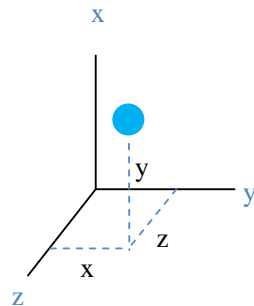


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Objek 3 Dimensi

Objek 3 dimensi adalah sekumpulan titik 3 dimensi (3D) dengan koordinat X, Y, Z yang membentuk luasan-luasan (*face*) yang digabungkan menjadi satu kesatuan^[3]. Sistem koordinat 3D merupakan sistem koordinat ruang dengan elemen dasar titik X, Y, Z (Gambar 1). *Face* merupakan gabungan titik-titik yang membentuk luasan tertentu yang disebut sisi^[3]. Pembuatan grafik 3D dapat dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan bantuan *library OpenGL*.



Gambar 2.1. Sistem Koordinat 3D

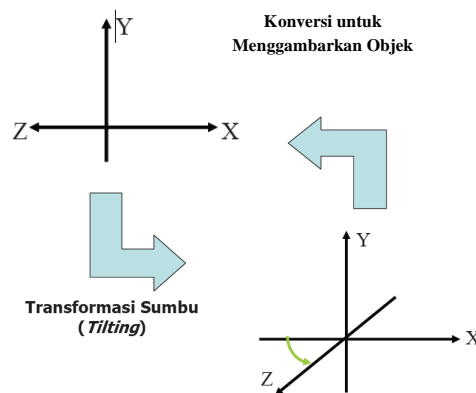
Terdapat 4 prinsip penggambaran objek 3 dimensi, yaitu

- a. Objek 3D terdiri dari titik-titik dan *face-face*.

- b. Penggambaran dilakukan pada setiap *face* menggunakan Polygon.
- c. Polygon dibentuk dari titik-titik yang terdapat pada sebuah *face*.
- d. Titik-titik dinyatakan dalam struktur 3D, sedangkan layar monitor komputer dalam struktur 2D, untuk itu diperlukan konversi dari titik 3D menjadi titik 2D. ^[3]

Langkah-langkah melakukan konversi vektor 3D menjadi 2D adalah

- a. Untuk menggambar objek 3D, setiap *face* dilakukan perubahan titik 3D menjadi vektor 3D untuk memudahkan transformasi.
- b. Setelah proses pengolahan vektor, maka bentuk vektor 3D menjadi 2D.
- c. Sumbu Z adalah sumbu yang searah dengan garis mata, sehingga perlu transformasi untuk menampilkan sumbu ini. Untuk hal ini perlu dilakukan rotasi sumbu.
- d. Dalam konversi, arah Z tidak diambil.
- e. Konversi vektor dinyatakan dalam gambar 2.2. ^[3]



Gambar 2.2. Konversi Vektor 3D menjadi 2D

2.2. Interaksi Manusia dan Komputer

Interaksi manusia dan komputer adalah hubungan antara manusia dan komputer yang mempunyai karakteristik tertentu untuk mencapai suatu tujuan tertentu dengan menjalankan sebuah sistem yang menggunakan sebuah antarmuka (*interface*)^[5].

Data yang berupa deretan angka dan huruf dimasukan ke dalam komputer dan diolah menjadi output yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan *user*. *User* berinteraksi atau berdialog dengan sebuah benda (layar monitor) dalam bentuk menekan tombol berupa tombol angka dan huruf yang ada pada *keyboard* atau melakukan satu sentuhan kecil pada *mouse*. Hasil *input* ini akan berubah bentuk menjadi informasi atau data dengan tampilnya informasi baru tersebut pada layar monitor atau bahkan mesin pencetak (*printer*).

