

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Autisme**

Autisme (Ichsan, 2010) adalah suatu kondisi mengenai seseorang sejak lahir ataupun masa balita, yang membuat dirinya tidak dapat membentuk hubungan sosial atau komunikasi yang normal. Akibatnya anak tersebut terisolasi dari manusia lain dan masuk dalam dunia repetitive, aktivitas dan minat yang obsesif. Karakteristik anak dengan autisme adalah adanya 6 gangguan dalam bidang :

##### 1. Interaksi sosial

Adanya gangguan dalam kualitas interaksi sosial, seperti :

- Kegagalan untuk bertatap mata, menunjukkan ekspresi fasial, maupun postur dan gerak tubuh, untuk berinteraksi secara layak.
- Kegagalan untuk membina hubungan sosial dengan teman sebaya, dimana mereka bisa berbagi emosi, aktivitas, dan minat bersama.
- Ketidakmampuan untuk berempati, untuk membaca emosi orang lain.
- Ketidakmampuan untuk secara spontan mencari teman untuk berbagi kesenangan dan melakukan sesuatu bersama-sama.

##### 2. Komunikasi (bahasa dan bicara)

Kualitas komunikasinya yang tidak normal, seperti :

- Perkembangan bicaranya terlambat, atau sama sekali tidak berkembang.
- Tidak adanya usaha untuk berkomunikasi dengan gerak atau mimik muka untuk mengatasi kekurangan dalam kemampuan bicara.

- Tidak mampu untuk memulai suatu pembicaraan atau memelihara suatu pembicaraan dua arah yang baik.
- Bahasa yang tidak lazim yang diulang-ulang atau stereotipik.
- Tidak mampu untuk bermain secara imajinatif, biasanya permainannya kurang variatif.

### 3. Perilaku-emosi

Aktivitas, perilaku dan minat sangat terbatas, diulang-ulang dan stereotipik, seperti :

- Adanya suatu preokupasi yang sangat terbatas pada suatu pola perilaku yang tidak normal, misalnya duduk dipojok sambil menghamburkan pasir seperti air hujan, yang bisa dilakukannya berjam-jam.
- Adanya suatu kelekatan pada suatu rutin atau ritual yang tidak berguna, misalnya kalau mau tidur harus cuci kaki dulu, sikat gigi, pakai piyama, menggosokkan kaki dikeset, baru naik ketempat tidur. Bila ada satu diatas yang terlewat atau terbalik urutannya, maka ia akan sangat terganggu dan nangis teriak-teriak minta diulang.
- Adanya gerakan-gerakan motorik aneh yang diulang-ulang, seperti misalnya mengepak-ngepak lengan, menggerak-gerakkan jari dengan cara tertentu dan mengetok-ngetokkan sesuatu.
- Adanya preokupasi dengan bagian benda/mainan tertentu yang tak berguna, seperti roda sepeda yang diputar-putar, benda dengan bentuk dan rabaan tertentu yang terus diraba-rabanya, suara-suara tertentu.

#### 4. Pola bermain

Anak autis tidak dapat bermain sesuai dengan fungsi mainan, misalnya sepeda dibalik lalu rodanya di putar-putar. Selain itu juga dapat sangat lekat dengan benda-benda tertentu yang dipegang terus dan dibawa kemana-mana.

#### 5. Gangguan sensorik dan motorik

Anak autis bila mendengar suara keras langsung menutup telinga. Tidak sensitif terhadap rasa sakit dan rasa takut.

#### 6. Perkembangan terlambat atau tidak normal.

Anak dengan autisme dapat tampak normal di tahun pertama dan tahun kedua dalam kehidupannya. Para orang tua kadang terlambat menyadari adanya keterlambatan kemampuan berbahasa dan cara-cara tertentu yang berbeda ketika bermain serta berinteraksi dengan orang lain. Gejala ini mulai tampak sejak lahir atau saat masih kecil (biasanya sebelum anak berusia 3 tahun).

Terlepas dari karakteristik yang ada, perlu adanya arah dan pedoman bagi para orang tua untuk lebih waspada dan peduli terhadap gejala-gejala yang terlihat. *The National Institute of Child Health and Human Development* (NICHD) di Amerika Serikat menyebutkan 5 jenis perilaku yang harus diwaspadai dan perlunya evaluasi lebih lanjut :

1. Anak tidak bergumam hingga usia 12 bulan.
2. Anak tidak memperlihatkan kemampuan gestural (menunjuk, dada, menggenggam) hingga usia 12 bulan.
3. Anak tidak mengucapkan sepatah kata pun hingga usia 16 bulan.
4. Anak tidak mampu menggunakan dua kalimat secara spontan di usia 24 bulan.
5. Anak kehilangan kemampuan berbahasa dan interaksi sosial pada usia tertentu.

Penyebab autisme adalah gangguan neurobiologis yang mempengaruhi fungsi otak sedemikian rupa sehingga anak tidak mampu berinteraksi dan berkomunikasi dengan dunia luar secara efektif. Gejala yang sangat menonjol adalah sikap anak yang cenderung tidak memperdulikan lingkungan dan orang-orang di sekitarnya, seolah menolak untuk berkomunikasi dan berinteraksi, serta seakan hidup di dalam dunianya sendiri.

Anak autistik juga mengalami kesulitan dalam memahami bahasa dan berkomunikasi secara verbal. Disamping itu seringkali (perilaku stimulasi diri) seperti berputar-putar, mengepak-ngepakan tangan seperti sayap, berjalan berjinjit dan lain sebagainya.

