

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 3D animation**

Merupakan teknik animasi dengan menggunakan alat bantu dalam proses pembuatannya. Animasi yang dikenal dalam alat bantu berupa komputer adalah animasi 3 dimensi atau yang lebih dikenal dengan 3D. Penggunaan komputer dan software sangat diperlukan dalam proses pengerjaannya. Dengan berkembangnya teknologi mempermudah seseorang untuk membuat animasi. Seluruh *asset*, tokoh, dan kamera semua dibuat dan digerakkan secara manual untuk membuat animasi. Mulai dari gerak tokoh dan kamera semua digerakkan sang *animator* dan mengikuti storyboard atau *script* yang sudah dibuat. Zemmbry dan Bunadi membagi animasi menjadi dua yaitu:

##### *1. Computer Assisted Animation*

Merupakan kategori yang membantu pekerja animasi 2 dimensi atau 2D. Dalam proses animasi tradisional membuat seluruh adegan menggunakan gambar tangan tetapi dengan adanya alat bantu berupa komputer sehingga membuat pekerjaan secara digital dan dapat mempersingkat waktu dalam proses pembuatan.

##### *2. Computer Generated Animation*

Merupakan kategori yang membantu pekerjaan pembuatan animasi 3D. Dalam pembuatan animasi 3D menggunakan software.

Beane (2012) mengartikan animasi 3D adalah sebuah industri dalam film yang menggunakan perangkat lunak dan komputer dalam proses pembuatan

animasi 3D. Dalam sejarahnya animasi 3D sudah ada sejak 1960-an di Amerika. Dalam proses pembuatannya 3D animasi menggunakan *program* untuk membuat animasi penggunaan *program* berbagai jenis sebagai contoh dalam dunia animasi *software* yang paling terkenal adalah *Autodesk Maya, 3ds Max, Blender, Z-brush, Cinema 4D, Poser, Daz3D, Vue, Bryce*, dan lain sebagainya. Dalam industri animasi 3D, animasi tidak hanya menjadi sebuah industri dalam pembuatan animasi melainkan juga industri video game. Dalam perfilman 3D terdapat dua bidang animasi 3D film animasi penuh dan film efek visual. Pada pembuatan film efek visual perekaman film menggunakan aktor dunia nyata, tetapi latar belakang menggunakan animasi 3D sebagai pembuatan film.



Gambar 2.1. 3D animasi  
(3D Animation Essential, 2012)

## 2.2. *Comic motion*

Motion comic adalah sebuah perpaduan yang terjadi antara komik yang dicetak atau digital dan animasi dengan memberikan efek suara dan panel-panel dalam komik yang dapat bergerak (Gunawan, 2019). Menurut Mc Bride (2008) *motion*

*comic* adalah sebuah penggabungan antara buku komik dengan animasi serta ditambahkan suara latar serta suara sehingga dapat meningkatkan daya. Menurut Craig Smith *motion comic* adalah sebuah perpaduan dari narasi dan karya seni komik sebagai media untuk memperlihatkan cerita dari komik. *Motion comic* dibagi menjadi dua gaya yaitu, *motion comic* tanpa balon kata dan *motion comic* dengan balon kata. *Motion comic* tanpa balon kata adalah *motion comic* yang menghilangkan balon kata pada komik dan menggantinya dengan suara dari tokoh tersebut.

### **2.3. 12 Prinsip Animasi**

Ketika kita mendapat sebuah project baru, kita sangat mempelajari tentang project baru tersebut. Kita tidak hanya menyampaikan ide, membuat project, tetapi kita juga mempelajari semua tentang project tersebut (Disney,1981). Dalam terbuatnya sebuah gerak dalam animasi terdapat sebuah istilah yang sering digunakan atau sangat dikenal oleh seorang animator yaitu kata “*doing*” dan “*done*”. *Doing* adalah ketika sebuah *scene* memperlihatkan pergerakan yang dilakukan oleh tokoh, sehingga membuat sebuah gambar harus di *eksplor* atau dijelajahi sehingga, terlihat sebuah pergerakan yang menarik dari tokoh tersebut. *Done* adalah akhir dari sebuah *scene* yang pergerakan tersebut dilanjutkan ke adegan berikutnya.

Seorang animator akan mencari cara untuk membuat sebuah pergerakan tokoh menjadi lebih menarik ketika digambar dibandingkan dengan yang yang lain dan mereka akan menemukan sesuatu yang baru walaupun hal itu akan

berbeda jauh dari ekspetasi mereka. Thomas dan Johnston dalam bukunya “*The Illusion of Life Disney Animation*” membuat sebuah prinsip dalam animasi yang sering digunakan. Prinsip ini menjadi dasar ketika seorang animator membuat sebuah gerak ke sebuah tokoh sehingga tokoh tersebut terkesan menarik.

1. *Squash and Stretch*

*Squash* adalah sebuah gerak yang memberikan kelenturan pada sebuah objek. *Stretch* adalah posisi di mana memperlihatkan sebuah gerakan yang membalikan objek dari posisi *squash* menjadi ke bentuk awal. *Squash and Stretch* menjadi salah satu gerakan yang sering digunakan oleh animator. Karena gerakan ini memberikan sebuah kelenturan pada sebuah objek. Sebuah animasi melakukan uji coba kepada seorang *animator* baru dengan *bouncing ball*. Thomas dan Johnston mengatakan dalam hal pembuatan animasi menggambarkan bola dengan prinsip *squash and stretch* adalah sesuatu yang mudah dilakukan dan dipelajari. Dalam pegerakan yang menggambarkan sebuah lingkaran yang bergerak ke bawah. Kemudian bola tersebut menyentuh tanah dan kemudian memantul kembali ke udara dan diulangi dengan cara yang sama hingga bola terdiam. Menurut Suantari dalam buku “Dunia Animasi” jika prinsip *squash and stretch* diterapkan kepada makhluk hidup maka gerakan yang ditimbulkan memberikan sebuah efek visual secara dinamis terhadap sebuah adegan dalam film. Jika prinsip ini diterapkan di benda mati maka terlihat bahwa benda tersebut seolah-olah menjadi hidup.

