# BAB 2

# LANDASAN TEORI

## 2.1 *Image Processing*

Data atau informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks, tetapi juga dapat berupa gambar, audio (bunyi, suara, musik), dan video. Keempat macam data atau informasi ini sering disebut multimedia. Era teknologi informasi saat ini tidak dapat dipisahkan dari multimedia. Situs web (*website*) di internet dibuat semenarik mungkin dengan menyertakan visualisasi berupa gambar atau video yang dapat diputar. Beberapa waktu lalu istilah SMS begitu populer diantara pengguna telepon genggam (*handphone*). Tetapi, saat ini orang tidak hanya dapat mengirim pesan dalam bentuk teks tapi juga dalam bentuk gambar maupun video yg dikenal dalam layanan MMS (*Multimedia Message Service*).

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 komputer tidak hanya dapat menangani data teks, tetapi juga data citra [2]. Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari suatu citra kepada citra yang lain, sementara tugas perbaikna informasi terletak pada manusia melalui penyusunan algoritmanya. Bidang ini meliputi penajaman citra, penonjolan fitur tertentu dari suatu citra, kompresi citra dan koreksi citra yang tidak fokus atau kabur. Sebaliknya, sistem visual menggunakan citra sebagai masukan tetapi menghasilkan keluaran jenis lain seperti representasi dari kontur objek di dalam citra, atau menghasilkan gerakan dari suatu peralatan mekanis yang terintegrasi dengan sistem visual.

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

## 2.2 *Augmented Reality*

### 2.2.1 Definisi *Augmented Reality*

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

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

Dalam perkembangannya saat ini *augmented reality* tidak hanya bersifat visual saja, tapi sudah dapat diaplikasikan untuk semua indera, termasuk pendengaran, sentuhan, dan penciuman. Selain digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur, *augmented reality* juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan orang banyak, seperti pada telepon genggam.

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

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

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

### 2.2.2 Perkembangan *Augmented Reality*

Penemuan tentang *augmented reality* (AR) berawal dari tahun 1957-1962. Seorang sinematografer, bernama Morton Heilig, menciptakan dan

mempatenkan sebuah alat simulator yang disebut Sensorama dengan visual, getaran dan bau, kemudian tahun 1966, Ivan Sutherland menemukan *head-mounted display* yang dia klaim adalah, jendela ke dunia virtual.

Tahun 1975 ilmuwan bernama Myron Krueger menciptakan *Videoplace* yang memungkinkan pengguna, dapat berinteraksi dengan objek virtual untuk pertama kalinya. Tahun 1989, Jaron Lanier, memeperkenalkan *Virtual Reality* kepada publik dan menciptakan bisnis komersial pertama kalinya. Tahun 1989, Jaron Lanier, memeperkenalkan *Virtual Reality* kepada publik dan menciptakan bisnis komersial pertama kali di dunia maya, Tahun 1992 *Augmented Reality* dikembangkan untuk dapat melakukan perbaikan pada pesawat boeing, di tahun yang sama, LB Rosenberg mengembangkan Sistem *Augmented Reality* yang digunakan di Angkatan Udara AS yang disebut *Virtual Fixtures*, dan pada tahun 1992 juga, Steven Feiner, Blair Maclntyre dan dorée Seligmann, memperkenalkan untuk pertama kalinya *Major Paper* untuk perkembangan *Prototype Augmented Reality*.

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

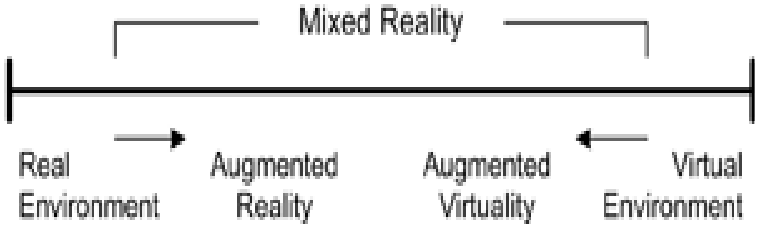
Pada tahun 2008, Wikitude AR Travel Guide, memperkenalkan Android G1 Telephone yang berteknologi *Augmented Reality*, tahun 2009, Saqoosha memperkenalkan FLARToolkit yang merupakan perkembangan dari ArToolkit. FLARToolkit memungkinkan kita memasang teknologi *Augmented Reality* di

sebuah website, karena output yang dihasilkan FLARToolkit berbentuk *Flash*. Ditahun yang sama, *Wikitude Drive* meluncurkan sistem navigasi berteknologi AR di Platform Android. Tahun 2010, *Acrossair* menggunakan teknologi *Augmented Reality* pada I-Phone 3GS [4].

### 2.2.3 *Augmented Reality* dan *Virtual Reality*

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

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




Gambar 2.1 *Reality-Virtuality Continuum* [5]

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

### 2.2.4 Manfaat Teknologi *Augmented Reality*

Bidang-bidang yang pernah menerapkan teknologi AR adalah [6]:

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

   Princeton Electronic billboard telah mengembangkan sistem realitas tertambah yang memungkinkan lembaga penyiaran untuk memasukkan iklan ke dalam area tertentu gambar siaran,

contohnya, ketika menyiarkan sebuah pertandingan sepak bola, sistem ini dapat menempatkan sebuah iklan sehingga terlihat pada tembok luar stadium.

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

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

4. **Pelatihan Militer**, kalangan militer telah bertahun-tahun menggunakan tampilan dalam kokpit yang menampilkan informasi kepada pilot pada kaca pelindung kokpit atau kaca depan helm penerbangan mereka. Ini merupakan sebuah bentuk tampilan AR. SIMNET, sebuah sistem permainan simulasi perang, juga menggunakan teknologi AR. Dengan melengkapi anggota militer dengan tampilan kaca depan helm, aktivitas unit lain yang berpartisipasi dapat ditampilkan. Contohnya, seorang tentara yang menggunakan perlengkapan tersebut dapat melihat helikopter yang datang. Dalam peperangan, tampilan medan perang yang nyata dapat digabungkan dengan informasi catatan dan sorotan untuk memperlihatkan unit musuh yang tidak terlihat tanpa perlengkapan ini.