Gejala autisme sangat bervariasi. Sebagian anak berperilaku hiperaktif dan agresif atau menyakitir diri, tapi ada pula yang pasif. Mereka cenderung sangat sulit mengendalikan emosinya dan sering tempertantrum (menangis dan mengamuk). Kadang-kadang mereka menangis, tertawa atau marah-marah tanpa sebab yang jelas, ada juga rasa takut yang tak wajar. Kecuali gangguan emosi, sering pula anak-anak autistik menunjukkan gangguan sensoris, seperti adanya kebutuhan untuk mencium-cium/menggigit-gigit benda, tidak suka kalau dipeluk atau dielus.

Selain berbeda dalam jenis gejalanya, intensitas gejala autisme juga berbeda-beda, dari sangat ringan sampai sangat berat. Oleh karena banyaknya perbedaan-perbedaan tersebut di antara masing-masing individu, maka saat ini gangguan perkembangan ini lebih sering dikenal sebagai *Autistic Spectrum Disorder* (ASD) atau Gangguan Spektrum Autistik (GSA).

Autisme dapat terjadi pada siapa saja, tanpa membedakan warna kulit, status sosial ekonomi maupun pendidikan seseorang. Tidak semua individu ASD/GSA

memiliki IQ yang rendah. Sebagian dari mereka dapat mencapai pendidikan di perguruan tinggi. Bahkan ada pula yang memiliki kemampuan luar biasa di bidang tertentu (musik, matematika, menggambar).

Prevalensi autisme meningkat dengan sangat mengkhawatirkan dari tahun ke tahun. Menurut *Autism Research Institute* di San Diego, jumlah individu autistik pada tahun 1987 diperkirakan 1:5000 anak. Jumlah ini meningkat dengan sangat pesat dan pada tahun 2005 sudah menjadi 1:160 anak. Di Indonesia belum ada data yang akurat oleh karena belum ada pusat registrasi untuk anak autisme. Namun diperkirakan di Indonesia pun mendekati angka di atas. Autisme lebih banyak terjadi pada pria daripada wanita, dengan perbandingan 4:1.

Intensitas dari treatment perilaku pada anak dengan autisme merupakan hal yang penting, namun persoalan-persoalan mendasar yang ditemui di Indonesia menjadi sangat krusial untuk diatasi lebih dahulu. Fakta-fakta yang dianggap relevan dengan persoalan penanganan masalah autisme di Indonesia diantaranya :

1. Kurangnya tenaga terapis yang terlatih di Indonesia. Orang tua menjadi pelopor dalam proses intervensi sehingga pada awalnya pusat-pusat intervensi bagi anak dengan autisme dibangun berdasarkan kepentingan keluarga untuk menjamin kelangsungan pendidikan anak mereka sendiri.
2. Belum ada petunjuk treatment yang formal di Indonesia. Tidak cukup dengan hanya mengimplementasikan petunjuk treatment dari luar yang penerapannya tidak selalu sesuai dengan kultur kehidupan anak-anak Indonesia.
3. Masih banyak kasus-kasus autisme yang tidak di deteksi secara dini sehingga ketika anak menjadi semakin besar maka semakin kompleks pula persoalan intervensi yang dihadapi orang tua. Belum tersebar secara meratanya lembaga-lembaga formal yang

memberikan layanan pendidikan bagi anak dengan autisme di seluruh wilayah di Indonesia.

4. Belum terpadunya penyelenggaraan pendidikan bagi anak dengan autisme di sekolah.
5. Minimnya pengetahuan baik secara klinis maupun praktis yang didukung dengan validitas data secara empirik dari penanganan-penanganan masalah autisme di Indonesia.

## **2.2 Terapi Autisme**

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa penyebab autisme adalah multifaktor. Oleh karena itu terapi untuk anak autis bermacam-macam, tetapi tidak ada 1 terapi pun yang cocok untuk semua penyandang autis. Setiap jenis terapi memerlukan waktu lama dan harus dilakukan secara terpadu. Beberapa terapi yang paling umum digunakan (Asti, 2010) adalah metode Lovaas, terapi Okupasi, terapi Fisik, terapi Visual, terapi Biomedik, terapi Integrasi Sensasi.

Metode Lovaas merupakan metode yang paling banyak dipakai di Indonesia saat ini. Anak diberi pelatihan khusus dengan metode *reward and punishment*. Terapis meminta anak melakukan sesuatu tindakan yang spesifik dan konkret, jika anak menurut akan diberi hadiah berarti untuknya. Jika tidak menurut, tidak diberi apa-apa. Permintaan terapis ini diulangi sampai berhasil.

Terapi okupasi bertujuan untuk melatih motorik halus, pada umumnya perkembangan motorik halus anak autis terlambat, gerakkannya kaku. Mereka sulit memegang pensil atau sendok. Terapi ini akan melatih otot-otot motorik halus agar anak autis bisa menjadi mandiri.

Selain motorik halus, anak autis juga terganggu pada motorik kasarnya yakni gerakan-gerakan besar. Hal ini karena perkembangan ototnya tidak normal. Keseimbangan anak autis kurang baik, sehingga mereka kadang berjalan dengan kaku, gerakan patah-patah seperti robot. Terapi fisik membantu membangun koordinasi otot anak, misalnya : duduk, berguling, menendang, menangkap bola dan lain-lain.

Pada umumnya anak autis lebih mudah belajar secara visual dengan cara melihat. Hal inilah yang dijadikan dasar uji mengembangkan pembelajaran dengan sistem komunikasi bergambar atau terapi visual. Misalnya dengan pengenalan bentuk-bentuk binatang, buah dan gerakan lewat gambar.

Terapi biomedik dilakukan oleh ahli medis, tujuannya untuk mencari dan mengobati gangguan secara fisik pada anak autis yang diduga sebagai penyebabnya. Anak autis kadang mengalami gangguan pada fungsi otaknya akibat gangguan metabolisme misalnya keracunan logam berat seperti merkuri dan timbal hitam.