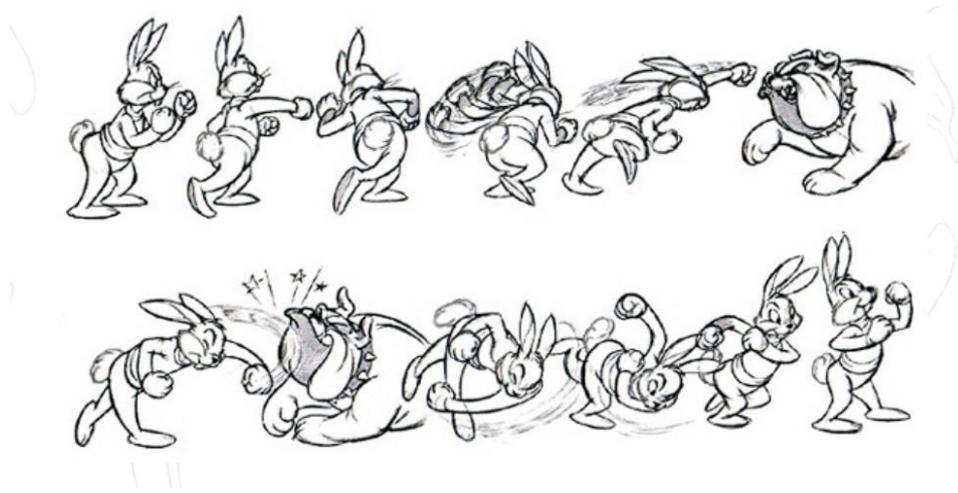


Gambar 2.2. *Squash and stretch*  
(*The Illusion of Life: Disney Animation*, 1981)

## 2. *Anticipation*

Para penonton tidak akan mengerti jika suatu kejadian tidak ada pergerakan sebelumnya. *Anticipation* adalah sebuah gerakan yang harus disiapkan oleh sebuah tokoh sebelum terjadinya aksi atau adegan berikutnya. Menurut Suantari (2016) *anticipation* bisa diartikan juga sebagai ancang-ancang sebelum aksi. *Anticipation* bisa menjadi sebuah gerakan yang kecil atau besar ketika sebuah tokoh melakukan sebuah adegan. Sebagai contoh, sebelum memulai gerakan memukul sebuah tokoh akan mengambil ancang-ancang sebelum memukul lawan. Ancang-ancang tersebut bisa berupa tangan yang memutar atau tangan tokoh yang memanjang sehingga ketika memukul pukulan tersebut terlihat sangat sakit ketika terkena lawan.

Prinsip *Anticipation* diambil dari teater karena dalam prinsip ini menentukan gerakan dari suatu adegan ke adegan berikutnya. Jika penonton melihat sebuah adegan yang tidak terjadi ancang-ancang maka penonton akan berpikir tentang apa yang sedang dia lakukan. Gerak antisipasi dibuat dalam teater untuk memungkinkan penonton mengerti dengan gerakan berikutnya.

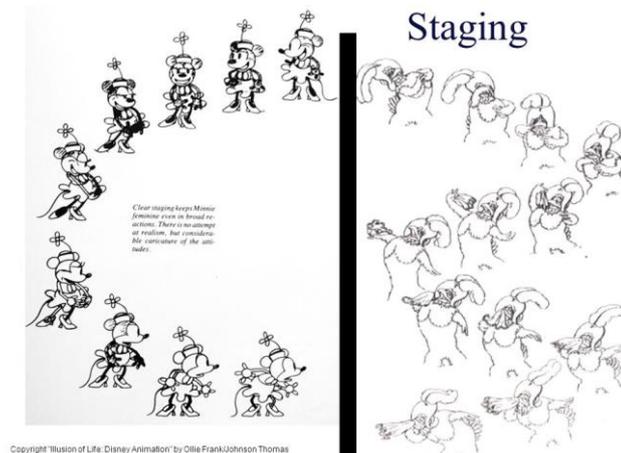


Gambar 2.3. *Anticipation*  
(*The Illusion of Life: Disney Animation*, 1981)

### 3. *Staging*

*Staging* adalah salah satu prinsip yang juga berasal dari teater. *Staging* sendiri merupakan penempatan tokoh dalam sebuah area yang berada di sekitar tokoh mulai dari pengambilan gambar, tata letak, posisi tokoh, *framing*, dan *scene*. Menjadi hal yang penting dalam pembuatan animasi karena hal ini mencakup sebuah adegan mulai dari posisi kamera, tokoh satu dengan yang lain, dialog antara tokoh, pergerakan atau pemindahan kamera. Pengaturan ini sangat penting karena dapat menentukan dari satu adegan ke adegan berikutnya. *Staging* juga bisa membangkitkan *mood* dari para penonton. Menurut Thomas dan Johnston jika sebuah *staging* memperlihatkan adegan aksi/*action*, harus membuat adegan tersebut terlihat sangat menegangkan. Pemilihan dari sebuah *angle* kamera juga menjadi penentu adegan. Seorang Pesulap pernah berkata menjadi seorang pesulap itu berarti Tuhan adalah penipu karena untuk mencari perhatian

seseorang kalian dapat menemukan tempat-tempat yang ramai untuk menunjukkan kemampuan kalian dalam berseulap.