5. **Navigasi Telepon Genggam**, dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir ini, telah banyak integrasi AR yang dimanfaatkan pada telepon genggam. Saat ini ada 3 Sistem Operasi telepon genggam besar yang secara langsung memberikan dukungan terhadap teknologi AR melalui tampilan pemrograman aplikasinya masing-masing. Untuk dapat menggunakan kamera sebagai sumber aliran data visual, maka Sistem Operasi tersebut mesti mendukung penggunaan kamera dalam modus preview.

   AR adalah sebuah presentasi dasar dari aplikasi-aplikasi navigasi. Dengan menggunakan GPS maka aplikasi pada telepon genggam dapat mengetahui keberadaan penggunanya pada setiap waktu.

6. **Otomotif**, penggunaan dalam dunia otomotif sendiri saat ini adalah adanya tampilan 3D sebagai petunjuk jalan (seperti fungsi GPS). Dengan adanya tampilan 3D tersebut, sang pengemudi dapat mengetahui jarak dan rintangan yang ada disekitarnya dengan lebih akurat.

7. **Pendidikan**, dunia pendidikan biasanya berkutat dengan buku-buku yang penuh dengan tulisan-tulisan. Penggunaan *augmented reality* dalam menampilkan pelajaran dapat mempermudah para siswa dalam mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan pelajaran tersebut. Untuk contoh, pada pelajaran Sejarah, siswa dapat mengetahui bagaimana terjadinya peristiwa-peristiwa penting di masa lampau.

8. **Iklan**, dalam dunia periklanan, hal yang paling dibutuhkan adalah sesuatu yang menarik, baru, dan berbeda daripada iklan produk yang lain. Dengan menggunakan teknologi *augmented reality*, maka konsumen akan tertarik dengan produk yang ditawarkan. Selaint itu, memanfaatkan teknologi inipun produk yang ditawarkan bisa dilihat konsumen secara nyata karena ditampilkan dalam bentuk 3D.
9. **Commercial**, secara komersial, *augmented reality* telah digunakan sebagai cara untuk menyajikan secara visual isi dari sebuah tender atau proposal bisnis. Sektor konstruksi menggunakan *augmented reality* untuk meninjau gambar arsitektur dalam lingkungan dunia nyata.
10. **Website & Digital Marketing,** dengan waktu berlama-lama rata-rata tujuh menit, keuntungan menggunakan *augmented reality* pada sebuah situs web sudah jelas. Konversi sales, download, bahkan total kunjungan halaman web meningkat selama waktu berlama-lama meningkat. Mampu secara fisik menunjukkan produk atau layanan anda dengan mudah melalui internet secara langsung akan meningkatkan penjualan.

## 2.3 *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.

### 2.3.1 *Aural Display* (Suara)

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

*Haptic audio* mengacu pada suara yang dirasakan daripada didengar dan telah digunakan pada perangkat konsumen seperti headphone Turtle Beach untuk meningkatkan rasa pengaruh dan kenyataan, tetapi juga untuk meningkatkan antarmuka pengguna misalnya *mobile phone.* Perkembangan terakhir di area ini disajikan dalam workshop seperti workshop internasional Haptic Audio Visual Environments dan Haptic and Audio Interaction Design [7].

### 2.3.2 *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.

#### 2.3.2.1 *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.

#### 2.3.2.2 *Optical See-Through*

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

*occlusion* (saling menutupi) or *mediation* dari objek nyata menjadi sulit karena cahaya mereka selalu bergabung dengan gambar virtual. Kiyowaka dkk memecahkan masalah ini untuk *head-worn display* dengan menambahkan lapisan buram menggunakan panel LCD dengan pixel yang memburamkan area menjadi tertutupi.

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

#### 2.3.2.3 *Projective*

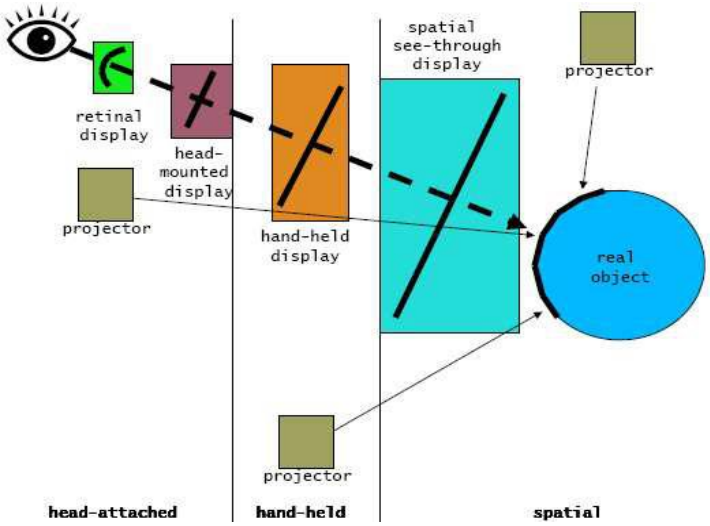
Alat display ini memiliki keuntungan tidak memerlukan *eye-wear* khusus sehingga mengakomodasikan mata pengguna selama fokus, dan bisa menutupi permukaan yang besar untuk sebuiah *field-of-view* yang luas. Permukaan proyeksi dapat berkisar dari datar, dinding berwarna datar, hingga model skala kompleks.