Terapi Integrasi Sensasi dapat merangsang koneksi sinapstik yang lebih kompleks. Terapi ini adalah gabungan terapi okupasi dan fisik. Biasanya anak akan dibantu menerapkan kemampuan sesuai dengan keperluan. Misalnya menatur gerak secara tepat (kapan saatnya duduk, lari dan melompat).

### **2.3 Kecerdasan**

Kecerdasan (Ramadhani, 2010) adalah sifat pikiran yang mencakup sejumlah kemampuan, seperti kemampuan menalar, merencanakan, memecahkan masalah, berpikir abstrak, memahami gagasan, menggunakan bahasa dan belajar. Selain itu juga kecerdasan dapat diartikan sebagai tindakan atau pemikiran yang bertujuan dan adaptif. Kecerdasan erat kaitannya dengan kemampuan kognitif yang dimiliki oleh individu.

Kecerdasan dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kemampuan kecerdasan verbal (VIQ) dan kemampuan kecerdasan tampilan (PIQ). Beberapa faktor yang mempengaruhi kecerdasan, antara lain faktor biologis, lingkungan, budaya, bahasa, masalah etika.

Manusia memiliki kecerdasan yang dapat dibedakan menjadi 8 (Krisna's, 2009), yaitu kecerdasan linguistik (*word smart*), kecerdasan spasial (*picture smart*), kecerdasan matematis (*logic smart*), kecerdasan kinestetis (*body smart*), kecerdasan musik (*music smart*), kecerdasan interpersonal (*people smart*), kecerdasan intrapersonal (*self smart*), kecerdasan naturalis (*nature smart*). Setiap manusia memiliki semua jenis kecerdasan itu, namun hanya ada beberapa yang dominan atau menonjol dalam diri seseorang.

Kecerdasan linguistik (*word smart*) adalah kecerdasan menggunakan kata-kata secara efektif. Kecerdasan ini sangat berguna bagi para penulis, aktor, pelawak, selebriti, radio dan para pembicara hebat. Kecerdasan juga membantu kesuksesan kariernya di bidang pemasaran dan politik.

Kecerdasan spasial (*picture smart*) adalah kecerdasan gambar dan bervisualisasi. Kecerdasan ini melibatkan kemampuan untuk memvisualisasikan gambar di dalam kepala seseorang atau menciptakannya dalam bentuk 2 atau 3 dimensi. Seniman atau pemahat serta pelukis memiliki kecerdasan ini dalam tingkat tinggi.

Kecerdasan matematis (*logic smart*) adalah keterampilan mengolah angka dan kemahiran menggunakan logika dan akal sehat. Inilah kecerdasan yang digunakan ilmuwan untuk membuat hipotesa dan dengan tekun mengujinya dengan eksperimen. Ini juga kecerdasan yang digunakan oleh Akuntan pajak, pemrograman komputer dan ahli matematika.



Kecerdasan kinestetis (*body smart*) adalah kecerdasan seluruh tubuh (atlet, penari, seniman, pantonim aktor) dan juga kecerdasan tangan (montir, penjahit, tukang kay, ahli bedah).

Kecerdasan musik (*music smart*) melibatkan kemampuan menyanyikan sebuah lagu, mengingat melodi musik, mempunyai kepekaan irama atau sekedar menikmati musik. Dalam bentuknya yang lebih canggih, kecerdasan ini mencakup para diva dan virtuoso piano di dunia seni dan budaya. Bakat musik adalah sesuatu bakat yang selama ini dibiarkan atau ditelantarkan di sekolah.

Kecerdasan interpersonal (*people smart*) melibatkan kemampuan untuk memahami dan bekerja untuk orang lain. Kecerdasan ini melibatkan banyak hal, mulai dari kemampuan berempati, kemampuan memimpin dan kemampuan mengorganisir orang lain.

Kecerdasan intrapersonal (*self smart*) melibatkan kemampuan diri sendiri, kecerdasan untuk mengetahui siapa sebenarnya diri kita sendiri. Kecerdasan ini sangat penting bagi para wirausahawan dan individu lain yang harus memiliki persyaratan disiplin diri, keyakinan, dan pengetahuan diri untuk mengetahui bidang atau bisnis baru.

Kecerdasan naturalis (*nature smart*) melibatkan kemampuan untuk mengenal bentuk-bentuk alam di sekitar kita seperti bunga, burung, pohon, hewan serta flora dan fauna lainnya. Kecerdasan ini dibutuhkan di banyak profesi seperti ahli biologi, penjaga hutan, dokter, hewan, dan hortikulturalis.

Selain itu, terdapat model-model kecerdasan (Adhipurna, 2005) yaitu model kecerdasan konvensional (IQ), kecerdasan emosional (EQ), dan juga model kecerdasan ultimat/kecerdasan spiritual (SQ). Model-model tersebut menjelaskan kesadaran

manusia dengan segenap aspek-aspeknya sebagai proses-proses yang secara esensial berlangsung pada jaringan syaraf.

Kecerdasan konvensional atau *Intelligence Quotient* (IQ) mengacu pada skor yang diberikan untuk beberapa tes kecerdasan standar. Nilai IQ adalah prediktor yang cukup baik untuk kinerja sekolah dan juga dapat memprediksi sejauh mana seseorang dapat sukses dalam pekerjaan. Skor IQ cenderung menunjukkan beberapa bias rasial. Skor uji dapat dipengaruhi oleh sejarah genetik pribadi.