Gambar 2.4. *Staging*

(*The Illusion of Life: Disney Animation*, 1981)

4. *Straight Ahead Action and Pose to Pose*

*Straight ahead action* adalah pergerakan yang dimulai pada satu titik dan berakhir dititik yang lain. Biasanya seorang animator menggambar sebuah adegan dalam satu *scene* dari titik awal ke titik akhir. Gambar ini memudahkan seorang animator untuk mendapatkan sebuah ide baru dalam sebuah *scene* dan pergerakan tokoh. Seorang *animator* harus tahu tentang point-point penting dari sebuah *scene*. Tetapi seorang *animator* harus membuat sebuah rencana untuk memperkirakan pergerakan di awal sehingga ketika di akhir pergerakan terlihat menarik.

*Pose to pose* adalah pergerakan yang disesuaikan dari titik awal ke titik akhir untuk mengisi *keyframe* sehingga menggambarkan pergerakan sebuah tokoh. Pergerakan dari awal titik ke titik akhir dibuat untuk memudahkan atau mendapatkan ide yang kemudian diisi sesuai dengan

*keyframe* sehingga pergerakan menjadi relevan dan mudah diterima di mata penonton.

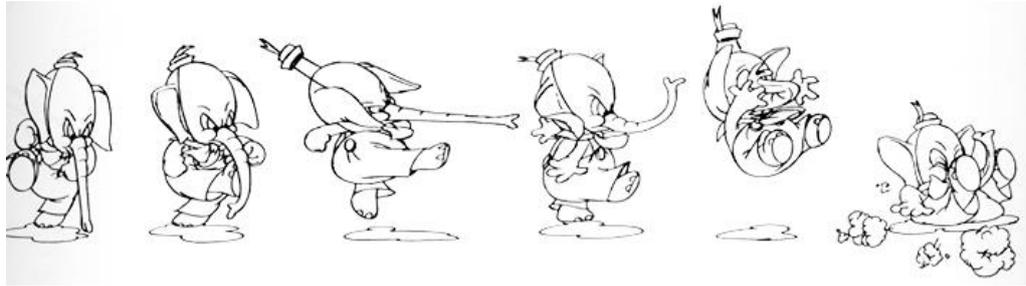
Dengan menggunakan teknik *pose to pose* memberikan sebuah pergerakan yang jelas dan kekuatan ketika melakukan pergerakan. Sedangkan *straight ahead action* memberikan pergerakan secara spontan terhadap tokoh dari awal titik ke titik akhir.



Gambar 2.5. *Straight ahead action and pose to pose*  
(Dunia Animasi, 2016)

5. *Follow Through and Overlapping Action*

*Follow through* merupakan sebuah pergerakan ketika sesuatu dari bergerak menjadi diam maka dan ada bagian tubuh yang masih bergerak. *Overlapping action* adalah pergerakan yang terjadi setelah adanya *follow through* dalam sebuah adegan yang menjadi *anticipation* ke adegan berikutnya. Contoh dari pergerakan *follow through* misalkan rambut, buntut hewan, pakaian, tokoh dengan perut yang buncit dan lain-lain.



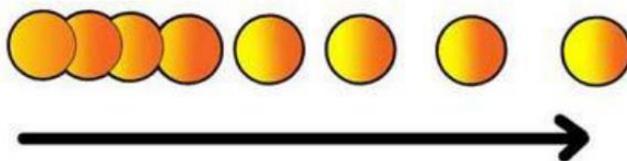
Gambar 2.6. *Follow through and overlapping action*  
 (*The Illusion of Life: Disney Animation, 1981*)

Disney membagi *follow through* dan *overlapping action* menjadi lima bagian:

1. Sebuah tokoh akan memiliki pergerakan *follow through* jika mereka memiliki telinga yang panjang, buntut atau mantel yang berada di tubuh sang tokoh. Ketika tubuh bergerak maka benda-benda tersebut juga harus melanjutkan pergerakan hingga benda berhenti. Pergerakan ini sangat mudah karena referensi dari pergerakan ini berada di dunia nyata.
2. Tubuh itu sendiri tidak semuanya bergerak secara bersama melainkan seperti tertarik, berputar atau merenggang. Ada sebuah bagian yang akan berhenti terlebih dahulu kemudian diikuti oleh bagian tubuh lain yang mengikuti gerakannya.
3. Jika sebuah pergerakan berpindah dari satu titik ke titik lain secara lambat maka pergerakan ini disebut *drag*. Sebagai contoh jika sebuah tokoh gendut melompat maka pipi sang tokoh akan bergerak sangat lambat tidak mengikuti pergerakan dari tubuhnya.

4. Sebuah pergerakan pada tokoh menggambarkan ciri khas dari perancangan pergerakan tokoh tersebut. Awal mula pergerakan dari *anticipation* yang kemudian dilanjutkan dengan *punch line* akhir pergerakan.
5. Terakhir ada sebuah pergerakan yang bernama *Moving hold*. Yang mana mempekerjakan seluruh bagian *overlapping action* dan *follow through* sehingga membuat pergerakan menjadi lebih hidup dan terlihat nyata.
6. *Slow In Slow Out*

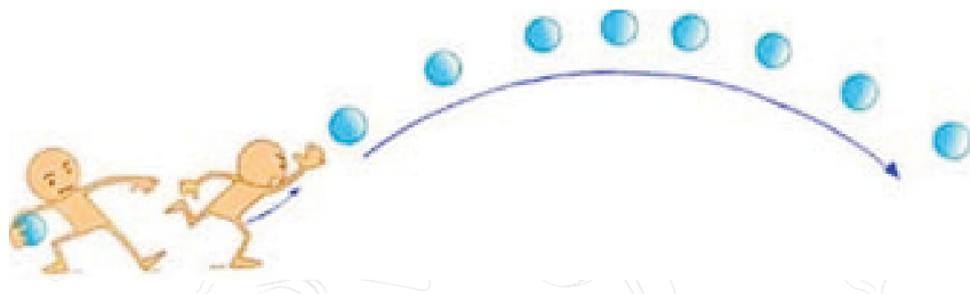
*Slow in slow out* merupakan prinsip yang dimulai dari awal berlebihan di awal dan di akhir pergerakan dibuat secara berlebihan sedangkan di pertengahan pergerakan sangat jarang terjadi. Pergerakan ini membuat perlambatan di awal dan akhir kemudian di pertengahan mengalami percepatan. Kunci dari terbentuk *slow in slow out* adalah waktu. Seorang *animator* harus memperkirakan waktu kapan harus dia menggambar *keyframe* yang cepat dan kapan juga dia harus menggambar *keyframe* yang lambat. Sebuah pergerakan *slow in* terjadi dari awal gerakan lambat ke cepat. Sementara *slow out* terjadi pada awal gerakan cepat menjadi lambat.