2.2.1. Komponen Interaksi Manusia dengan Komputer

a. *User*

User adalah pengguna secara individu, suatu group dari pengguna yang bekerja sama, atau sekelompok pengguna dalam organisasi yang berhubungan dengan bagian yang sama dari suatu kerja atau proses^[11]. Pengguna berusaha menyelesaikan pekerjaannya dengan menggunakan bantuan teknologi.

b. Komputer

Komputer adalah suatu teknologi yang digunakan untuk mengontrol suatu proses atau sebuah sistem^[11]. Jenisnya dapat berupa komputer dengan skala kecil atau desktop sampai skala besar seperti komputer super. Komputer dapat juga berupa suatu teknologi yang dapat ditempelkan atau dicangkokkan (*embedded system*) ke suatu benda.

c. Interaksi

Interaksi merupakan komunikasi antara pengguna (*user*) dengan komputer baik secara langsung maupun tidak langsung. Interaksi tersebut melibatkan suatu dialog dengan umpan-balik (*feedback*) dan kontrol hasil kinerja dari suatu kerja^[11]. Interaksi yang baik antara pengguna dengan pemberi dapat memberikan suatu kemudahan dalam melakukan pekerjaan sehingga dapat menghasilkan suatu hasil yang diinginkan tepat waktu.

d. Manusia (*Human*)

Manusia terbagi ke dalam 4 kriteria yaitu

- a. Pengguna atau *User*
- b. Salah satu yang membuat rancangan sistem komputer itu ada
- c. Pengguna yang seharusnya menjadi prioritas utama
- d. *Brainware* adalah orang yang menggunakan kemampuan logikanya untuk bekerja dengan komputer.^[11]

2.2.2. *Error dan Mental Models*

Kemampuan manusia dalam menginterpretasikan dan memanipulasi informasi sangat mengesankan. Manusia dapat melakukan suatu kesalahan yang tidak disadarinya. Kesalahan lain adalah dari ketidakpahaman atau kesalahan dalam menginterpretasikan situasi dari suatu sistem. Manusia membuat teori-teori yang dapat digunakan agar mengerti kebiasaan umum dari sistem. Hal ini disebut dengan *mental models*.^[11]

Manusia mempunyai banyak karakteristik. *Mental models* atau teori-teori yang dibuat umumnya hanya mencakup sebagian saja. Misalnya seseorang tidak dapat sepenuhnya mengerti suatu pekerjaan dalam seluruh sistem. Karena mereka tidak stabil dan merupakan suatu objek yang berubah. Manusia membuat "*mental models*" untuk mendefinisikan kebiasaan yang ada, jika terdapat kesalahan (berbeda dalam kenyataan sistem), *error* dapat terjadi. Untuk itu perlu dilakukan pengujian berkali-kali agar sistem yang dibuat dapat mendekati atau menyelesaikan permasalahan yang ada.

2.2.3. Psikologi dan rancangan sistem interaktif

Psikologi dan rancangan interaktif sistem terbagi ke dalam 4 kriteria yaitu

a. Panduan

Panduan atau aturan diperlukan untuk memudahkan manusia memahami pemakaian suatu sistem.

b. Model dan Rancangan Dukungan

Pemodelan dan rancangan yang mendukung untuk memudahkan manusia dalam menggunakan suatu sistem.

c. Teknik Evaluasi

Teknik-teknik evaluasi baru atau penerapan evaluasi yang berkelanjutan diperlukan oleh sistem supaya *error* dapat dengan mudah diperbaiki tanpa harus mengganti keseluruhan dari sistem.^[11]

2.3. *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan benda *virtual* 3 dimensi ke dalam lingkungan nyata dan menampilkannya secara *realtime*^[10]. AR merupakan teknologi yang mirip dengan teknologi *virtual reality* yang telah banyak dikenal dalam dunia teknologi dan informasi. Perbedaan yang mendasar adalah objek yang terlihat dalam AR tidak sepenuhnya bersifat *virtual*.

Sistem AR adalah sistem yang menciptakan tampilan dari tempat nyata dengan menggabungkan objek *virtual computer-generated* ke tempat tersebut. Idealnya, objek *virtual* harus saling berhubungan dengan pengguna dan objek nyata pada tempat tersebut secara alami^[14].