Kecerdasan emosi atau *Emotional Quotient* (EQ) melengkapi IQ seperti halnya kecerdasan akademik dan keterampilan kognitif. Penelitian menunjukkan bahwa kondisi emosi mempengaruhi fungsi otak dan kecepatan kerjanya. EQ dan IQ berbeda dalam hal mempelajari dan mengembangkannya. IQ merupakan potensi genetik yang terbentuk saat lahir dan menjadi mantab pada usia tertentu saat pra-pubertas, dan sesudah itu tidak dapat lagi dikembangkan atau ditingkatkan. Sebaliknya, EQ bisa dipelajari, dikembangkan dan ditingkatkan pada segala umur. Penelitian justru menunjukkan bahwa kemampuan untuk mempelajari EQ meningkat dengan bertambahnya usia.

Tingkat kecerdasan spiritual tidak selalu ditentukan oleh tingkat religiusitas, psikologis, intelektualitas, umur dari seseorang. Kecerdasan spiritual merupakan akses dari turunnya Hidayah Tuhan yang mempunyai dimensi dibalik kecerdasan intelektual (IQ) dan kecerdasan emosional (EQ).

#### **2.4 Perancangan Percobaan**

Perancangan percobaan adalah suatu uji atau sederetan uji, baik itu menggunakan statistika deskripsi maupun statistika inferensia, yang bertujuan untuk mengubah peubah input menjadi suatu output yang merupakan respon dari percobaan tersebut (Mattjik,

2006). Suatu perancangan percobaan mempunyai input yang selanjutnya akan di proses sehingga menghasilkan output. Proses didapat dari metoda, mesin ataupun material. Selain itu proses juga bisa berupa peubah terkendali ( $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ ) ataupun peubah tak terkendali ( $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_q$ ).

Tujuan dari suatu perancangan percobaan adalah (Mattjik, 2006):

1. Memilih peubah terkendali ( $X$ ) yang paling berpengaruh terhadap respon ( $Y$ ).
2. Memilih gugus peubah  $X$  yang paling mendekati nilai harapan respon ( $Y$ ).
3. Memilih gugus peubah  $X$  yang menyebabkan keragaman respon ( $\sigma^2$ ) paling kecil.
4. Memilih gugus peubah terkendali ( $X$ ) yang mengakibatkan pengaruh peubah tak terkendali paling kecil.

Ada beberapa istilah yang digunakan dalam perancangan percobaan, yaitu :

1. Perlakuan (*treatment*).

Perlakuan merupakan suatu prosedur atau metode yang diterapkan pada unit percobaan. Prosedur atau metode yang diterapkan dapat berupa pemberian jenis pupuk yang berbeda, dosis pemupukan yang berbeda, dan lain-lain.

Berdasarkan nilai-nilai yang dicobakan, perlakuan dapat dibedakan menjadi perlakuan kuantitatif dan perlakuan kualitatif. Perlakuan kuantitatif yaitu perlakuan yang nilai-nilainya merupakan hasil pengukuran (interval dan rasio), misalnya lamanya terapi 1, 2, dan 3 jam per hari. Perlakuan kualitatif yaitu perlakuan yang nilai-nilainya merupakan klas-klas atau kategori (nominal dan ordinal), misalnya jenis musik, cara belajar dan lain-lain.

Berdasarkan cara pemilihan perlakuan, perlakuan dapat dibedakan menjadi perlakuan acak (*random*) dan perlakuan tetap (*fixed*). Perlakuan dikatakan acak jika perlakuan-perlakuan yang dicobakan dipilih secara acak dari populasi perlakuan.

Sedangkan perlakuan dikatakan tetap jika perlakuan-perlakuan di dalam percobaan ditentukan secara subjektif oleh si peneliti dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu.

Jika perlakuan acak berarti pengulangan percobaan akan terbuka kemungkinan mendapatkan perlakuan yang berbeda dan kesimpulan yang akan diperoleh juga berbeda. Sedangkan jika perlakuan tetap dimana pengulangan percobaan akan menghasilkan perlakuan-perlakuan yang sama dengan percobaan sebelumnya sehingga kesimpulan yang diperoleh juga sama.

## 2. Unit percobaan

Unit percobaan merupakan unit terkecil dalam suatu percobaan yang diberi suatu perlakuan. Unit terkecil bisa berupa petak lahan, individu, sekandang ternak dan lain-lain tergantung dari bidang penelitian.

## 3. Satuan amatan

Satuan amatan adalah anak gugus dari unit percobaan tempat dimana respon perlakuan diukur.

## 4. Faktor

Faktor merupakan peubah bebas yang dicobakan dalam percobaan sebagai penyusun struktur perlakuan. Peubah yang dicobakan dapat berupa peubah kualitatif maupun peubah kuantitatif. Perlakuan dapat disusun oleh beberapa faktor atau variabel bebas.

## 5. Taraf (*level*)

Taraf (*level*) adalah nilai-nilai dari peubah bebas (faktor) yang dicobakan dalam percobaan.

Suatu rancangan percobaan suatu kesatuan antara rancangan perlakuan, rancangan lingkungan dan rancangan pengukuran. Rancangan perlakuan merupakan rancangan yang berkaitan dengan bagaimana perlakuan-perlakuan tersebut dibentuk. Rancangan lingkungan merupakan rancangan yang berkaitan dengan bagaimana perlakuan-perlakuan tersebut ditempatkan pada unit-unit percobaan. Rancangan pengukuran merupakan rancangan yang membicarakan tentang bagaimana respon percobaan diambil dari unit-unit percobaan yang diteliti.

Rancangan Lingkungan dalam percobaan diantaranya :

- Rancangan Acak Lengkap (RAL)
- Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL)
- Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

## **2.5 Prinsip Perancangan Percobaan**

Dalam suatu perancangan percobaan, data yang dianalisis statistika dikatakan sah atau valid apabila data tersebut diperoleh dari suatu percobaan yang memenuhi tiga prinsip dasar (Mattjik, 2006). Tiga prinsip dasar dalam rancangan percobaan, yaitu ulangan, pangacakan, dan pengelompokan.

