cara menggerakkan jari untuk maju kedepan dan kemudian kembali posisi aslinya	

2.4 Unified Modelling 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 memilikimakna 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].

2.4.1 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.*

2.4.2 Use case Diagram

Use case diagram adalah gambaran *graphical* dari beberapa atau semua *actor, use-case* dan interaksi diantara komponen-komponen tersebut yang memperkenalkan suatu sistem yang akan dibangun. *Use-case diagram* menjelaskan manfaat suatu sistem jika dilihat menurut pandangan orang yang berada di luar sistem. Diagram ini menunjukkan fungsionalitas suatu sistem atau kelas dan bagaimana sistem tersebut berinteraksi dengan dunia luar.

Use-case diagram dapat digunakan selama proses analisis untuk menangkap *requirement system* dan untuk memahami bagaimana sistem seharusnya bekerja. Selama tahap desain, *use-case diagram* berperan untuk menetapkan perilaku sistem saat diimplementasikan. Dalam sebuah model mungkin terdapat satu atau beberapa *use-case diagram*. Kebutuhan atau *requirement system* adalah fungsionalitas apa yang harus disediakan oleh sistem kemudian didokumentasikan pada model *use-case* yang menggambarkan fungsi sistme yang diharapkan, dan yang mengelilinginya, serta hubungan antara actor dengan use-case itu sendi

2.4.3 Squence Diagram

Sequence diagram adalah suatu diagram yang menggambarkan interaksi antar objek dan mengindikasikan komunikasi diantara objek-objek tersebut. Diagram ini juga menunjukkan serangkaian pesan yang dipertukarkan oleh objek-objek yang melakukan suatu tugas atau aksi tertentu. Objek-objek tersebut kemudian diurutkan dari kiri ke kanan, aktor yang menginisiasi interaksi biasanya ditaruh di paling kiri dari diagram.

Dimensi vertikal merepresentasikan waktu. Bagian paling atas dari diagram menjadi titik awal dan waktu berjalan ke bawah sampai dengan bagian dasar dari diagram. Garis vertical, disebut *lifeline*, dilekatkan pada setiap obyek atau aktor. Kemudian, *lifeline* tersebut digambarkan menjadi kotak ketika obyek melakukan suatu operasi, kotak tersebut disebut *activationbox.* Obyek dikatakan mempunyai *live activation* pada saat tersebut. Pesan yang dipertukarkan antar obyek digambarkan sebagai sebuah anak panah antara activation box pengirim dan penerima. Kemudian diatasnya diberikan label pesan.

2.4.4 Class Diagram

Class diagram adalah alat perancangan terbaik untuk tim pengembang. Diagram tersebut membantu pengembang mendapatkan struktur sistem sebelum kode ditulis, dan membantu untuk memastikan bahwa sistem adalah desain terbaik.

Class diagram digunakan untuk menampilkan kelas-kelas dan paket-paket di dalam *system*. *Class diagram* memberikan gambaran *system* secara statis dan relasi antar mereka. Biasanya, dibuat beberapa *class diagram* untuk sistem tunggal. Beberapa diagram akan menampilkan subset dari kelas-kelas dan relasinya. Dapat dibuat beberapa diagram sesuai dengan yang diinginkan untuk mendapatkan gambaran lengkap terhadap *system* yang dibangun.

2.4.5 *Library*

Library adalah tempat dimana kita menyimpan dan mengelola symbol yang dibuat dalam Flast, seperti juga file-file yang diimpor, termasuk gambar bitmap, soud file, dan video klip. Panel library memberikan kita kebebasan untuk mengelola banyak item kedalam folder-folder, melihat beberapa sering sebuah item digunakan dalam dokumen, dan menyortir item berdasarkan tipenya.

2.5 OpenSpace 3D

Openspace3D adalah sebuah *editor* atau *scenemanageropen 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 [9].

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*.