Gambar 2.7. *Slow in slow out*  
(Animation)

## 7. *Arcs*

*Arcs* menggunakan pergerakan gambar yang melingkar sehingga terlihat secara alami. Pergerakan tersebut menggunakan putaran sebagai tumpuan yang berada pada satu titik tumpuan. Segala bentuk yang melingkar berbelok harus dibuat dengan sangat melingkar karena pergerakan yang melingkar dapat terlihat seperti alami. Contoh dari pergerakan ini adalah persendian tangan. Masalah yang sering terjadi ketika pembuatan *inbetween* terjadi pada setengah bagian di antara dua gambar yang sudah digambar. Menurut Suantari, pergerakan pada suatu benda tidak pernah lurus jika dilempar ke depan. Pergerakan sebuah objek seperti bola jika dilempar ke depan akan selalu membengkok sehingga pergerakan membengkok tersebut menghasilkan lingkaran yang alami. Setiap pergerakan yang dilakukan makhluk hidup menghasilkan sebuah *Arcs*. Sehingga pergerakan tersebut terlihat lebih *smooth* dan realistis.



Gambar 2.8. *Arcs*  
(Dunia Animasi, 2016)

## 8. *Secondary Action*

*Secondary action* adalah sebuah gerakan yang ditambahkan ke dalam suatu adegan sehingga memunculkan gerakan baru yang terlihat lebih

realistik. Dalam suatu adegan terdapat sebuah tindakan yang dilakukan oleh *animator* untuk menambah pergerakan dalam adegan sehingga adegan tersebut terlihat realistik. Kendala yang sering dialami adalah menambahkan sebuah gerakan baru, sehingga gerakan tersebut cocok atau tidak cocok untuk digunakan pada sebuah adegan yang dapat terlihat lebih realistik.. Pemasukan *secondary action* membuat sekitar atau sekeliling membuat suasana pada adegan tersebut terlihat lebih hidup.

Terkadang *Secondary action* dapat Tuhan ekspresi pada suatu adegan. Dalam buku Dunia Animasi karya Suantari memberikan contoh tentang *Secondary action* yaitu; ketika seorang perempuan yang berambut panjang berjalan, maka dia berjalan seperti biasa. Gerakan utama dari jalan tersebut adalah kaki dari perempuan yang bergerak. Namun, untuk lebih realistik maka ditambah gerakan tangan mengayun. Tangan tersebut yang disebut sebagai *Secondary action*.

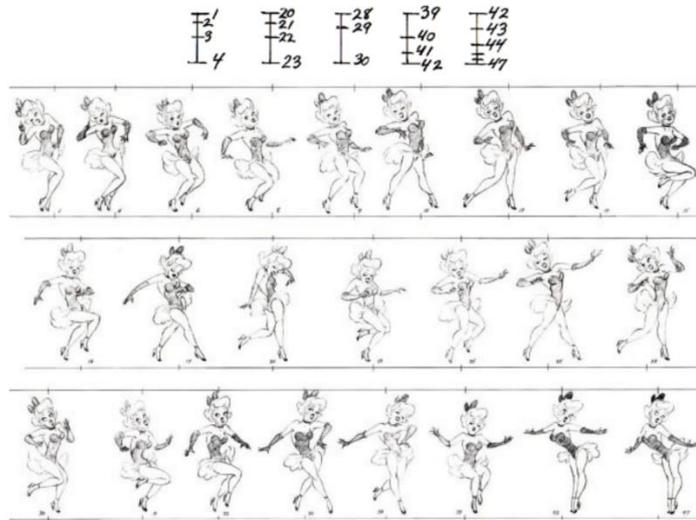


Gambar 2.9. *Secondary Action*  
(*The Illusion of Life: Disney Animation*, 1981)

## 9. *Timing*

Menurut Natwick, animasi adalah sebuah film yang dibuat berdasarkan *timing* dan *spacing* yang tepat. *Timing* adalah pemilihan waktu yang dapat menentukan kapan gerakan dapat dilakukan. *Spacing* adalah menentukan percepatan dan perlambatan sebuah gerakan. Menentukan waktu di awal pergerakan hingga akhir pergerakan dan menentukan gerak tokoh mulai dari gerak cepat hingga gerak lambat dan alami atau tidak alami gerak yang dilakukan tokoh. Waktu dalam pergerakan animasi sangat penting. Dalam proses menggambar setiap tindakan menandakan jumlah waktu. Dalam tiap gerakan memiliki perhitungan *fps(frame per second)*. Sebelum memulai pekerjaan animator harus menyepakati bahwa setiap gambar mewakili 2 *frame* atau bisa lebih tergantung dengan kesepakatan antara *animator*. Dalam dunia perfilman, dalam 1 detik terdapat 24 *frame*. Hal ini merupakan standar film. Namun ada beberapa perhitungan *frame* yang sering digunakan dalam perfilman:

- a. 1 detik 24 gambar sering disebut dengan *On One* (1 gambar untuk 1 *frame*)
- b. 1 detik 12 gambar sering disebut dengan *On Two* (1 gambar untuk 2 *frame*)
- c. 1 detik 8 gambar sering disebut dengan *On Three* (1 gambar untuk 3 *frame*)