Dalam perancangan percobaan harus ada ulangan. Pengalokasian suatu perlakuan tertentu terhadap beberapa unit percobaan pada kondisi yang seragam. Pengulangan bertujuan untuk menduga ragam dari galat percobaan, menduga gaat baku (*standard error*) dari rata-rata perlakuan, meningkatkan ketepatan percobaan, dan memperluas presisi kesimpulan percobaan melalui pemilihan dan penggunaan satuan-satuan

percobaan yang lebih bervariasi. Besarnya ulangan ditentukan oleh besarnya perbedaan yang ingin dideteksi dan keragaman data dan jumlah perlakuan.

Pengacakan adalah penerapan perlakuan kepada satuan percobaan sehingga semua/setiap satuan percobaan mempunyai peluang yang sama untuk menerima suatu perlakuan. Konsep pengacakan ini berlaku juga untuk pengambilan subsampel atau penentuan satuan pengamatan. Pengacakan berfungsi menghindarkan bias (menjamin penduga tidak bias untuk nilai tengah perlakuan dan galat percobaan), menjamin adanya kebebasan antarpengamatan, dan mengatasi sumber keragaman yang diketahui namun tidak dapat diduga pengaruhnya.

Pengelompokan adalah teknik yang digunakan untuk meningkatkan ketelitian percobaan. Bahan percobaan disusun ke dalam kelompok-kelompok satuan percobaan yang relatif seragam. Pengelompokan berfungsi meningkatkan presisi (sensitivitas percobaan dalam mendeteksi perbedaan) dengan memisahkan keragaman antarkelompok (sumber keragaman yang dapat diduga pengaruhnya) dari galat percobaan sehingga galat percobaan dapat diperkecil dan juga meningkatkan informasi (karena kelompok dapat diletakkan pada tempat, waktu, dan bahan yang berbeda).

## **2.6 Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomize Design*)**

Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan dasar. Semua rancangan random berpangkal pada RAL dengan menempatkan pembatasan-pembatasan dalam alokasi perlakuan dalam lapangan percobaan. RAL digunakan bila satuan percobaannya homogen, artinya keragaman antarsatuan percobaan tersebut kecil dan mengelompokkannya ke dalam kelompok tidak memberi manfaat. Apabila unit

percobaan terlalu heterogen, salah satu cara untuk mengontrol variabilitas adalah dengan mengadakan stratifikasi kedalam kelompok-kelompok yang lebih homogen.

RAL dapat didefinisikan sebagai rancangan dengan beberapa perlakuan yang disusun secara random untuk sebuah unit percobaan (Mattjik, 2006). Tidak ada pembatasan yang dikenakan dalam menyusun perlakuan untuk tiap unit percobaan. Dalam RAL perlakuan diterapkan kepada satuan percobaan seluruhnya secara acak (satu kali pengacakan) sehingga setiap satuan percobaan mendapat peluang yang sama untuk menerima setiap perlakuan. Dan satuan-satuan percobaan harus diproses menurut urutan acak yang sudah dilakukan sekiranya diduga urutan akan mempengaruhi pengamatan. Urutan kegiatan itu misalnya urutan menyiram, memupuk, memanen, dan semua kegiatan lain yang harus dikerjakan dalam suatu percobaan.

RAL baik untuk percobaan yang mempunyai bahannya bersifat homogen, percobaan kecil (percobaan yang menyediakan derajat kebebasan untuk galat  $< 20$ ). Peneliti harus benar-benar mempertimbangkan antara penggunaan rancangan lain agar memisahkan galat dari pengaruh lain dan kehilangan derajat kebebasan untuk galat dengan tidak menggunakan RAL.

Model liner aditif secara umum dari rancangan satu faktor dengan rancangan acak lengkap dapat dibedakan menjadi dua, yaitu model tetap dan model acak. Model tetap merupakan model dimana perlakuan-perlakuan yang digunakan dalam percobaan berasal dari populasi yang terbatas dan pemilihan perlakuannya ditentukan secara langsung oleh si peneliti. Sedangkan model acak merupakan model dimana perlakuan-perlakuan yang dicobakan merupakan contoh acak dari populasi perlakuan.

Bentuk umum dari Model Linear Aditif pada RAL :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (2-1)$$

dimana :

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

$\mu$  = nilai tengah umum (populasi) dapat terdiri atas beberapa populasi

$\tau_i$  = pengaruh perlakuan ke-i

$\varepsilon_{ij}$  = pengaruh galat percobaan pada perlakuan ke-i ulangan ke-j dengan

asumsi galat menyebar normal dengan nilai tengah 0 dan ragam  $\sigma_2$

Bentuk hipotesis yang diuji adalah :

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t = 0$  atau tidak ada pengaruh perlakuan terhadap respons yang diamati.

$H_1$  : minimal ada satu  $\tau_i \neq 0$ , untuk  $i = 1, 2, \dots, t$  atau paling sedikit ada sepasang  $\tau_i$  yang tidak sama.

Tabel 2.1 Data Pengamatan RAL dengan r ulangan dan t perlakuan.