2.6 SCOL language

Aplikasi OpenSpace 3D ini berbasiskan language programing SCOL, mungkin belum banyak yang mendengar Scol, bahasa pemrograman ini berasal dari Prancis dan baru-baru ini dikembangkan. OpenSpace 3D menggunakan graphic engine OGRE 3D yang mempunyai komunitas cukup banyak tapi tidak di Indonesia. Seperti aplikasi Java, dimana kita harus menginstal jdk/jre untuk menjalankan aplikasi Java. Tapi ada alasan kenapa kita harus menginstal Scol, karena sebenarnya OpenSpace 3D ditujukan untuk browser, jadi aplikasi/simmulasi yang kita buat bisa ditampilkan dalam suatu website pribadi. Kelebihan lainnya dari OpenSpace 3D adalah kompatibilitas dengan file multimedia lainnya seperti video Youtube, chatting, mp3, wav, swf dll. bahkan openspace 3D juga mendukung input controller dari joypad, keyboard, mouse, Wii Nintendo, dan juga voice controller.

2.6.1 Library Leap Motion pada Openspace3D

Dalam penelitian ini digunakan alat *Leap Motion* yang mengembangkan beberapa fitur pelacakan tangan. Terdapat *library* yang digunakan pada editor Openspace3D menggunakan bahasa pemograman SCOL. diperlukan beberapa *library* yang di gunakan untuk menghubungkan antara sistem yang dibangun dengan *library* Leap motion. Library yang perlu dipakai kedalam sistem adalah sebagai berikut :

1. *_CRleapMotionDevice* : Fungsi ini membuat objek *LeapMotion*

fun [Chn fun [ObjLeapMotion u0] u1 u0 fun [ObjLeapMotion u2] u3 u2] ObjLeapMotion

- Chn : a channel
- fun [ObjLeapMotion u0] u1 : callback "connected" event
- u0 : an user parameter
- fun [ObjLeapMotion u2] u3 : callback "disconnected" event
- u2 : an user parameter

Return : ObjLeapMotion the new Scol object or NIL if an error occurs

2. *_DsleapMotionDevice* : Fungsi ini menghilangkan objek *LeapMotion*

fun [ObjLeapMotion] I

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object to destroy

Return : I 0 or NIL if an error occurs

3. *_GetLeapMotionHand* : Fungsi ini mendapatkan posisi dan orientasi tangan pada *LeapMotion*

fun [ObjLeapMotion I I] [[F F F] [F F F] [F F F]]

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- I : the hand index
- I : 1 for optimized position

Return : [[F F F] [F F F] [F F F]] the position, orientation (pitch yaw roll) and velocity or NIL if an error occurs.

4. *_GetLeapMotionHandExt* : Fungsi ini mendapatkan posisi,orientasi, arah, keadaan normal tangan pada *LeapMotion*

fun [ObjLeapMotion I I] [[F F F] [F F F] [F F F] [F F F] [F F F] F]

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- I : the hand index
- I : 1 for optimized position

Return : [[F F F] [F F F] [F F F] [F F F] [F F F] F] the position, orientation (pitch yaw roll), velocity, direction, normal and confidence or NIL if an error occurs.

5. _GetLeapMotionTool : Fungsi ini Mendapat posisi alat , orientasi dan kecepatan alat *LeapMotion*

fun [ObjLeapMotion I I] [[F F F] [F F F] [F F F]]

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- I : the hand index
- I : 1 for optimized position

Return : [[F F F] [F F F] [F F F]] the position, orientation (pitch yaw roll) and velocity or NIL if an error occurs.

6. _GetLeapMotionHandFingers : Fungsi ini mendapatkan sensor data jari dari tangan

fun [ObjLeapMotion I I] [[[F F F] [F F F] [F F] I] r1]

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- I : the hand index
- I : 1 for optimized position

Return : [[[F F F] [F F F] [F F] I] r1] the list of fingers position,

7. _GetLeapMotionHandFingersWithJoints : Fungsi ini mendapatkan data jari dengan posisi sendi jari dari tangan

fun [ObjLeapMotion I I] [[[F F F] [F F F] [F F] [[F F F] r1] I] r1]

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- I : the hand index
- I : 1 for optimized position

Return : [[[F F F] [F F F] [F F] [[F F F] r1] I] r1] list of fingers position, orientation, screen pos, joints positions list and id or NIL if an error occurs.