Gambar 2.10. *Timing*  
(*Cartoon in Animation*)

10. *Exaggeration*

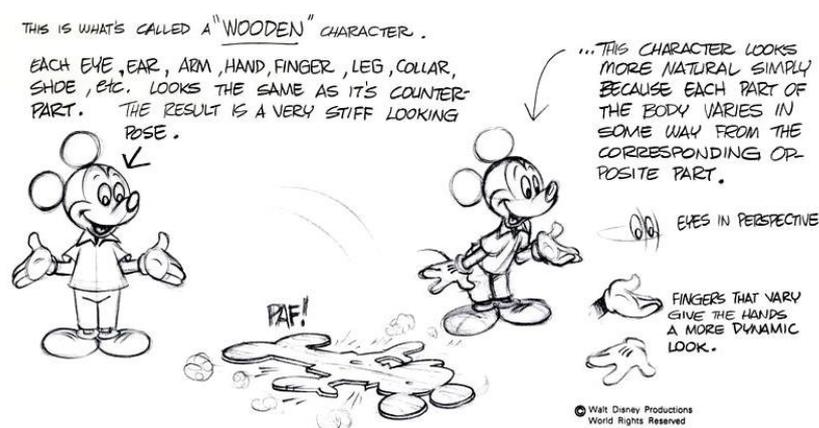
*Exaggeration* merupakan sebuah gerakan yang dibuat untuk menarik para penonton. Maksud dari pembuatannya untuk melebihkan suatu gerakan, sehingga gerakan tersebut terlihat seperti berlebih-lebihan. Pembuatan gerakan *exaggeration* mirip dengan *anticipation* dan *staging*. *Anticipation* membuat sebuah aksi, sementara *staging* membuat aksi dapat dilihat dengan baik. Seorang *animator* dapat membuat gerakan secara berlebihan dan tidak. Walt pernah berpikir bahwa dalam pembuatan tidak masalah jika tidak ada yang berbeda, dia percaya jika ingin membuat suatu menyentuh cara yang terbaik adalah mengembangkan sesuatu yang sudah ada. Sebagai contoh jika tokoh sedih maka buat tokoh tersebut terlihat sangat/lebih sedih.



Gambar 2.11. *Exaggeration*  
(*The Illusion of Life: Disney Animation*, 1981)

### 11. *Solid Drawing*

Kemampuan menggambar seorang animator sangat diperlukan. Seorang *animator* harus membuat gambar tokoh dengan berbagai sudut yang berbeda. *Solid Drawing* sangat diperlukan untuk memperlihatkan gambar 2D agar terlihat seperti 3D. Gambar sebuah objek harus dibuat sedemikian rupa agar terlihat memiliki sebuah sifat dalam sebuah objek. Sehingga terlihat volume dari sebuah objek, pencahayaan, dan konsistensi kualitas gambar/bentuk/tokoh.



Gambar 2.12. *Solid drawing*  
(*The Illusion of Life: Disney Animation*, 1981)

## 12. *Appeal*

*Appeal* adalah kepribadian yang diberikan pada suatu tokoh sehingga tokoh terlihat sifat dan *personality* berdasarkan gambar. Teknik *appeal* adalah cara penaruhan tata letak objek-objek terhadap objek utama mulai dari latar, posisi objek, dan sudut pandang kamera juga mempengaruhi. Menurut Binanto, *appeal* memberikan sebuah kepribadian kepada tokoh walaupun tanpa suara tokoh yang sudah digambar memiliki kepribadian. Dalam dunia animasi sebuah tokoh harus memiliki ciri khas pribadi berbeda dengan tokoh yang lain. Daya tarik tokoh sangat mempengaruhi emosi penonton sehingga penonton seperti mengikuti cerita.



Gambar 2.13. *Appeal*  
(*The Illusion Of Life: Disney Animation*, 1981)

### 2.4. Robot

Menurut Mamilla otomatisasi dan robotika adalah teknologi yang saling terikat. Dalam kamus Meiam-Webster robot adalah sebuah mesin yang memiliki bentuk dan sifat seperti manusia seperti berjalan, berbicara, dan bisa melakukan

pekerjaan secara otomatis. Robot merupakan bentuk yang menyerupai manusia sedangkan robotika adalah cabang teknologi yang mempelajari tentang desain, konstruksi, operasi, dan pengaplikasian robot. Definisi robot menurut *Robot Institute of America* adalah sebuah alat yang dibuat sebagai multi fungsi dan dapat diprogram untuk pergerakan sebuah material, alat, atau perangkat melalui gerakan yang sudah terprogram dan program dapat diulang sehingga menghasilkan gerakan yang diinginkan. Menurut Moore-Russo dan Jones robot dapat diartikan sebuah *android* di masa depan, yang akan terlihat atau berbentuk seperti manusia.

#### **2.4.1. Jenis-Jenis Robot**

Teknologi robot berkembang dengan sangat pesat. Berbagai jenis robot dibuat untuk membantu pekerjaan manusia. Selain dipekerjakan untuk membantu manusia ada juga robot yang dibuat agar dapat berinteraksi dengan manusia. Contoh beberapa robot yang dikelompokkan berdasarkan interaksinya dengan manusia yaitu, robot yang dapat dikontrol secara manual, robot semi otomatis, dan *fully automous*. Namun, berdasarkan fungsinya robot dibagi menjadi beberapa klasifikasi yaitu klasifikasi robot industri, klasifikasi robot berdasarkan kemampuan gerak, klasifikasi robot berdasarkan lokomotif gerak, dan klasifikasi robot berdasarkan medan jelajah.