Zhou dkk mendaftarkan beberapa pikoproyektor yang ringan dan rendah konsumsi daya untuk integrasi yang lebih baik. Namun, seperti *optical see-through displays,* perangkat input lainnya dibutuhkan untuk (tidak langsung) interaksi. Dan juga, proyektor harus dikalibrasi setiap kali lingkungan atau jarak

ke permukaan proyeksi berubah. Untungnya, kalibrasi dapat diotomatiskan menggunakan kamera pada contohnya sebuah *cave automatic virtual environment* (CAVE) berdinding banyak dengan permukaan tidak teratur. Selain itu, jenis display ini terbatas pada pnggunaan dalam ruangan (indoor) karena brighness dan kontras yang rendah dari gambar yang diproyeksikan. *Oklusi atau mediasi* objek juga cukup lemah, tapi untuk *head-worn* proyektor ini dapat ditingkatkan dengan menutupi permukaan dengan material *retro-reflective*. Objek dan instrumen yang tercakup dalam material ini akan mencerminkan proyeksi langsung menuju sumber cahaya yang dekat dengan mata pengamat, sehingga tidak mengganggu proyeksi.

### 2.3.3 *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 [7]

#### 2.3.3.1 *Head-worn*

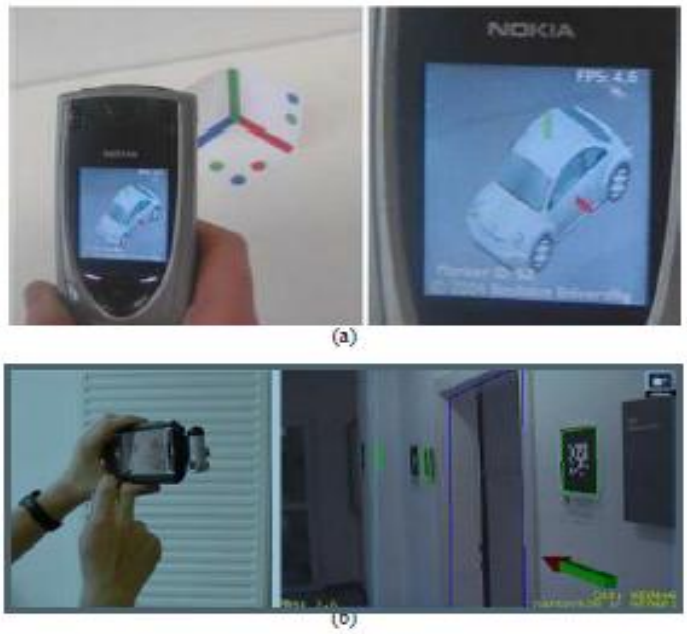
Visual display yang dilekatkan pada kepala termasuk *video/optical see-through* HMD (*head-mounted display*), *virtual retinal display* (VRD), dan *head-mounted projective display* (HMPD). Cakmakci dan Rolland [7] memberikan sebuah detil review terakhir dari *teknologi head-worn display*. Kelemahan saat ini dari *head-worn displays* adalah kenyataan bahwa merekaharus terhubung ke komputer grafis seperti laptop yang membatasi mobilitas karena terbatasnya daya baterai. Daya baterai dapat diperpanjang dengan memindahkan perhitungan ke lokasi yang jauh (*clouds*) dan menyediakan koneksi (wireless) menggunakan standar seperti IEEE 802.11 atau BlueTooth. Gambar 2.3 menunjukkan contoh dari empat (*parallax-free*) tipe *head-worn display* : Canon's Co-Optical Axis See-through Augmented Reality (COASTAR) *video see-through display* (Gambar 2.3a), Konica Minolta's *holographic optical see-through* prototipe 'Forgettable Display' (Gambar 2.3b), MicroVision's *monochromatic and monocular Nomad retinal scanning display* (Gambar 2.3c), dan *organic light-emitting diode* (OLED) berbasis HMPD (Gambar 2.3d).




Gambar 2.3 Head-worn visual display [7]

#### 2.3.3.2 *Hand-held*

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




Gambar 2.4 Hand-held video see-through display[7]

#### 2.3.3.3 *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.

## 2.4 Berorientasi Objek

Analisis dan desain berorientasi objek adalah cara baru dalam memikirkan suatu masalah dengan menggunakan model yang dibuat menurut konsep sekitar dunia nyata. Dasar pembuatan adalah objek, yang merupakan kombinasi antara struktur data dab perilaku dalam suatu entitas. Model berorientasi objek bermanfaat untuk memahami masalah, komunikasi dengan ahli aplikasi, pemodelan suatu organisasi, meyiapkan dokumentasi serta perancangan program dan basis data. Pertama-tama suatu model analisis dibuat untuk menggambarkan aspek dasar dari domain aplikasi, dimana model tersebut berisi

objek yang terdapat dalam domain aplikasi termasuk deskripsi dari keterangan objek dan perilakunya.

Secara spesifik, pengertian berorientai objek berarti bahwa mengorganisasi perangkat lunak sebagai kumpulan dari objek tertentu yang memiliki struktur data dan perilakunya. Hal ini yang membedakan dengan pemograman konvensional dimana struktur data dan perilaku hanya berhubungan secara terpisah. Terdapat beberapa cara untuk menentukan karateristik dalam pendekatan berorientasi objek, tetapi secara umum mencakup empat hal, yaitu identifikasi, klasifikasi, *polymorphism* (polimorfisme) dan *inheritance* (pewarisan) [8].

### 2.4.1 Karakteristik Metodologi Berorientasi Objek

Metodologi pengembangan sistem berorientasi objek mempunyai tiga karateristik utama [8], yaitu:

1. *Encapsulation*

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

2. *Inheritance*

   *Inheritance* (pewarisan) adalah teknik yang menyatakan bahwa anak dari objek akan mewarisi atribut dan metoda dari induknya langsung. Atribut dan metoda dari objek induk diturunkan kepada anak objek, demikian seterusnya. Pendefinisian objek dipergunakan untuk membangun suatu hirarki dari objek turunannya, sehingga tidak perlu membuat atribut dan metoda lagi pada anaknya, karena telah mewarisi sifat induknya.