8. _CBLeapMotionCircleGesture : Fungsi ini mendefenisikan sikap gerakan melingkar telapak tangan pada *LeapMotion*

fun [ObjLeapMotion fun [ObjLeapMotion u0 I I I F F F] u1 u0] ObjLeapMotion

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- fun [ObjLeapMotion u0 I I I F F F] u1 : the callback. The supplemental arguments are :
  - I : state, 1 start, 2 progress, 3 end
  - I : hand
  - I : finger or tool id
  - F : direction 1.0 for clockwise, -1.0 for counterclockwise
  - F : radius
  - F : progress, number of circles
- u0 : an user parameter

Return : ObjLeapMotion the same Scol object or NIL if an error occurs.

9. _CBLeapMotionSwipeGesture : Fungsi ini mendefenisikan sikap gerakan *Swipe* telapak tangan pada *LeapMotion*

fun [ObjLeapMotion fun [ObjLeapMotion u0 I I I [F F F] F F] u1 u0] ObjLeapMotion

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- fun [ObjLeapMotion u0 I I I [F F F] F F] u1 : the callback. The supplemental arguments are :
  - I : state, 1 start, 2 progress, 3 end
  - I : hand
  - I : finger or tool id
  - [F F F] : direction
  - F : speed in millimeter per second
  - F : progress, duration in second
- u0 : an user parameter

Return : ObjLeapMotion the same Scol object or NIL if an error occurs.

10. _CBLeapMotionKeyTapGesture : fungsi ini mendefinisikan sikap seperti menekan tombol seperti pada *mouse*

fun [ObjLeapMotion fun [ObjLeapMotion u0 I I [F F F] [F F F]] u1 u0] ObjLeapMotion

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- fun [ObjLeapMotion u0 I I [F F F] [F F F]] u1 : the callback. The supplemental arguments are :
  - I : hand
  - I : finger or tool id
  - [F F F] : direction
  - [F F F] : position
- u0 : an user parameter

Return : ObjLeapMotion the same Scol object or NIL if an error occurs.

11. _CBLeapMotionScreenTapGesture : fungsi ini mendefinisikan sikap seolah menekan pada layar

fun [ObjLeapMotion fun [ObjLeapMotion u0 I I [F F F] [F F F]] u1 u0] ObjLeapMotion

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- fun [ObjLeapMotion u0 I I [F F F] [F F F]] u1 : the callback. The supplemental arguments are :
  - I : hand
  - I : finger or tool id
  - [F F F] : direction
  - [F F F] : position
- u0 : an user parameter

Return : ObjLeapMotion the same Scol object or NIL if an error occurs.

12. _GetLeapMotionGrabStrength : Fungsi ini mendefenisikan sikap gerakan mencengkram telapak tangan pada *LeapMotion*

fun [ObjLeapMotion I] F

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- I : hand index

Return : F the grab strengh between 0.0 to 1.0 or NIL if an error occurs.

13. _GetLeapMotionPinchStrength : Fungsi ini mendefenisikan sikap gerakan mencubit telapak tangan pada *LeapMotion*

fun [ObjLeapMotion I] F

- ObjLeapMotion : a Leapmotion Scol object
- I : hand index

Return : F the pinch strengh between 0.0 to 1.0 or NIL if an error occurs.

2.7 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).