Tujuan AR adalah untuk menambahkan informasi dan memberikan arti pada benda nyata atau tempat. Tidak seperti *virtual reality*, AR tidak membuat tiruan dari dunia nyata. Bahkan, mengambil benda nyata sebagai pondasi dan menyatukan teknologi dengan menambahkan data kontekstual untuk memperdalam pemahaman seseorang tentang objek. Sebagai contoh, dengan meletakkan gambar di atas data dari MRI ke tubuh pasien, AR dapat membantu ahli bedah menunjukkan dengan tepat tumor yang akan dipindahkan^[4]. Dalam kasus ini, teknologi yang digunakan oleh ahli bedah adalah pemakaian *headgear* yang digabungkan dengan *interface* komputer yang dapat memetakan data kepada orang yang berbaring di meja operasi. Pada kasus lain, AR dapat menambahkan uraian tentang *audio*, data lokasi, hubungan sejarah, atau bentuk lain yang dapat membuat pengalaman pengguna tentang suatu hal lebih bermakna^[4].

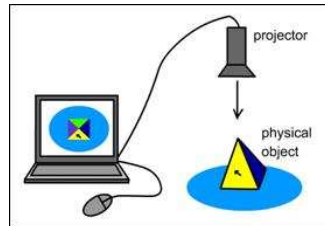
Sebuah bidang dari teknologi dapat digunakan untuk AR. Banyak proyek AR menggunakan *headgear* yang dimasukkan ke dalam pandangan pengguna, sesuai dengan benda nyata atau tempat dimana pengguna mengamati. Dalam kasus kursus teknik dalam *maintenance* PC, AR dapat melapisi diagram skematis pada bagian dalam komputer, mengizinkan pelajar mengenali

berbagai macam komponen dan spesifikasi teknis akses tentang mereka^[4]. PDA dapat menggunakan data GPS untuk menghubungkan pengguna dengan data, termasuk data yang dapat dilihat, *audio*, atau *text-based*, tentang objek nyata atau suatu tempat. AR tidak hanya buku pedoman teks atau *file* multimedia tetapi teknologi yang dirancang untuk “melihat” benda nyata atau tempat dan memberikan informasi yang benar dalam waktu yang tepat. AR merancang garis kabur diantara dunia nyata pengguna dengan kecanggihan teknologi^[4].

Tidak seperti *Virtual Reality* (VR), yang memasukkan pengguna dalam lingkungan *computer-generated*, (AR) bekerjasama dengan fisik dan ‘ruang’ *virtual* dengan membuat ilusi objek *computer-generated* di atas objek nyata di lingkungan pengguna^[2]. Selanjutnya, tampilan *head-mounted* berbasis AR, dan dalam fakta VR, sistem dapat secara langsung bersatu dengan objek fisik. Sistem mengaktifkan tampilan *visual computer-generated* benda untuk dirubah secara dinamis sedangkan modal fisik menyediakan *feedback haptic* untuk objek dalam bentuk dasar. Akan tetapi, tampilan *head-mounted* dibuat berdasarkan keperluan pengguna sistem dimana terdapat keterbatasan jumlah orang yang dapat menggunakan tampilan secara bersamaan dan mencegah orang baru bergabung dengan grup secara langsung^[6].

Perbedaan VR dengan AR adalah VR membawa user ke dalam dunia virtual sehingga user tidak dapat melihat lingkungan disekitarnya sedangkan AR

membawa dunia virtual ke dalam dunia nyata sehingga user tetap dapat melihat lingkungan sekitar saat menggunakan aplikasi ini.