3. *Polymorphism*

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

## 2.5 *Unified Modeling Language* (UML)

*Unified Modeling Language* (UML) adalah keluarga notasi grafis yang didukung oleh meta-model tunggal yang membantu pendeskripsian dan desain sistem perangkat lunak, khususnya sistem yang dibangun menggunakan pemrograman berorientasi objek [12].

### 2.5.1 Diagram-diagram UML

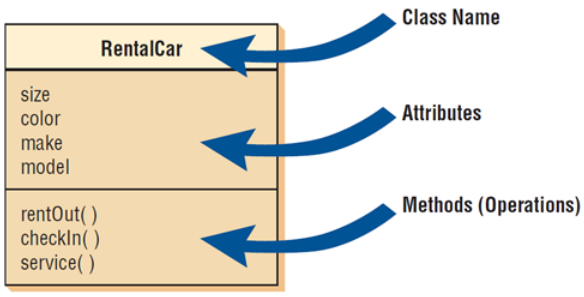
UML memiliki 13 jenis diagram resmi seperti tertulis dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Jenis Diagram Resmi UML [12]

| Diagram | Kegunaan |
|---|---|
| Activity | Behavior Prosedural dan paralel |
| Class | Class, fitur, dan hubungan-hubungan |
| Communication | Interaksi antar objek; penekanan pada jalur |
| Component | Struktur dan koneksi komponen |
| Composite structure | Dekomposisi runtime sebuah class |
| Deployment | Pemindahan artifak ke node |
| Interaction overview | Campuran sequence dan activity diagram |
| Object | Contoh konfigurasi dari contoh-contoh |
| Package | Struktur hirarki compile-time |
| Sequence | Interaksi antar objek; penekanan pada sequence |
| State machine | Bagaimana even mengubah Objek selama aktif |
| Timing | Interaksi antar objek; penekanan pada timing |
| Use case | Bagaimana pengguna berinteraksi dengan sebuah sistem |

1. ***Class Diagram***

   *Class Diagram* menggambarkan keadaan suatu sistem dengan menjelaskan keterhubungan antara suatu kelas dengan kelas yang lain yang terdapat pada sistem tersebut. *Class Diagram* bersifat statis. Di dalam *class diagram* digambarkan relasi dari masing - masing kelas tetapi tidak menggambarkan apa yang terjadi ketika kelas tersebut berelasi. Sebuah Kelas memiliki struktur sebagai gambar berikut:



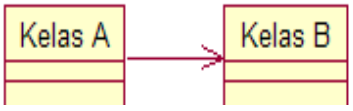

Gambar 2.5 *Class Diagram*

a. Nama Kelas/Stereotype
b. Atribut, yaitu variabel-variabel yang dimiliki suatu kelas.
c. Metoda, yaitu fungsi-fungsi yang dimiliki oleh suatu kelas.

*Class Diagram* menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun system. *Class Diagram* mempunyai 3 macam hubungan, sebagai berikut :

*a. Association*

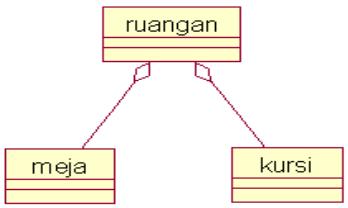
*Assosiation* adalah hubungan statis antar kelas. Umumnya menggambarkan kelas yang memiliki atribut berupa kelas lain, atau kelas yang harus mengetahui ekstensi kelas lain. Dalam notasi UML kita mengenal asosiasi 2 arah (bidirectional) dan 1 arah (undirectional).




Gambar 2.6 Relasi *Association*

*b. Aggregation*

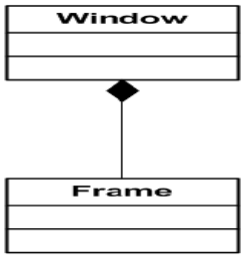
*Aggregation* adalah *association* dimana salah satu kelasnya merupakan bagian dari suatu kumpulan. *Aggregation* memiliki titik pusat yang mencakup keseluruhan bagian.




Gambar 2.7 Relasi Aggregation

*c. Composition*

*Composition* ialah *aggregation* dengan ikatan yang lebih kuat. Di dalam *composite aggregation*, siklus hidup *part class* sangat bergantung pada *whole class* sehingga bila objek *instance* dari *whole class* dihapus maka objek *instance* dari *part class* juga akan terhapus.




Gambar 2.8 Relasi *Composition*

*d. Depedency*

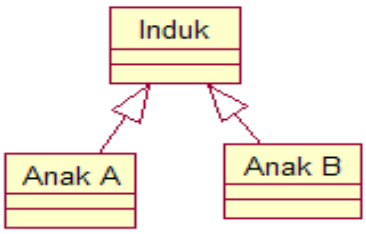
*Depedency* ialah hubungan antar-class di mana sebuah class memiliki ketergantungan pada class lainnya tetapi tidak sebaliknya.




Gambar 2.9 Relasi *Depedency*

*e. Generalization*

*Generalization* diperlukan untuk memperlihatkan hubungan pewarisan (*inheritance*) antar unsur dalam diagram kelas. Pewarisan memungkinkan suatu kelas mewarisi semua atribut, operasi ,relasi, dari kelas yang berada dalam hirarki pewarisannya.