#### **2.4.2. Klasifikasi Robot Industri**

Menurut departemen industri Universitas Lousiana klasifikasi ini dibagi menjadi enam kategori:

1. Geometri lengan (*arm geometry*): bentuk seperti persegi, silinder, bola, dan persendian.

2. Derajat kebebasan (*degree of freedom*): skala angka yang diperhitungkan untuk pergerakan robot menjadi semakin bebas bergerak.
3. Sumber tenaga: sumber bisa didapat dari tenaga listrik, tenaga hidrolis, dan tenaga
4. Alat dan jenis gerak: dibagi menjadi robot statis, robot beroda, dan robot berkaki.
5. *Path control*: gerakan yang dibuat robot sangat terbatas, perpindahan titik, arah gerak terkontrol, dan sekuens gerak yang berkelanjutan.
6. Skala kecerdasan: terkontrol dan otonom.



Gambar 2.14. Robot industri

(*Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB*, 2011)

### **2.4.3. Klasifikasi Robot Berdasarkan Kemampuan Gerak**

Robot berdasarkan kemampuan geraknya terbagi menjadi dua kelas yaitu robot statis dan robot bergerak.

1. Robot Statis

Robot statis adalah jenis robot yang tidak dapat berpindah lokasi tanpa bantuan manusia untuk memindahkan robot tersebut. Robot statis mencakup menjadi dua yaitu:

- a. *Robot Arm*: Robot berbentuk lengan.
- b. *Numerical Control Machine Tools*: robot berbentuk tangan yang sudah sehingga dapat berfungsi untuk mengontrol pergerakan mesin secara otomatis.



Gambar 2.15. Robot statis  
(Robotika: Teori dan Aplikasi, 2012)

## 2. Robot Bergerak

Robot bergerak dapat juga disebut sebagai *Robot Mobile*. Robot ini memiliki kemampuan untuk berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain. Pergerakan yang dihasilkan oleh robot didasarkan pada pemrograman robot sehingga robot dapat berjalan. Dalam proses pembuatannya robot ini dipasang sebuah sensor deteksi untuk menghindari halangan di depannya.



Gambar 2.16. Robot bergerak  
(Robotika: Teori dan Aplikasi, 2012)

#### **2.4.4. Klasifikasi Robot Berdasarkan Lokomotif Gerak**

Robot ini berfungsi layaknya makhluk hidup yang dapat bergerak, berjalan, berenang, dan pergerakan lainnya. Sistem mekanika dalam robot ini memiliki struktur yang sama dengan makhluk hidup sesuai bentuk dari robot. Misalkan robot *bipedal* merupakan robot berkaki dua dan berjalan seperti manusia sehingga bentuk kaki dari robot tersebut berbentuk seperti manusia. Robot berdasarkan lokomotif gerak dibagi menjadi beberapa jenis yaitu robot beroda dan robot berkaki.

##### **1. Robot Beroda**

Robot beroda adalah sebuah robot yang berpindah menggunakan roda bermotor sebagai tenaga untuk bergerak. Robot jenis ini kurang sesuai dengan jalanan yang memiliki bidang kasar, banyaknya bebatuan, dan bidang dengan kemiringan yang curam.



Gambar 2.17. Robot beroda  
(Robotika, 2010)

## 1. Robot Berkaki

Robot jenis ini adalah robot yang bergerak menggunakan kaki. Pada tahun 1968 Perusahaan *General Electric* adalah perusahaan pertama yang mengembangkan mesin berkaki empat. Keunggulan robot berkaki adalah dapat menjelajahi berbagai jenis medan. Kelemahan dari robot berkaki adalah *control* yang digunakan masih manual, dengan total 12 derajat kebebasan yang memungkinkan robot sulit dikendalikan oleh seorang operator. Terdapat berbagai jenis robot berkaki mulai dari memiliki satu kaki dan dua kaki seperti manusia.

### a. Robot Berkaki Satu

Pada tahun 1979 Matsuoka adalah orang pertama pengembang robot lompat (*monopod*). Di tahun 1983 Raibert dari *Carnegie Mellon University* mengembangkan robot berkaki satu. Dari pengembangannya robot karya Raibert lebih fleksibel ulurannya, dilengkapi dengan pegas, dan dapat bergerak menyamping. Robot berkaki merupakan robot yang bergerak dengan lompatan untuk mendapatkan keseimbangan. Robot berkaki satu memiliki dua fase untuk melakukan pergerakan yaitu fase tumpuan di mana kaki diam dan menyokong berat robot, dan fase

melayang di mana pusat massa berpindah secara balistik dengan adanya lompatan.

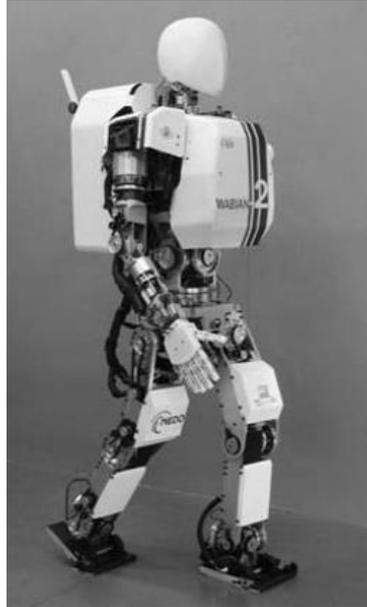


Gambar 2.18. Robot berkaki satu  
(Robotika: Teori dan Aplikasi, 2012)

b. Robot Berkaki Dua (*Bipedal*)

Robot berkaki dua merupakan robot yang berjalan dengan dua kaki seperti manusia dan juga hewan yang memiliki dua kaki. Siklus robot berjalan dengan dua kaki terbagi menjadi dua fase yaitu satu tumpuan hanya menempati 20% waktu dari siklus jalan. Pada tahun 1986 Furusho dan Masabuchi memperkenalkan robot *bipedal* dengan adanya lima tautan, dan menjadi panutan sebagai robot *bipedal* hingga sekarang. Salah satu model robot *bipedal* terbaik adalah robot *humanoid* Honda. Di tahun 1986 tentang ide kecerdasan dan mobilitas sehingga robot ini dapat berpikir dan berjalan seperti manusia. Robot ini dapat disebut sebagai robot *humanoid* yang merupakan robot berbentuk seperti manusia. Robot *humanoid* yang dikembangkan ini dapat memiliki tiga fungsi yaitu: dapat bergerak dengan kecepatan 3 km/jam seperti manusia, dilengkapi dengan

lengan dan tangan yang dapat bergerak seperti manusia, dan mampu melintasi tangga.