Gambar 2.3. Konsep Model PA

Model *Projection Augmented* (PA) terdiri dari model fisik 3 dimensi yang diproyeksikan ke dalam gambar komputer untuk membuat objek terlihat realistis (gambar 2.3.). Model fisik sama dengan bentuk geometris sebagai objek yang melukiskan model PA. Sebagai contoh, gambar diproyeksikan pada objek yang ditunjukkan pada gambar 2.4. yang menyediakan warna dan tekstur *visual*, membuat mereka tampak seperti dibuat dari material yang berbeda. ^[16]



Gambar 2.4. Contoh dari Model PA

Model PA menggunakan kombinasi unik dari objek fisik dan informasi *computer-generated*, dan sekarang mereka menerima keuntungan dari keduanya.

“The human interface to a physical model is the essence of ‘intuitive’. There are no widgets to manipulate, no sliders to move, and no displays to look through (or wear). Instead, we walk around objects, moving in and out to

zoom, gazing and focusing on interesting components, all at very high visual, spatial, and temporal fidelity” ^[16]

Model PA (*Project Augmented*) mengkombinasikan tingkat atas dari intuisi model fisik dengan kelenturan dan kemampuan grafik komputer, seperti kemampuan untuk merubah dengan cepat, animasi, penyimpanan dan *update*. Jadi, PA pada dasarnya memberikan bentuk fisik pada objek *computer-generated*, dimana pengguna dapat menyentuh dengan tangan kosong. Oleh karena itu tidak mengejutkan bahwa pengguna belajar membandingkan model PA dengan tampilan *Virtual* dan AR lain, membina model PA untuk menjadi jenis tampilan yang alami dan intuitif.

2.4. ARToolKit

2.4.1. Pengertian ARToolKit

ARToolKit adalah sebuah *library* perangkat lunak berbahasa C yang memberikan kesempatan kepada pembuat program untuk membangun aplikasi *Augmented Reality* dengan mudah. *Augmented Reality* (AR) merupakan lapisan atas dari gambar *virtual* komputer dalam dunia nyata dan memiliki banyak aplikasi yang potensial dalam bidang industri dan penelitian akademik.^[9]

Salah satu bagian yang paling sulit dalam membangun aplikasi AR adalah menghitung sudut pengguna dengan tepat sesuai dengan waktu nyata sehingga gambar *virtual* tepat berada di atas objek dalam dunia nyata. *ARToolKit* menggunakan teknik daya pandang komputer untuk

menghitung posisi kamera dan orientasi yang berhubungan dengan kartu *marker*, mengijikan pembuat program untuk meletakkan objek *virtual* di atas kartu ini.

Beberapa contoh aplikasi sederhana disediakan oleh *ARToolKit* sehingga memungkinkan programmer dapat memahami aplikasi ini dengan mudah. *ARToolKit* termasuk *tracking libraries* dan *source code* lengkap yang memungkinkan *library* ini memprogram kode port untuk berbagai *platform* atau menyesuaikannya untuk aplikasi pribadi.

[9]

Aplikasi *ARToolKit* saat ini berjalan pada sistem operasi SGI IRIX, sistem operasi Linux, dan sistem operasi Windows 95/98/NT/2000 dimana terdapat perbedaan versi untuk masing-masing *ARToolKit*. Kemampuan dari masing-masing versi *ARToolKit* sama, namun tampilannya mungkin berubah tergantung pada perbedaan konfigurasi perangkat keras. Dalam *platform* SGI, *ARToolKit* hanya dapat berjalan dalam komputer SGI O2, akan tetapi *ARToolKit* dapat juga berjalan dalam komputer SGI lain dengan kemampuan *input* video.^[9]

Versi *ARToolKit* saat ini telah mendukung video dan *augmented reality* terlihat *see-through* (tembus pandang). Video *see-through* AR di mana gambar *virtual* menutupi *live video* dalam dunia nyata. Alternatif dari *optical see-through augmented reality*, dimana grafik

komputer melapisi tampilan dari dunia nyata secara langsung. *Optical see-through augmented reality* secara khusus memerlukan tampilan *see-through head mounted* dan kalibrasi kamera yang lebih rumit dan memerlukan registrasi.