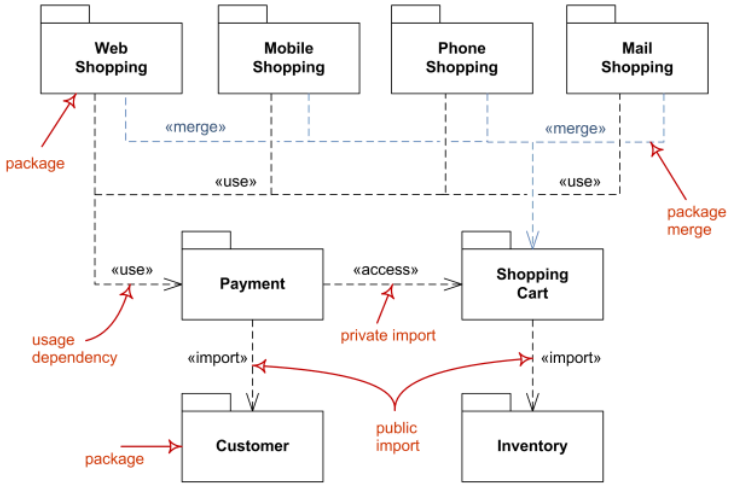



Gambar 2.10 Relasi *Generalization*

**2. *Package Diagram***

Untuk mengatur pengorganisasian *class diagram* yang kompleks, dapat dilakukan pengelompokan kelas-kelas berupa *package* (paket).

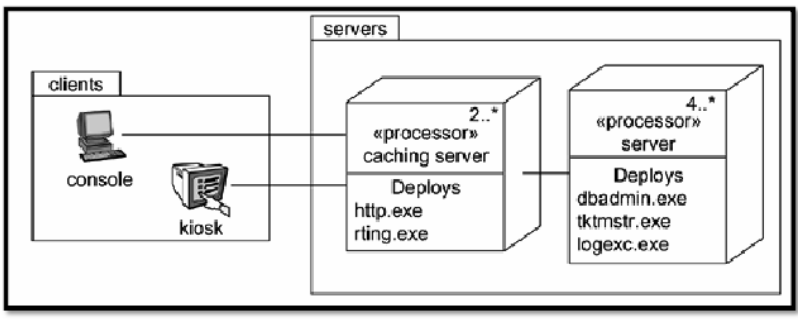
*Package* adalah kumpulan elemen-elemen logika UML. Gambar di bawah ini mengenai model bisnis dengan pengelompokan kelas-kelas dalam bentuk paket-paket. Contoh *Pakage Diagram* belanja *online*:




Gambar 2.11 Contoh *Package Diagram* [14]

### 3. *Deployment Diagram*

*Deployment diagram* menggambarkan detail bagaimana komponen di-*deploy* dalam infrastruktur sistem, di mana komponen akan terletak, bagaimana kemampuan jaringan pada lokasi tersebut, spesifikasi *server*, dan hal-hal lain yang bersifat fisik sebuah node adalah server, workstation, atau perangkat keras lain yang digunakan untuk men-*deploy* komponen dalam lingkungan sebenarnya. Hubungan antar node (misalnya TCP/IP) dan *requirement* dapat juga didefinisikan dalam diagram ini, contoh *deployment diagram*:



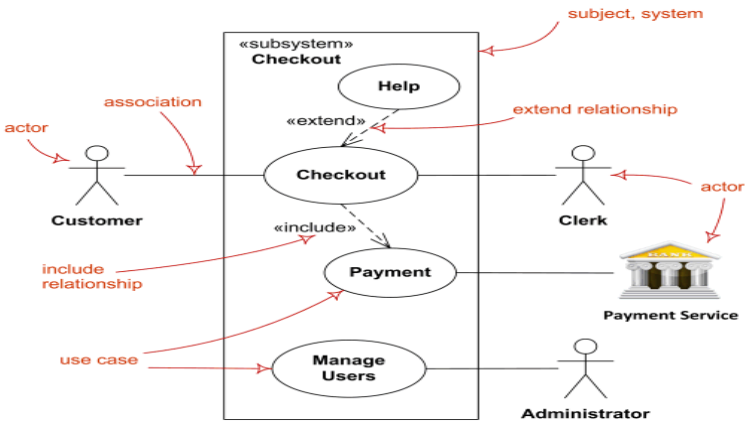

Gambar 2.12 Contoh *Deployment Diagram*

**4. *Use Case Diagram***

*Use case diagram* merupakan permodelan untuk menggambarkan kelakuan (*behavior*) sistem yang akan dibangun. *Use case* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem yang akan dibangun. *use case* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada didalam sebuah sistem dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi tersebut.

Syarat penamaan pada *use case* adalah nama didefinisikan sesimpel mungkin dan dapat dipahami. Ada dua hal utama pada *use case* yaitu aktor dan *use case.*

a. Aktor merupakan orang, proses atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem yang akan dibangun.
b. *Use case* merupakan fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit-unit yang saling bertukar pesan antarunit atau aktor, contoh *use case diagram*:




Gambar 2.13 Contoh *Use Case Diagram*

**5. *Activity Diagram***

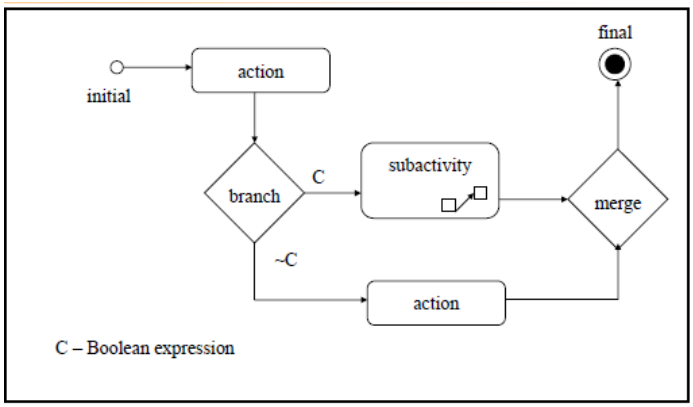
*Activity diagram* menggambarkan berbagai alir aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, *decision* yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka berakhir. *Activity diagram* juga dapat menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi.