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	I	II	...	r		
1	$Y_{11}$	$Y_{12}$	...	$Y_{1r}$	$Y_{1.}$	$Y_{1.}/r$
2	$Y_{21}$	$Y_{22}$	...	$Y_{2r}$	$Y_{2.}$	$Y_{2.}/r$
...	...	...	...	...	...	...
t	$Y_{t1}$	$Y_{t2}$	...	$Y_{tr}$	$Y_{t.}$	$Y_{t.}/r$
Total	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	...	$Y_{.r}$	$Y_{..}$	$Y_{..}/(t.n)$

Analisis Ragam dalam RAL rumus-rumus perhitungannya :

1) Menghitung Jumlah Kuadrat :

a. Faktor Koreksi (FK)

$$FK = (Y_{..})^2 / t.r \quad (2-2)$$



b. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{(Y_{1.})^2 + (Y_{2.})^2 + (Y_{3.})^2}{r} \cdot FK \quad (2-3)$$

c. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = (Y_{11})^2 + (Y_{21})^2 + \dots + (Y_{33})^2 - FK \quad (2-4)$$

d. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP \quad (2-5)$$

1) Menghitung Kuadrat Tengah :

a. Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{db \text{ Perlakuan}} \quad (2-6)$$

b. Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKG}{db \text{ Galat}} \quad (2-7)$$

derajat bebas (db) perlakuan didapatkan dengan rumus : db perlakuan = (t-1)

derajat bebas (db) galat didapatkan dengan rumus : db galat = t(n-1)

derajat bebas (db) total didapatkan dengan rumus : db total = (tn-1)

Statistik Uji :

$$F_{hitung} = \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} \quad (2-8)$$

Dan tabel analisis ragamnya (ANOVA) adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Data tabel ANOVA pada RAL

SK	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>	
					5%	1%
Perlakuan (t)	t-1	JKP	JKP/(t-1)	KTP/KTG		
Galat	t(r-1)	JKG	JKG/t(r-1)			
Total	tr-1	JKT	-			

Kaidah Keputusan :

- a. Apabila  $F_{\text{Hitung}} \leq F_{\text{taraf } \alpha}$ , terima  $H_0$ , berarti perlakuan tidak berpengaruh nyata, diberi tanda tn (tidak nyata) atau ns (non significant).
- b. Apabila  $F_{\text{Hitung}} \geq F_{\text{taraf } \alpha}$ , tolak  $H_0$  yang berarti perlakuan berpengaruh nyata. Bila taraf  $\alpha = 1\%$  berarti perlakuan berpengaruh sangat nyata. Bila taraf  $\alpha = 5\%$  berarti perlakuan berpengaruh nyata.

Kelebihan RAL :

1. Mudah menyusun rancangan
2. Analisis statistik yang digunakan cukup sederhana
3. Banyak unit percobaan untuk tiap perlakuan tidak harus sama

Kekurangan RAL yang paling pokok adalah bahwa rancangan ini biasanya hanya cocok untuk digunakan dengan beberapa perlakuan (yang tidak banyak) serta untuk unit percobaan yang relatif homogen.

## 2.7 Analisis Peragam / Analysis of Covariance (ANCOVA)

Metode untuk mengurangi atau mengontrol variansi percobaan (Montgomery , 2005) adalah pemilihan materi yang homogen dan/atau lingkungan yang uniform, stratifikasi (pengelompokan) materi dan/atau lingkungan menjadi bagian-bagian yang homogen, penghalusan teknik percobaan, dan pengukuran variabel yang ada hubungannya dan penggunaan analisis peragam / *analysis of covariance* (ANCOVA). Jika metode-metode tersebut tidak dapat mengontrol variabilitas percobaan, maka kita perlu banyak meningkatkan replikasi sampai dicapai ketetapan yang diinginkan.

Jika variansi percobaan tidak dapat dikontrol dengan stratifikasi, maka dilakukan pengukuran pada variabel yang berhubungan dan digunakan ANCOVA. Mungkin lebih menguntungkan untuk menggunakan ANCOVA daripada stratifikasi karena lebih sedikit derajat bebas yang biasa diperlukan untuk mengontrol variasi. Sebaliknya, stratifikasi dapat digunakan untuk mengontrol variabilitas meskipun tidak tersedia pengukuran variabilitas, sedangkan ANCOVA tidak dapat digunakan dalam hal ini.

Variabel dalam ANCOVA harus dipilih dengan hati-hati dan hasilnya harus diinterpretasi sesuai dengan variabel tersebut dan harga-harga yang diperolehnya. Efek yang dihilangkan harus tidak ada hubungannya dengan tujuan percobaan, dan uji hipotesis tentang perbandingan perlakuan harus tetap berlaku. Dalam banyak percobaan, perbedaan dalam *mean* perlakuan untuk variabel harus merupakan perbedaan random dan bukan perbedaan perlakuan.

Analisis Peragam / *Analysis of Covariance* (ANCOVA) berbeda dengan analisis ragam / *Analysis of Variance* (ANOVA), dimana ANOVA hanya mempelajari pada varian-varian (ragam) saja sedangkan ANCOVA mempelajari varian utama juga mempelajari adanya kovarian-kovarian (ragam pengiring) pada variabel tertentu.

Dalam ANCOVA, di samping memerlukan hasil pengamatan terhadap ciri utama (varian atau ragam utama) seperti pada ANOVA biasa, juga memerlukan hasil-hasil pengamatan terhadap satu atau lebih ciri ragam pengiring (kovarian). Selain itu ANCOVA juga memerlukan adanya suatu hubungan fungsional tertentu (korelasi) antara ragam utama dan ragam pengiring tersebut. Jadi ANCOVA merupakan gabungan dari analisis ragam dan analisis regresi.