Gambar 2.19. Robot berkaki dua

*(Bipedal Robots: Modeling, Design and Walking Synthesis, 2009)*

#### **2.4.5. Klasifikasi Robot Berdasarkan Medan Jelajah**

##### **1. Robot Penjelajah Darat**

Robot ini merupakan robot yang bisa menjelajahi darat dan robot ini mencakup hampir keseluruhan robot.



Gambar 2.20. Robot penjelajah darat

(*Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB*, 2011)

## 2. Robot Penjelajah Air

Robot ini hanya dapat bergerak di dalam air dan mesin yang digunakan tahan akan air. Robot air biasanya digunakan dalam berbagai keperluan yaitu: militer, eksplorasi keadaan di bawah laut, dan dalam industri seperti pengeboran minyak dan gas lepas pantai.



Gambar 2.21. Robot penjelajah air

(*Robotika: Teori dan Aplikasi*, 2012)

## 3. Robot Penjelajah Udara

Robot jenis ini adalah robot yang dapat bergerak di udara. Untuk dapat bergerak di udara robot jenis ini menggunakan alat bantu seperti baling-baling, sayap, maupun bantuan roket. Robot ini sering digunakan oleh militer. Selain keperluan untuk militer robot ini juga dibuat untuk melakukan

observasi suatu lokasi, melakukan pemetaan suatu daerah, dan melakukan pencarian.



Gambar 2.22. Robot penjelajah udara  
(Robotika: Teori dan Aplikasi, 2012)

## **2.5. Robot *Bipedal***

Robot *bipedal* merupakan robot yang memiliki dua kaki. *Bipedal* robot memiliki dua gerakan inti yaitu berjalan dan berlari. Ketika berjalan terjadi sebuah gerakan yang menyebabkan salah satu dari dua bagian tubuh mengalami kontraksi dengan tanah. Ketika berlari tubuh mengalami pergerakan berupa ke atas dan ke depan dalam bentuk lompatan sehingga membuat pergerakan secara kejut ke bagian tubuh untuk bergerak dengan cepat. Pergerakan robot diambil berdasarkan pergerakan makhluk hidup yang memiliki dua kaki. Sehingga referensi pergerakan diambil dari makhluk hidup yang memiliki dua kaki. Contoh robot berbentuk manusia atau yang disebut *humanoid*. Robot *humanoid* adalah jenis robot yang berbentuk dan mirip seperti manusia. Mulai dari gerak, tubuh, dan sifat memiliki bentuk seperti manusia. Dalam pembuatan robot *humanoid* ada dua hal yang harus dipikirkan yaitu bentuk robot dan kecerdasan dari robot itu sendiri.



Gambar 2.23. Robot bipedal

(*Bipedal Robots: Modeling, Design and Walking Synthesis*, 2009)

## **2.6. Body Gesture**

Charlie Chaplin merupakan seorang pemain film bisu yang terkenal pada masanya. Charlie Chaplin membuat sebuah pemikiran bahwa manusia berkomunikasi tidak hanya lewat suara tetapi juga gerak tubuh. Dalam penampilannya selain gerak tubuh yang ditampilkan terdapat gerak lain yaitu gerakan wajah, posisi tangan atau kaki, pose tubuh, dan kostum juga menjadi hal yang penting. Albert Mehrabian merupakan sebuah psikolog yang meneliti tentang komunikasi dengan bahasa tubuh. Dalam penelitiannya Albert menjelaskan tentang adanya tiga faktor komunikasi yaitu; verbal (perkataan), nada suara, dan visual (gaya tubuh). Bahasa tubuh (*body language*) adalah sebuah alat komunikasi yang dimiliki oleh manusia sejak mereka lahir dan sudah ada sejak zaman dahulu (Yulia Pratitis Yusuf, 2016).

### **2.6.1. Lari**

Berlari merupakan sebuah pergerakan yang berbeda saat berjalan. Menurut William (2001) lari merupakan sebuah gerakan yang menyerupai berjalan, tetapi tidak dapat berbuat banyak karena dalam berlari tidak memiliki banyak posisi yang dapat diambil, karena berlari merupakan suatu pergerakan yang sangat cepat. Menurut Webster (2005) berlari merupakan sebuah kondisi keseimbangan yang tidak dapat dikendalikan. Ada sebuah perbedaan dalam lari dengan jalan yaitu pada saat berlari ada satu titik di mana tubuh meninggalkan tanah untuk beberapa detik. Menurut Nopiyanto (2019) lari merupakan sebuah gerakan maju yang memindahkan badan dengan cara cepat dan ada titik di mana kaki tidak menyentuh tanah.

### **2.6.2. Lompat**

Lompat atau loncat merupakan sebuah pergerakan yang membuat tubuh terangkat ke atas dengan melalui beberapa proses pergerakan yaitu lari, tumpuan, melayang dan mendarat. Lompat merupakan sebuah istilah yang digunakan dalam cabang olahraga, yang merupakan sebuah tindakan tubuh yang bertolakan dengan satu kaki (Syarifuddin, 1992). Lompat merupakan sebuah gerakan melompat dengan adanya tumpuan pada bagian kaki (Diana, 2009). Menurut Ariawan (2015) melompat adalah sebuah gerakan yang mengangkat seluruh anggota tubuh dari satu tempat ke tempat lain dengan lebih jauh atau lebih tinggi tetapi sebelum melompat tubuh akan melakukan ancang-ancang berupa lari cepat atau lambat dengan menumpu satu kaki dan mendarat dengan kedua kaki untuk mendapatkan

keseimbangan. Lompat merupakan sebuah gerakan yang dapat ditingkatkan jika gerakan tersebut dilatih setiap hari.