*Activity diagram* merupakan *state diagram* khusus, di mana sebagian besar *state* adalah *action* dan sebagian besar transisi di-*trigger* oleh selesainya *state* sebelumnya (*internal processing*). Oleh karena itu, *activity diagram* tidak menggambarkan *behaviour internal* sebuah sistem secara eksak, tetapi lebih menggambarkan proses-proses dan jalur-jalur aktivitas dari level atas secara umum.

Sebuah aktivitas dapat direalisasikan oleh satu *use case* atau lebih. Aktivitas menggambarkan proses yang berjalan, sementara *use case* menggambarkan bagaimana aktor menggunakan sistem untuk melakukan aktivitas.

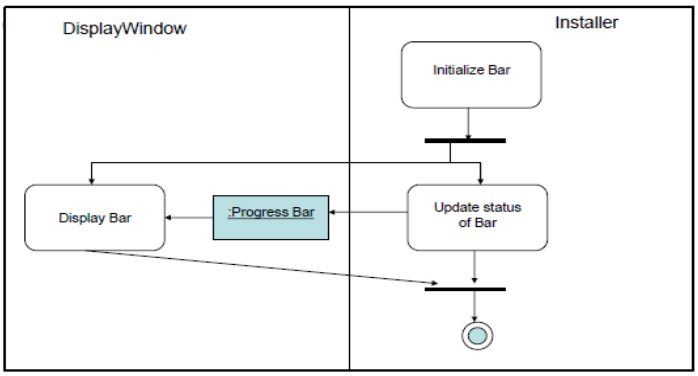
Seperti halnya *state*, standar UML menggunakan segi empat dengan sudut membulat untuk menggambarkan aktivitas. *Decision* digunakan untuk menggambarkan *behaviour* pada kondisi tertentu. Untuk mengilustrasikan proses-proses paralel (*fork* dan *join*) digunakan titik sinkronisasi yang dapat berupa titik, garis horizontal atau vertikal.

Berikut ini contoh *activity diagram* belanja online:




Gambar 2.14 Contoh *Activity Diagram*

*Activity* diagram dapat dibagi menjadi beberapa *object swimlane* untuk menggambarkan objek mana yang bertanggung jawab untuk aktivitas tertentu.



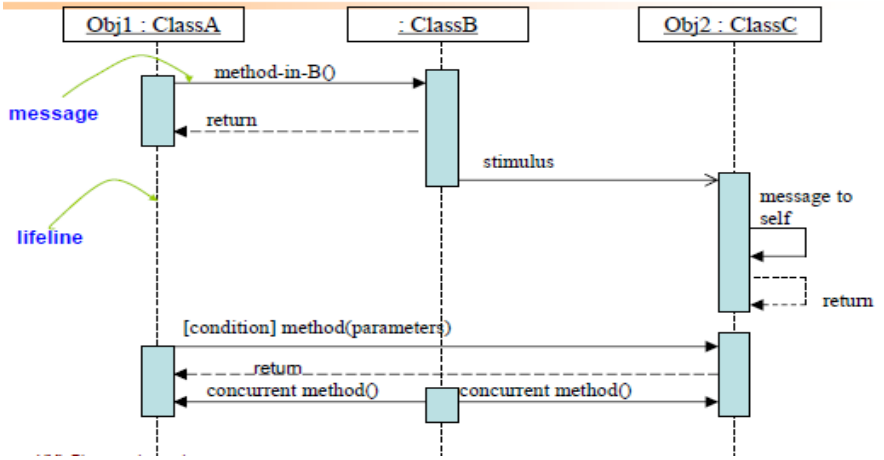

Gambar 2.15 *Object Swimlane*

**6. *Sequence Diagram***

*Sequence diagram* menggambarkan interaksi antar objek di dalam dan di sekitar sistem berupa pesan yang digambarkan terhadap waktu. *Sequence diagram* terdiri atas dimensi vertikal (waktu) dan dimensi horizontal (objek-objek yang terkait). *Sequence diagram* biasa digunakan untuk menggambarkan skenario atau rangkaian langkah-langkah yang dilakukan sebagai respon dari sebuah kejadian untuk menghasilkan output tertentu. Diawali dari apa yang men-*trigger* aktivitas tersebut, proses dan perubahan apa saja yang terjadi secara internal dan output apa yang dihasilkan.

Masing-masing objek, termasuk aktor, memiliki *lifeline* vertikal. *Message* digambarkan sebagai garis berpanah dari satu objek ke objek lainnya. Pada fase desain berikutnya, *message* akan dipetakan menjadi metoda dari *class*. *Activation bar* menunjukkan lamanya eksekusi sebuah proses, biasanya diawali dengan diterimanya sebuah *message*.

Untuk objek-objek yang memiliki sifat khusus, standar UML mendefinisikan simbol khusus untuk *objek boundary*, *controller* dan *persistent entity*. Contoh sequence diagram:




Gambar 2.16 Contoh *Sequence Diagram*

## 2.6 Adobe Flash

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

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

Adobe Flash merupakan sebuah program yang didesain khusus oleh Adobe dan program aplikasi standar *authoring* tool profesional yang digunakan

untuk membuat animasi dan bitmap yang sangat menarik untuk keperluan pembangunan situs web yang interaktif dan dinamis. Flash didesain dengan kemampuan untuk membuat animasi 2 dimensi yang handal dan ringan sehingga flash banyak digunakan untuk membangun dan memberikan efek animasi pada website, CD interaktif dan yang lainnya. Selain itu aplikasi ini juga dapat digunakan untuk membuat animasi logo, *movie*, *game*, pembuatan navigasi pada situs web, tombol animasi, *banner*, menu interaktif, interaktif form isian, e-card, *screen saver* dan pembuatan aplikasi-aplikasi web lainnya. Dalam Flash, terdapat teknik-teknik membuat animasi, fasilitas *action script*, *filter*, *custom easing* dan dapat memasukkan video lengkap dengan fasilitas *playback* FLV. Keunggulan yang dimiliki oleh Flash ini adalah ia mampu diberikan sedikit code pemograman baik yang berjalan sendiri untuk mengatur animasi yang ada didalamnya atau digunakan untuk berkomunikasi dengan program lain seperti HTML, PHP, dan Database dengan pendekatan XML, dapat dikolaborasikan dengan web, karena mempunyai keunggulan antara lain kecil dalam ukuran file outputnya