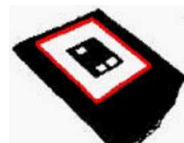
Hardware dasar yang dibutuhkan untuk mengembangkan dan menjalankan aplikasi *ARToolKit* sebuah kamera video dan kemampuan menangkap video. Pada PC *Windows*, *video capture* dapat dicapai dengan menggunakan *USB camera*, *graphics card* dengan *input* video. Untuk mesin *Linux*, dibutuhkan *grabber card* yang mendukung *Video 4 Linux*. Pada komputer *SGI*, *ARToolKit* berjalan dalam mesin *O2* dengan pilihan *audio* video yang telah terinstal. Hal ini merupakan standar perangkat keras yang telah disediakan dari *SGI*.

2.4.2. Cara Kerja *ARToolKit*

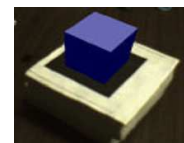
ARToolKit menggunakan teknik pandang komputer untuk menghitung sudut pandang kamera dengan *marker*. Beberapa langkah ditunjukkan dalam gambar 2.5-2.7.^[9]



Gambar 2.5.
Input Video



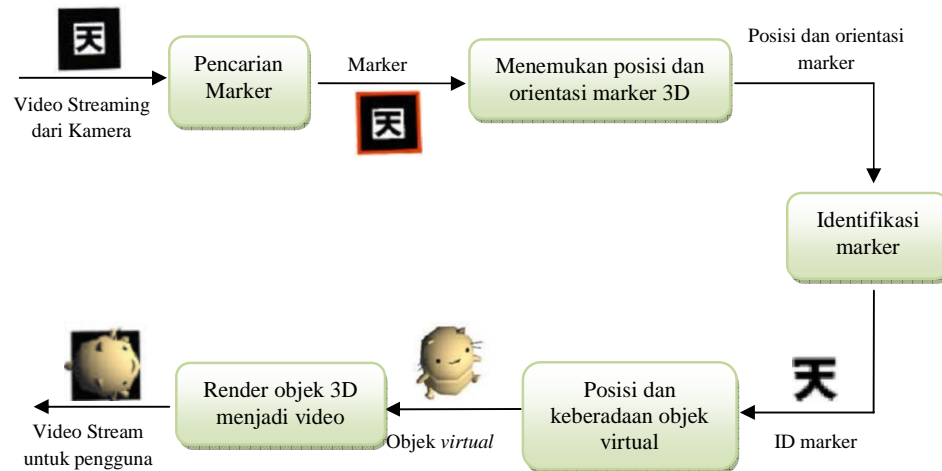
Gambar 2.6.
Thresholded Video



Gambar 2.7.
Lapisan Virtual

Gambar *live video* (gambar 2.5) dirubah menjadi sebuah gambar *biner* (hitam atau putih) dalam nilai penerangan *thresholded* (gambar 2.6). Kemudian gambar ini mencari wilayah persegi. *ARToolKit* menemukan semua persegi dalam gambar *biner*. Untuk masing-masing persegi, pola persegi ditangkap dan dibandingkan kembali dengan beberapa pola template sebelum diatur. Jika terdapat kesamaan, *ARToolKit* menemukan salah satu dari jejak *marker AR*. *ARToolKit* menggunakan ukuran persegi yang telah diketahui dan berorientasi pada pola untuk menghitung letak kamera video yang berhubungan dengan *marker* fisik. Sebuah matrik 3x4 berisi kordinat kamera video yang berhubungan dengan *marker*. Matrik ini digunakan untuk mengatur letak koordinat kamera *virtual*. Pada saat kamera *virtual* dan kamera fisik menunjukkan koordinat yang sama, grafik komputer dapat menampilkan gambar tepat di atas *marker* fisik. *OpenGL* API digunakan untuk mengatur koordinat kamera *virtual* dan menampilkan gambar *virtual*.