2.8 Sistem Eksresi

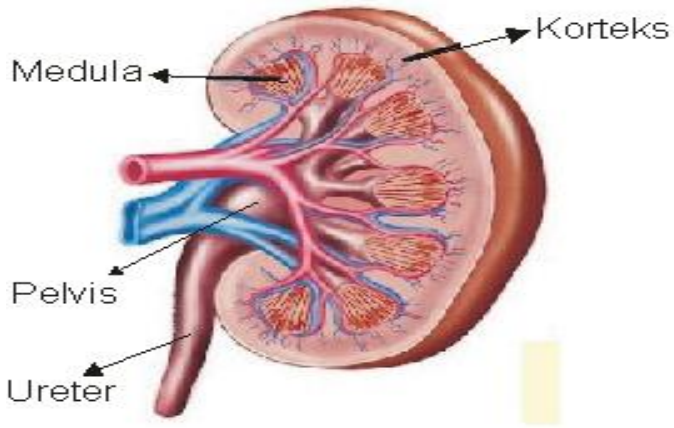
Melakukan ekskresi adalah salah satu ciri makhluk hidup, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan. Pada tubuh manusia, proses ekskresi dilakukan oleh organ-organ khusus. Ekskresi merupakan proses pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang sudah tidak digunakan oleh tubuh. Salah satu bentuk ekskresi adalah buang air kecil, hasil buangan itu antara lain berupa urin. Akan tetapi, sebenarnya hasil buangan tidak hanya berupa urin saja. Zat buangan lainnya dapat berupa keringat, gas karbon dioksida, zat warna empedu. Zat-zat sisa metabolisme merupakan zat sampah yang harus dibuang dari tubuh.



Gambar 2.7 Sistem eksresipada manusia

2.8.1 Ginjal

Ginjal merupakan organ yang berbentuk seperti kacang merah. Pada manusia, ginjal berukuran sebesar kepalan tangan, yaitu berukuran panjang 10 sampa 12 cm, lebar 5– 6 cm, tebal 3 – 4 cm dengan berat sekitar 140 gram. Ginjal terdapat 1 pasang yang terletak di bagian dorsal dinding tubuh sebelah kiri dan kanan tulang belakang.



Gambar 2.8 Struktur ginjal manusia

a. Proses Pembentukan urin

   Urine dibentuk dengan serangkaian proses yang rumit dan sangat efektif. Secara umum, terdapat tiga peristiwa penting dalam pembentukan urine, yaitu penyaringan (filtrasi), penyerapan (reabsorpsi), dan pengumpulan (augmentasi).

b. Fungsi Ginjal

   a. Menyaring/Membersihkan Darah
   b. Mengatur Volume Darah
   c. Mendaur Ulang Air, Mineral, Glukosa, dan Gizi

d. Mengatur Keseimbangan Kandungan Kimia Darah
e. Menjaga Darah agar Tidak Terlalu Asam
f. Penghasil Hormon

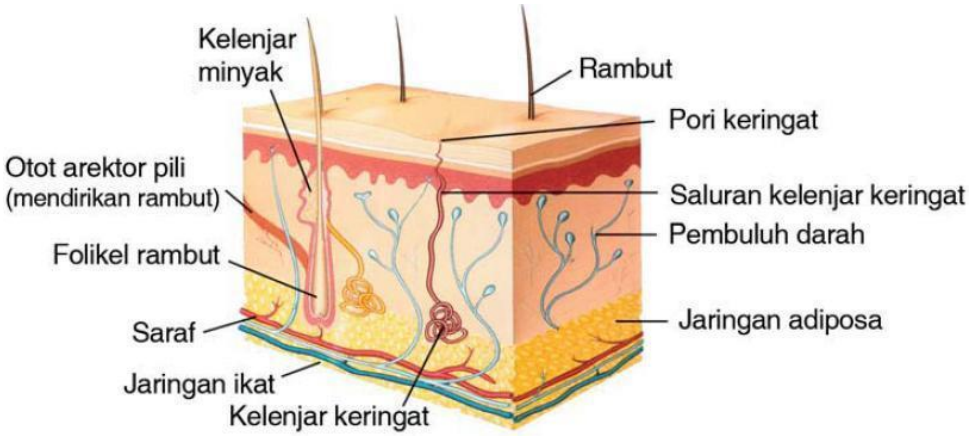
c. Gangguan dan kelainan pada ginjal:

1. Uremia : tertimbunnya urea dalam darah sehingga mengakibatkan keracunan.
2. Albuminuria : urine mengandung albumin(protein) yang disebabkan oleh kerusakan pada glomerulus.
3. Diabetes insipidus : penyakit kekurangan hormon vasopresin atau hormon antidiuretic(ADH) yang mengakibatkan hilangnya kemampuan mereabsorpsi cairan. Akibatnya, penderita bisa mengeluarkan urine berlimpah mencapai 20 liter.
4. Diabetes melitus : terdapat glukosa dalam urine. Terjadi karena menurunnya hormon insulin yang dihasilkan pankreas.
5. Nefritis : gangguan pada ginjal karena infeksi bakteri streptococcus sehingga protein masuk ke dalam urine.
6. Batu ginjal : adanya endapan garam kalsium di dalam kantong kemih
7. Gagal ginjal : ginjal tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik sehingga harus dibantu dengan cuci darah atau cangkok ginjal.
8. Hematuria : urin mengandung darah karena adanya kerusakan pada glomerulus.

2.8.2 Kulit

Kulit merupakan bagian permukaan luar dari tubuh kita. Oleh sebab itu, kulit sering berinteraksi dengan lingkungan. Jika kita perhatikan pada

permukaan kulit akan kita temukan rambut – rambut lembut yang muncul dari pori-pori.



Gambar 2.9 Struktur Kulit Manusia

a. Lapisan Kulit Manusia

1. Epidermis (Kutilkula)

   Kulit manusia terdiri atas beberapa lapisan.

   a. Stratum korneum
   b. Stratum lusidum,
   c. Stratum granulosum
   d. Stratum germinativu

2. Dermis (Kulit Jangat)

   Lapisan dermis terletak di bawah lapisan epidermis. Lapisan dermis terdiri atas bagian-bagian berikut.

   a. Akar Rambut
   b. Pembuluh Darah
   c. Kelenjar Minyak (*glandula sebasea*)
   d. Kelenjar Keringat (*glandula sudorifera*)
   e. Serabut Saraf

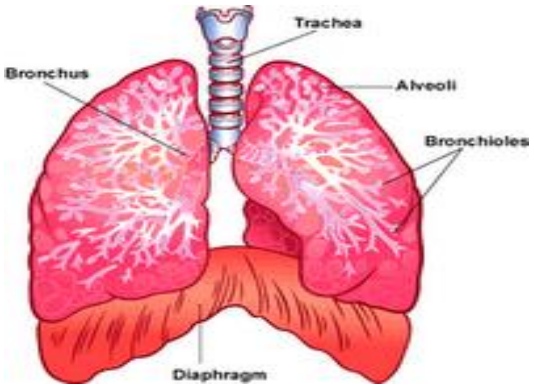
3. Gangguan pada kulit :

   a. Jerawat merupakan gangguan pada kelenjar minyak yang umumnya dialami oleh anak remaja.

b. Scabies atau kudis merupakan penyakit kulit karena tungau (*Sarcoptes scabies*).
c. *Pruvitus kutanea* merupakan penyakit kulit dengan gejala timbul rasa gatal yang dipicu oleh iritasi saraf sensorik perifer.
d. Eksim atau alergi merupakan penyakit kulit karena infeksi atau iritasi bahan luar yang termakan atau menyentuh kulit.
e. Gangren adalah kelainan pada kulit yang disebabkan oleh matinya sel-sel jaringan tubuh. Ini disebabkan oleh suplai darah yang buruk di bagian tertentu salah satunya akibat penekanan pada pembuluh darah tertentu (seperti balutan yang terlalu ketat).

2.8.3 Paru – Paru

Paru-paru manusia terdapat di dalam rongga dada, dilindungi oleh tulang rusuk dan berjumlah sepasang. Saluran dari batang tenggorokan bercabang-cabang menuju paru-paru kiri dan kanan. Percabangan saluran yang masuk paru-paru ini disebut *bronkus*. Masing-masing bronkus bercabang-cabang lagi menjadi *bronkiolus*.