### **2.6.3. Menendang**

Seluruh pergerakan didasarkan pada jarak antara pemain. Terdapat tiga pertarungan berdasarkan jarak:

1. *Long range*. Sebuah pertarungan yang menggunakan kaki sebagai sebuah alat untuk menyerang. Pertarungan dengan menggunakan senjata seperti tongkat, tombak, dan pedang juga dianggap sebagai *long range*
2. *Mid-range*. Sebuah pertarungan yang menggunakan tangan serta tendangan pendek sebagai alat untuk menyerang. Namun, tendangan tidak seefektif karena terdapat jarak antara pemain. Senjata seperti nunchaku juga bisa disebut pertarungan *mid-range*.
3. *Close range*. Sebuah pertarungan yang menggunakan siku, kepala, serta lutut sebagai alat untuk bertarung. Senjata seperti pisau dan *brass knuckles* juga dapat disebut pertarungan *close range*.

Menurut Dougherty kekuatan mendorong dengan kaki juga bisa menjadi kunci dari sebuah pertandingan. Selain menendangan, memikirkan dan menaruh posisi juga menjadi kunci untuk menyerang dan memikirkan apa yang akan dilakukan selanjutnya. Dalam bukunya Dougherty, penentuan posisi adalah hal yang membuat perbedaan antara teknik yang setengah-setengah yang kemudian berhasil atau teknik yang benar-benar sangat efektif.

## 2.7. Egrang

Pengertian egrang dalam Baoesastra Jawa (Poerwatdarminto, 1939: 113) adalah egrang diartikan sebagai dolanan atau bermain-main yang menggunakan sebuah alat untuk bermain permainan tersebut. Bahan dasar pembuatan egrang adalah bambu dengan kisaran tinggi dua meter. Permainan egrang bukan lagi menjadi salah satu permainan tradisional melainkan sebagai budaya karena permainan sudah ada sejak dulu di mana maksud dari permainan ini dibuat untuk menghina orang-orang yang menjajah terutama Belanda. Menurut Liliweri (2004) budaya dapat berubah dari setiap pemikiran manusia, psikologi, dan kebiasaan yang sudah ada di masyarakat. Selain dari beberapa perkiraan di atas terjadinya perubahan budaya juga bisa di karena dari manusia itu sendiri dan juga perkembangan jaman yang semakin canggih. Menurut Malik (2019) egrang adalah sebuah permainan lanjutan dari batok dengan perbedaannya menggunakan bambu sebagai dan lebih tinggi.

Permainan egrang dari seluruh dunia

### 1. Permainan egrang di Tuhan

Egrang memiliki makna sebagai lambing kedewasaan, ketangkasan, dan keberanian. Dalam Bahasa Sunda egrang dipanggil “jajangkungan” yang memiliki arti tinggi-tinggian. Di Sulawesi Tengah disebut Tilako yang memiliki arti sebuah alat yang digunakan untuk berjalan. Di Tuhan permainan egrang biasanya dimainkan dengan cara saling berlomba lari menggunakan egrang dan saling menjatuhkan dengan cara menendang

kaki egrang lawan. Selain sebagai sebuah permainan egrang juga bisa digunakan sebagai media hiburan dan arak-arakan.

## 2. Permainan egrang di Belgia

Di Belgia permainan egrang dijadikan permainan pertarungan dengan dibaginya para pemain ke dalam dua kelompok yang akan saling menjatuhkan antara kelompok. Egrang dari Belgia berasal dari cerita legenda Belgia, diceritakan pada abad ke 14 terdapat seorang raja yang sangat mulia bernama John dari Flanders. John menjadi seorang raja di Namur. John memohon kepada masyarakat untuk tidak menggunakan alas kaki, menunggang kuda, dan naik perahu atau menaiki kereta. Banyak orang yang tidak menyukai dengan egrang untuk pakai sebagai alat pengganti alas. Tetapi seiring berjalannya waktu para penduduk melihat egrang tidak hanya sebagai media untuk berjalan kaki melainkan sebuah permainan dan hiburan.

## 3. Permainan egrang di Mexico

Di Mexico egrang digunakan untuk menari oleh para penduduk yang terletak di Zaachilla. Legenda Mexico menceritakan penduduk Zaachilla membuat sebuah perjanjian dengan San Pedro. San Pedro adalah orang-orang suci yang berada di gereja Zaachila. San Pedro meminta kepada masyarakat untuk membuat gereja tersebut. San Pedro mengatakan kepada masyarakat, bahwa mereka adalah titisan Tuhan yang disuruh untuk melindungi desa tempat mereka tinggal. Kemudian San Pedro berkata dia hanya akan datang delapan hari sebelum hari ulang tahunnya. Dia meminta

kepada seluruh masyarakat membuat sebuah pesta dansa dengan saling berpasangan dan menggunakan egrang sebagai alas kakinya.

#### 4. Permainan egrang di Nigeria

Di negara Nigeria dan Kongo egrang disebut Moko. Dalam bahasa setempat Moko memiliki arti Tuhan. Dalam legenda Kongo dan Nigeria terdapat seseorang bernama Moko. Moko adalah orang yang melindungi kampung dan memiliki badan yang sangat tinggi. Moko digambarkan sebagai seorang laki-laki tinggi di atas egrang dan akan melakukan sesuatu jika manusia berbuat jahat. Moko sangat terkenal dihati orang-orang Afrika dan kaum penjajah. Trinidad adalah sebuah perayaan yang memiliki arti yaitu perdamaian.