Beberapa manfaat ANCOVA adalah :

1. Dapat mengontrol galat dan memurnikan rata-rata pengaruh perlakuan

2. Dapat menaksir data hilang atau data rusak
3. Meningkatkan keandalan interpretasi dari hasil-hasil percobaan.

Penggunaan ANCOVA diaplikasikan apabila suatu percobaan dalam keadaan-keadaan tertentu galat percobaan masih belum dapat dikontrol. Keadaan-keadaan tersebut seperti :

1. Pengujian tentang efektifitas beberapa jenis insektisida, dimana yang diamati adalah mortalitas suatu hama tertentu, maka waktu perlakuan penyemprotan yang pertama kali, kita mempunyai populasi hama yang berbeda dari satu petak ke petak lainnya. Karena itu, bila yang dianalisis adalah populasi hama setelah penyemprotan, berarti kita telah memasukkan satu kesalahan (galat) karena populasi ini dipengaruhi oleh populasi awal yang berbeda. Dalam hal ini kita tidak menganalisis dengan analisis ragam (ANOVA), tetapi harus dikoreksi terlebih dahulu dengan populasi awal yaitu dengan menggunakan ANCOVA.
2. Dalam percobaan-percobaan agronomi, pemuliaan, dan sebagainya, maka akan lebih teliti analisisnya bila hasil produksi per petak disertai dengan jumlah tanaman yang dipanen, sehingga produksi tersebut dapat dikoreksi terhadap jumlah tanamannya, karena kita tahu bahwa produksi sangat ditentukan oleh jumlah tanaman yang dipanen, maka dalam hal ini penggunaan ANCOVA lebih teliti daripada ANOVA.
3. Dalam percobaan yang mencoba beberapa jenis ransom makanan terhadap penambahan bobot suatu ternak (sapi, kelinci, ayam, dll), maka respons yang diamati adalah bobot pada akhir masa coba. Berat akhir ini mempunyai bobot awal yang berbeda-beda. Analisis penambahan bobot badan harus dikoreksi terhadap bobot awal yang dapat dianalisis dengan ANCOVA.

ANCOVA dapat diaplikasikan pada berbagai jenis rancangan lingkungan (RAL, RAK, RBSL) dan berbagai jenis rancangan perlakuan (tunggal, faktorial, split plot design, dll).

Asumsi untuk ANCOVA merupakan kombinasi dari asumsi untuk ANOVA dan asumsi untuk analisis regresi. Asumsi yang paling mendasar yang harus dipenuhi agar ANCOVA menjadi sah adalah (Montgomery, 2005):

1. Peubah pengiring (X) harus bersifat tetap, diukur tanpa kesalahan, dan tidak berkorelasi (bebas) dengan perlakuan yang dicobakan.
2. Hubungan pengaruh antara peubah pengiring (X) dan peubah utama (Y) harus bersifat linear dan bebas dari perlakuan atau kelompok percobaan.
3. Galat percobaan harus bersifat acak, menyebar secara bebas dan normal dengan nilai tengah sama dengan nol dan ragam  $\sigma_2$ .

Model ANCOVA merupakan gabungan dari model linear rancangan yang digunakan (RAL, RAK, RBSL, dll) dengan tambahan bentuk untuk peubah pengiring atau peubah bebas yang digunakan. Untuk ANCOVA dari RAL mempunyai model :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + \varepsilon_{ij} \quad (2-9)$$

dimana :  $i = 1, \dots, t$

$j = 1, \dots, r$

$Y_{ij}$  = hasil dari observasi j pada perlakuan i

$\mu$  = rata-rata populasi

$\tau_i$  = efek perlakuan i

$X_{ij} - \bar{X}_{..}$  = deviasi kovariabel X ke ij dari mean kovariabel

$\varepsilon_{ij}$  = komponen galat

Tabel 2.3 Data Pengamatan ANCOVA dalam RAL dengan r perulangan dan t perlakuan.

Perlakuan	1		2		...		r		Jumlah X	Jumlah Y
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
A	X <sub>11</sub>	Y <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	Y <sub>12</sub>	...	...	X <sub>1r</sub>	Y <sub>1r</sub>	X <sub>1.</sub>	Y <sub>1.</sub>
B	X <sub>21</sub>	Y <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	Y <sub>22</sub>	...	...	X <sub>2r</sub>	Y <sub>2r</sub>	X <sub>2.</sub>	Y <sub>2.</sub>
C	X <sub>31</sub>	Y <sub>31</sub>	X <sub>32</sub>	Y <sub>32</sub>	...	...	X <sub>3r</sub>	Y <sub>3r</sub>	X <sub>3.</sub>	Y <sub>3.</sub>
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
t	X <sub>t1</sub>	Y <sub>t1</sub>	X <sub>t2</sub>	Y <sub>t2</sub>	...	...	X <sub>tr</sub>	Y <sub>tr</sub>	X <sub>t.</sub>	Y <sub>t.</sub>
Total	X <sub>.1</sub>	Y <sub>.1</sub>	X <sub>.2</sub>	Y <sub>.2</sub>	...	...	X <sub>.r</sub>	Y <sub>.r</sub>	X <sub>..</sub>	Y <sub>..</sub>

Rumus-rumus perhitungannya :

1. Hitung nilai-nilai JK (XX) dan JK (YY) dengan cara melakukan analisis ragam pada

RAL seperti biasa. Maka akan didapatkan :

- JK Total (XX)
- JK Perlakuan (XX)
- JK Galat (XX)
- JK Total (YY)
- JK Perlakuan (YY)
- JK Galat (YY)

2. Hitung JHK (XY) untuk semua keragaman dengan cara :

a. JHK Total (XY)

$$JHK \text{ Umum } (XY) = \sum X_{ij}Y_{ij} - \frac{(X_{..})(Y_{..})}{n.t} \quad (2-10)$$

b. JHK Perlakuan (XY)

$$JHK \text{ Perlakuan } (XY) = \frac{\sum X_i.Y_i}{n} - \frac{(X_{..})(Y_{..})}{n.t} \quad (2-11)$$

c. JHK Galat (XY)

$$JHK \text{ Galat } (XY) = JHK \text{ Total } (XY) - JHK \text{ Perlakuan } (XY) \quad (2-12)$$