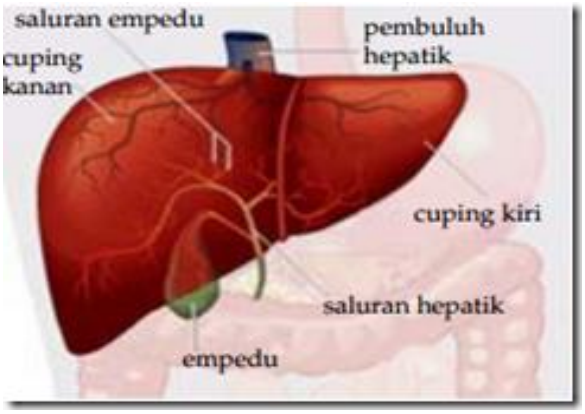
Gambar 2.10 Paru – paru Manusia

Gangguan pada paru – paru manusia :

1. Asma atau sesak nafas. Disebabkan alergi terhadap benda-benda asing yang masuk hidung.
2. Kanker paru-paru. Disebabkan oleh kebiasaan merokok atau terlalu banyak menghirup debu asbes, kromium, produk petroleum, dan radiasi ionisasi yang memengaruhi pertukaran das di paru-paru.
3. Emfisema adalah penyakit pembengkakan alveolus yang menyebabkan saluran pernafasan menyempit.

2.8.4 Hati

Hati merupakan kelenjar terbesar dalam tubuh manusia, terletak di bagian atas dalam rongga perut sebelah kanan di bawah diafragma. Pada orang dewasa beratnya sekitar dua kilogram, berwarna merah.



Gambar 2.11 Struktur Hati Manusia

Gangguan pada hati:

1. Penyakit wilson merupakan penyakit keturunan dengan kadar zat tembaga dalam tubuh yang berlebihan sehingga mengakibatkan gangguan fungsi hati.
2. Hepatitis merupakan radang atau pembengkakan hati.
3. Sirosis merupakan penyakit hati yang kronis dan mengakibatkan guratan pada hati sehingga hati menjadi tidak berfungsi.

2.9 Review Literatur

Banyak penelitian yang sebelumnya dilakukan mengenai *augmented reality* tetapi aplikasi yang ada masih kurang interaktif dan alami ketika digunakan. Dalam upaya untuk pengembangan *augmented reality* ini perlu dilakukan studi pustaka sebagai salah satu dari penerapan *Augmented Reality* dengan alat *Leap Motion*. 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 *Literature review* tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan oleh Walesa Danto, Agung Toto Wibowo dan Beddy Purnama yang berjudul "Analisis Metode Occlusion Based pada Augmented Reality Studi Kasus: Interaksi dengan Objek Virtual Secara Real Time Menggunakan Gerakan Marker". Penelitian ini membahas tentang bagaimana metode Occlusion Based diimplementasikan kedalam studi kasus yang sudah ada, sehingga menghasilkan suatu aplikasi dengan pembacaan suatu marker lebih cepat dan akurat karena dalam hal akurasi pendefinisian interaksi dan nilai frame per secondnya cukup baik yaitu diatas 25 fps.
2. Penelitian ini dilakukan oleh Mukhlis Youllia Indrawaty, M. Ichwan dan Wahyu Putra yang berjudul "Media Pembelajaran Interaktif Pengenalan Anatomi Manusia Menggunakan Metode Augmented Reality (AR)". Penelitian ini membahas mengenai bagaimana membuat multimedia pembelajaran interaktif menggunakan *Augmented Reality* untuk membantu pengajar mengemas pelajaran agar lebih menarik, dimana nanti sistem akan mengenali banyak marker melalui webcam dan juga menghasilkan output berupa model 3D secara bersamaann, namun sistem ini hanya menampilkan anatomi manusia saja, tidak lebih spesifik lagi membahas fungsi sistem dari organ-organ manusia.

3. 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 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.

Dari tiga *literature review* yang ada diatas, telah ada penelitian mengenai *augmented reality,* interaksi dengan objek virtual secara real time menggunakan gerakan marker, Media Pembelajaran Interaktif Pengenalan Anatomi Manusia Menggunakan Metode *Augmented Reality* dan Aplikasi *Augmented Reality* Pembelajaran Organ Pernapasan Manusia Pada Smartphone Android. Tetapi, dapat disimpulkan belum ada peneliti yang secara khusus membahas atau Pembangunan Aplikasi *Augmented Reality* sistem eksresi dengan menggunakan *Leap Motion.*