Movie-movie Flash memiliki ukuran file yang kecil dan dapat ditampilkan dengan ukuran layar yang dapat disesuaikan dengan keinginan. Aplikasi Flash merupakan sebuah standar aplikasi industri perancangan animasi web dengan peningkatan pengaturan dan perluasan kemampuan integrasi yang lebih baik. Banyak fiture-fiture baru dalam Flash yang dapat meningkatkan kreativitas dalam pembuatan isi media yang kaya dengan memanfaatkan kemampuan aplikasi tersebut secara maksimal. Fitur-fitur baru ini membantu kita lebih memusatkan perhatian pada desain yang dibuat secara cepat, bukannya

memusatkan pada cara kerja dan penggunaan aplikasi tersebut. Flash juga dapat digunakan untuk mengembangkan secara cepat aplikasi-aplikasi web yang kaya dengan pembuatan script tingkat lanjut. Di dalam aplikasinya juga tersedia sebuah alat untuk men-debug script. Dengan menggunakan *code hint* untuk mempermudah dan mempercepat pembuatan dan pengembangan isi ActionScript secara otomatis [13].

### 2.6.1 *Action Script*

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

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

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

1. *Event*

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

   a. *Mouse Event*

      *Event* yang berkaitan dengan penggunaan *mouse.*

   b. *Keyboard Event*

      Kejadian pada saat menekan tombol *keyboard.*

   c. *Frame Event*

      *Event* yang diletakan pada *keyframe.*

   d. *Movie Clip Event*

      *Event* yang disertakan pada *movie clip.*

2. Target

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

3. *Action*

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

   a. *Action Frame*: adalah *action* yang diberikan pada *keyframe*. Sebuah *keyframe* akan ditandai dengan huruf a bila pada *keyframe* tersebut terdapat sebuah *action*.

b. *Action Objek*: adalah *action* yang diberikan pada sebuah objek, baik berupa tombol maupun *movie clip*.

## 2.7 Metode *Haar Cascade Classifier*

Proses deteksi objek *Viola-Jones* adalah deteksi objek pertama yang menyediakan tingkat deteksi objek yang kompetitif secara *real-time* yang diusulkan pada tahun 2001 oleh Paul Viola dan Michael Jones [10].

Meskipun dapat dilatih untuk mendeteksi berbagai kelas objek, deteksi objek ini terutama didorong oleh masalah deteksi wajah. Umumnya disebut metode *haar cascades classifier*. Metode ini merupakan metode yang menggunakan statistical model (classifier). Pendekatan untuk mendeteksi wajah dalam gambar menggabungkan empat konsep utama :

1. Training data
2. Fitur segi empat sederhana yang disebut fitur Haar.
3. Integral image untuk pendeteksian fitur secara cepat.
4. Pengklasifikasi bertingkat (Cascade classifier) untuk menghubungkan banyak fitur secara efisien.

### 2.7.1 Training data pada *Haar*

Metode ini memerlukan 2 tipe gambar objek dalam proses training yang dilakukan, yaitu :

1. *Positive samples*

   Berisi gambar objek yang ingin dideteksi, apabila ingin mendeteksi mata maka positive samples ini berisi gambar mata, begitu juga objek lain yang ingin dikenali, misalnya hidung atau mulut.

2. *Negative samples*

   Berisi gambar objek selain objek yang ingin dikenali, umumnya berupa gambar *background* (tembok, pemandangan, lantai, dan gambar lainnya). Resolusi untuk sampel negatif disarankan untuk memiliki resolusi yang sama dengan resolusi kamera.

   Training dari Haar menggunakan dua tipe sampel diatas. Informasi dari hasil training ini lalu dikonversi menjadi sebuah parameter model statistik.

### 2.7.2 Sistem Kerja Algoritma *Haar Cascade Classifier*

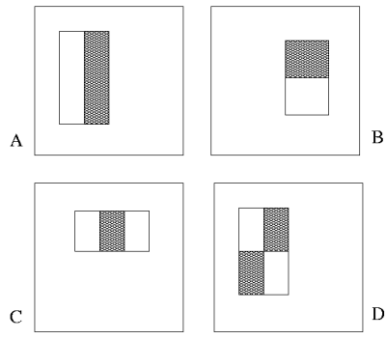
Algoritma Haar menggunakan metode statistikal dalam melakukan pengenalan wajah. Metode ini menggunakan *simple haar-like features* dan juga *cascade of boosted tree classifier*. Classifier ini menggunakan gambar berukuran tetap. Cara kerja dari haar dalam mendeteksi wajah adalah menggunakan teknik *sliding window* pada keseluruhan gambar dan mencari apakah terdapat bagian dari gambar yang berbentuk seperti wajah atau tidak. *Haar* juga memiliki kemampuan untuk melakukan *scalling* sehingga dapat mendeteksi adanya mata yang berukuran lebih besar ataupun lebih kecil dari gambar pada classifier. Tiap fitur dari *haar like feature* didefinisikan pada bentuk dari fitur, diantaranya koordinat dari fitur dan juga ukuran dari fitur tersebut.