Gambar 2.8. menunjukkan proses dalam *ARToolKit* secara lebih detail^[9].



Gambar 2.8. Proses Kerja ARToolkit

2.5. *Tangible Interface*

Interaksi yang nyata telah datang sebagai 'istilah' yang digunakan untuk menggambarkan serangkaian penelitian yang berkaitan dengan pendekatan dan desain yang telah muncul di beberapa disiplin ilmu. Terlihat sebagai topik penelitian pada akhir 90-an dan kemudian dengan cepat berkembang menjadi bahan penelitian.

Secara luas, Interaksi *Tangible* meliputi interaksi antarmuka dan pendekatan yang menekankan pada

- a. *Tangibility* dan tampilan material
- b. Wujud fisik data
- c. interaksi seluruh tubuh
- d. merekatkan *interface* dan interaksi *user* dalam ruang nyata dan saling berhubungan.^[7]

Dalam Komputasi dan HCI Interaksi *Tangible* pertama kali dikenal dengan gagasan tentang *Tangible User Interfaces* diusulkan oleh Hiroshi Ishii dan kelompok di MIT *Media Laboratorium* pada tahun 1997. Karya ini dibangun di atas pekerjaan sebelumnya oleh George Fitzmaurice bekerjasama dengan Bill Buxton dan Ishii. *Thesis* Fitzmaurice's PhD berbicara tentang eksplorasi yang menggunakan proses pengambilan batu bata sebagai mekanisme *input* secara langsung untuk berinteraksi dengan tampilan grafis. Saran lebih lanjut memperkerjakan batu bata dengan beberapa objek-objek yang terdistribusi dalam ruang, dengan kegunaan khusus yang kuat, bukan perangkat *input* umum yang kita kenal sebagai *mouse*, yang mendistribusikan *input* dari waktu ke waktu. Bata tersebut diletakkan di atas grafik yang ditampilkan pada layar horizontal. Memindahkan batu bata sehingga merubah grafik, dan menggerakkan dua sudut dari segitiga terpisah dengan dua batu bata akan meregangkan segitiga yang sesuai.

Tangible User Interfaces itu dibayangkan sebagai alternatif tampilan grafis yang akan membawa beberapa kekayaan dari interaksi kita dengan perangkat fisik kembali ke interaksi kita dengan konten digital^[8]. Itu diusulkan untuk mewakili konten digital melalui benda-benda nyata, yang kemudian dapat dimanipulasi melalui interaksi fisik dengan *tangible* ini. Gagasan inti adalah pengguna dapat menangkap data dengan tangan mereka, menyatukannya dan mengaturnya. Representasi digital yang dianggap dekat digabungkan, biasanya melalui proyeksi grafis pada dan di sekitar benda-benda nyata, yang kemudian disebut sebagai '*token*'^[8].

Salah satu contoh pertama dikembangkan oleh MIT *Tangible Media Group* adalah sebuah peta yang dimanipulasi dengan menempatkan *icon representasi* dari pusat bangunan di atasnya dan menggerakkannya secara terpisah. Selain itu, kelompok riset Ishii dan Underkoffler yang dikembangkan URP membuat sebuah sistem yang mendukung perencanaan perkotaan. URP mengintegrasikan model fisik dengan simulasi interaktif efek penempatan bangunan pada sinar matahari dan aliran angin. Model *tangible* bayangan bangunan yang diproyeksikan pada permukaan. Simulasi aliran angin diproyeksikan sebagai garis di permukaan. Beberapa alat yang tersedia untuk memeriksa misalnya kecepatan angin atau jarak antara titik di angkasa, dan untuk mengubah properti bangunan (kaca atau dinding batu) atau waktu, sehingga bayang-bayang bergerak. Selama bertahun-tahun, serangkaian sistem terkait telah dibangun, dan pengertian tentang *Tangible User Interface* diangkat oleh banyak kelompok penelitian lain di seluruh dunia.^[8]

Hornecker dan Buur membantah bahwa definisi asli *Tangible User Interfaces* meniadakan banyak perkembangan dan sistem yang menarik dari desain produk dan seni dan karena itu mengusulkan penggunaan yang lebih inklusif. Pergeseran kalimat dari *Tangible Interface* menjadi *Interaksi Tangible* memang disengaja, mirip dengan perbedaan antara *Interface* dan *Interaksi Desain*^[7]. Fokus ditempatkan pada desain, bukan interaksi antarmuka yang terlihat. Hal ini menempatkan kualitas interaksi menjadi perhatian terdepan, dan sistem membutuhkan *desainer* untuk berpikir tentang apa yang benar-

benar dilakukan orang dengan sistem. Mendorong lebih jauh pemikiran sistem *tangible* sebagai bagian dari ekologi yang lebih besar dan terletak dalam konteks tertentu. Hal ini telah digambarkan sebagai '*practice turn*', dengan konseptualisasi baru Interaksi *Tangible* yang memusatkan diri pada tindakan manusia, pengendalian, kreativitas dan aksi sosial, bukan *representasi* dan transmisi informasi^[7].

2.6. Direct Manipulation

Pada umumnya, sistem *direct manipulation* mempunyai *icon-icon* yang menunjukkan suatu objek, dimana dapat dipindah-pindahkan di sekitar layar monitor dan memanipulasinya dengan mengendalikan kursor melalui *mouse*.

Ciri-cirinya:

1. Pemula dapat mempelajari fungsi-fungsi dasar sistem dengan cepat. Pemakai yang sudah berpengalaman atau mengerti dapat menunjukkan fungsi-fungsi dasar kepada pemula.
2. Pemakai ahli dapat mengerjakan berbagai pekerjaan dengan cepat dan dapat mendefinisikan fungsi dan fitur-fitur baru.
3. Pemakai yang terbatas pengetahuannya dapat menangkap maksud dari konsep operasionalnya.
4. Pesan kesalahan jarang digunakan atau tidak ada.
5. Pemakai dapat melihat apakah aksi yang mereka lakukan sejalan dengan tujuan mereka, jika tidak, mereka dapat mengganti aksinya,
6. Pengalaman tidak begitu diperlukan.
7. Mengontrol sistem dan respon dari sistem dapat diprediksi. ^[11]

Direct Manipulation merupakan prinsip utama yang digunakan dalam merancang *interface* yang baik. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam *direct manipulation* antara lain

- a. *User* berharap aplikasi yang dihadapinya mempunyai media atau *tools* yang dapat digunakan untuk melakukan perubahan pada antarmuka tersebut.
- b. *User* menginginkan aplikasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan, sifat dan karakteristik *user* tersebut. Selain itu, sifat dari *user* yang suka merubah atau mempunyai rasa bosan.
- c. Contoh: tampilan warna sesuai keinginan misal warna biru pada *window* dapat dirubah melalui *desktop properties*, tampilan *skin winamp* bisa berubah warna dari satu warna ke warna lainnya. ^[5]

Keuntungan dan kerugian penggunaan dialog berbasis *direct manipulation*:

- a. Keuntungan
 1. Mempunyai analogi yang jelas dengan suatu pekerjaan nyata.
 2. Mengurangi waktu pembelajaran.
 3. Memberikan tantangan untuk eksplorasi pekerjaan yang nyata.
 4. Penampilan *visual* yang bagus.
 5. Mudah dioperasikan.
 6. Tersedianya berbagai perangkat bantu untuk merancang ragam dialog manipulasi langsung

b. Kerugian

1. Memerlukan program yang rumit dan berukuran besar.
2. Memerlukan tampilan grafis ber-kinerja tinggi.
3. Memerlukan piranti masukan seperti *mouse*, *track ball*.
4. Memerlukan perancangan tampilan dengan kualifikasi tertentu. ^[15]