### 2.7.3 *Haar Feature*

*Haar Feature* adalah fitur yang digunakan oleh Viola dan Jones didasarkan pada *Wavelet Haar*. *Wavelet Haar* adalah gelombang tunggal bujur

sangkar (satu interval tinggi dan satu interval rendah). Untuk dua dimensi, satu terang dan satu gelap. Selanjutnya kombinasi-kombinasi kotak yang digunakan untuk pendeteksian objek visual yang lebih baik. Ada tiga tipe kotak (*rectangular*) fitur pada umunya yaitu:

1. Tipe *two-rectangle feature* (horizontal/vertikal)
2. Tipe *three-rectangle feature*
3. Tipe *four-rectangle feature*



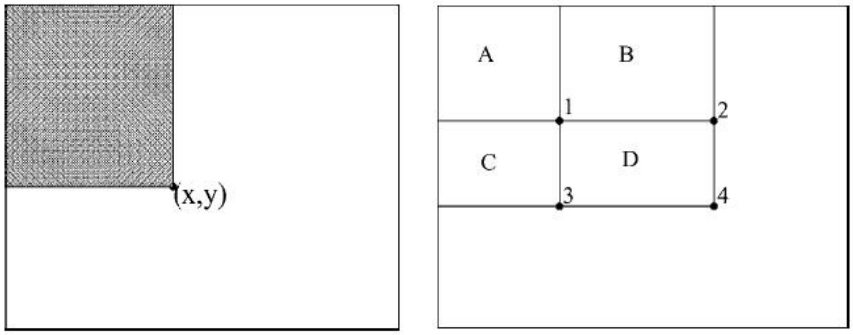

Gambar 2.17 *Haar Feature* [10]

Adanya fitur *Haar* ditentukan dengan cara mengurangi rata-rata piksel pada daerah gelap dari rata-rata piksel pada daerah terang. Jika nilai perbedaannya itu diatas nilai ambang atau *threshold,* maka dapat dikatakan bahwa fitur tersebut ada.

Nilai dari *haar-like feature* adalah perbedaan antara jumlah nilai-nilai piksel *gray level* dalam daerah kotak hitam dan daerah kotak putih. Kotak *haar-like feature* dapat dihitung secara cepat menggunakan *integral image.*

### 2.7.4 *Integral Image*

*Integral Image* digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya dari ratusan fitur *Haar* pada sebuah gambar dan pada skala yang berbeda secara efisien. Pada umumnya, pengintegrasian tersebut berarti menambahkan unit-unit kecil secara bersamaan. Dalam hal ini unit-unit kecil tersebut adalah nilai-nilai piksel. Nilai integral untuk masing-masing piksel adalah jumlah dari semua piksel-piksel dari atas sampai bawah. Dimulai dari kiri atas sampai kanan bawah, keseluruhan gambar itu dapat dijumlahkan dengan beberapa operasi bilangan bulat per piksel.




(a) (b)

Gambar 2.18 *Integral Image*

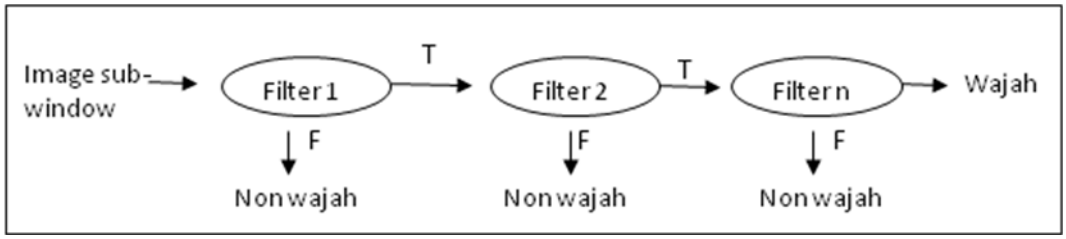
*Integral image* (ii) pada lokasi x dan y dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

$$ii(x,y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x',y') \quad \text{.....(2.1)}$$

### 2.7.5 *Cascade Classifier*

*Cascade classifier* adalah sebuah rantai *stage classifier*, dimana setiap *stage classifier* digunakan untuk mendeteksi apakah di dalam *image sub window* terdapat objek yang diinginkan (*object of interest*).

*Stage classifier* dibangun dengan menggunakan algoritma *adaptive-boost* (*AdaBoost*). Algoritma tersebut mengkombinasikan performance banyak *weak classifier* untuk menghasilkan *strong classifier*. *Weak classifier* dalam hal ini adalah nilai dari *haar-like feature*.




Gambar 2.19 Proses *Cascades Classifier*

## 2.8 *Beyond Reality Face*

*Beyond Reality Face* (BRF) adalah sebuah *Software Development Kit* (SDK) yang menyediakan *Application Programming Interface* (API) untuk membangun aplikasi *augmented reality* pada platform Adobe® Flash® khususnya menggunakan marker wajah dalam pendeteksiannya.

*Beyond Reality Face* SDK ini menghitung posisi dan sudut pandang 3D dari sebuah wajah pada sebuah gambar atau sebuah webcam stream. Informasi ini bisa digunakan untuk menempatkan objek 3D pada sebuah gambar atau untuk mengendalikan sebuah aplikasi melalui pergerakan kepala.

Dalam membangun aplikasi *augmented reality*, SDK ini memiliki beberapa fitur-fitur utama, yaitu:

1. *True Markerless* AR

   Setiap wajah adalah marker. Tidak perlu mencetak gambar.
2. *Realtime* dalam pendeteksian dan *tracking* wajah.
3. Estimasi 3D pose dengan 6DoF (35° setiap sisinya).
4. Menghitung posisi fitur wajah (contoh mata, bibir, hidung).
5. Menggunakan *pupillary distance* (PD) untuk menyesuaikan ukuran dari kacamata virtual.
6. Dapat bekerja dengan foto dan webcam stream.
7. Berbasis Flash, tidak membutuhkan plugins yang lain.
8. Gunakan dengan Adobe® Flash® Player 10.1 ke atas.
9. Integrasi yang mudah dengan Flare3D, Away3Dlite, dan Away3D.
10. Ideal digunakan pada web, *library* utama hanya 0.75 MB.