## 3. Hitung nilai JK Galat (YY terkoreksi)

$$JK \text{ Galat (YY terkoreksi)} = JKG(YY) - \frac{(JHKG \text{ XY})^2}{JKG(XX)} \quad (2-13)$$

dengan db Galat terkoreksi =  $t(n-1) - 1$

Dengan demikian ragam galat atau KT Galat (YY terkoreksi) adalah :

KT Galat (YY terkoreksi) =

$$JK \text{ Galat (YY terkoreksi)} / \text{db Galat terkoreksi} \quad (2-14)$$

## 4. Hitung nilai JK Perlakuan + Galat (terkoreksi)

$JK \text{ Perlakuan} + \text{Galat (terkoreksi)} =$

$$JKP(YY) + JKG(YY) - \frac{(JHKP \text{ XY} + JHKG \text{ YY})^2}{JKP(XX) + JKG(XX)} \quad (2-15)$$

dengan db Perlakuan + Galat (terkoreksi) =  $(t-1) + \text{db galat (terkoreksi)}$

## 5. Hitung JK Perlakuan terkoreksi

$JK \text{ Perlakuan terkoreksi} = JK(\text{Perlakuan} +$

$$\text{Galat(terkoreksi)} - JK \text{ Galat(YY terkoreksi)} \quad (2-16)$$

dengan db =  $t-1$

Dengan demikian ragam galat atau KT Perlakuan terkoreksi adalah :

KT Perlakuan terkoreksi =

$$JK \text{ Perlakuan terkoreksi} / \text{db Perlakuan terkoreksi} \quad (2-17)$$

## 6. Hitung F Hitung

$$F \text{ Hitung} = \frac{(KT \text{ Perlakuan terkoreksi})}{(KT \text{ Galat(YY terkoreksi)})} \quad (2-18)$$

Hasil perhitungan dimasukkan ke dalam tabel ANCOVA berikut ini :

Tabel 2.4 ANCOVA dalam RAL

SK	db	Jumlah Hasil Kali			Y dikoreksi terhadap X				F tabel
		XX	XY	YY	d.b	JK	KT	F hitung	0.05
Umum	tn-1	JK Umum (XX)	JHK Umum (XY)	JK Umum (YY)					
Perlakuan	t-1	JK Perlakuan (XX)	JHK Perlakuan (XY)	JK Perlakuan (YY)					
Galat	t(n-1)	JK Galat (XX)	JHK Galat (XY)	JK Galat (YY)	t(n-1)-1	JK Galat (YY terkoreksi)	KT Galat (YY terkoreksi)		
Perlakuan + Galat	tn-1	JK Umum (XX)	JHK Umum (XY)	JK Umum (YY)	(t-1)+db galat(terkoreksi)	JK Perlakuan + Galat (terkoreksi)			
Perlakuan terkoreksi					t-1	JK Perlakuan terkoreksi	KT Perlakuan terkoreksi	F hitung	

Kaidah keputusan :

- Apabila  $F_{\text{Hitung}} \leq F_{\text{taraf } \alpha}$ , terima  $H_0$ , berarti perlakuan tidak berpengaruh nyata.
- Apabila  $F_{\text{Hitung}} \geq F_{\text{taraf } \alpha}$ , tolak  $H_0$  yang berarti perlakuan berpengaruh nyata. Bila taraf  $\alpha = 1\%$  berarti perlakuan berpengaruh sangat nyata. Bila taraf  $\alpha = 5\%$  berarti perlakuan berpengaruh nyata.



Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menguji perbedaan diantara perlakuan yang diuji. Uji BNT dilakukan apabila kesimpulan  $H_0$  pada uji F dalam ANOVA ditolak/perlakuan berpengaruh nyata.

## 2.8 Uji Beda Nyata Terkecil

Uji BNT dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang dicoba.

Kriteria pengambilan keputusan uji BNT adalah (Mattjik, 2006) :

- Jika beda absolut diantara dua rata - rata perlakuan lebih besar dari nilai BNT maka kedua perlakuan tersebut adalah berbeda nyata pada taraf nyata alpha.
- Jika beda absolut diantara dua rata - rata perlakuan lebih kecil atau sama dengan nilai BNT maka kedua perlakuan tersebut adalah tidak berbeda nyata pada taraf nyata alpha.

Hipotesis dari perbandingan dengan metode BNT adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \mu_i = \mu_j$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$$

Langkah – langkah perhitungan uji Beda Nyata Terkecil adalah :

$$BNT = t_{\left(\frac{\alpha}{2}; db \text{ galat terkoreksi}\right)} \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

Dimana :

$t_{\alpha}$  = sebaran t dengan derajat bebas sebesar  $t(n-1)-1$

## 2.9 Aplikasi Rekayasa Perangkat Lunak

Rekayasa piranti lunak didefinisikan oleh Fritz Bauer (Pressman, 2001, p20) adalah kegiatan menerapkan dan menggunakan prinsip-prinsip rekayasa yang baik

dalam rangka menghasilkan piranti lunak yang ekonomis, reliable, dan bekerja secara efisien.

Dalam rekayasa piranti lunak terdapat tiga elemen utama (Pressman, 2001, p21), yaitu :

a. Proses (Process)

Menyatukan metode dan alat bantu dalam pengembangan suatu piranti lunak. Prosedur menjabarkan urutan kerja dimana metode akan diterapkan, catatan mengenai data-data yang dibutuhkan, serta kendali untuk menjaga kualitas dan mencatat perubahan pada piranti lunak.

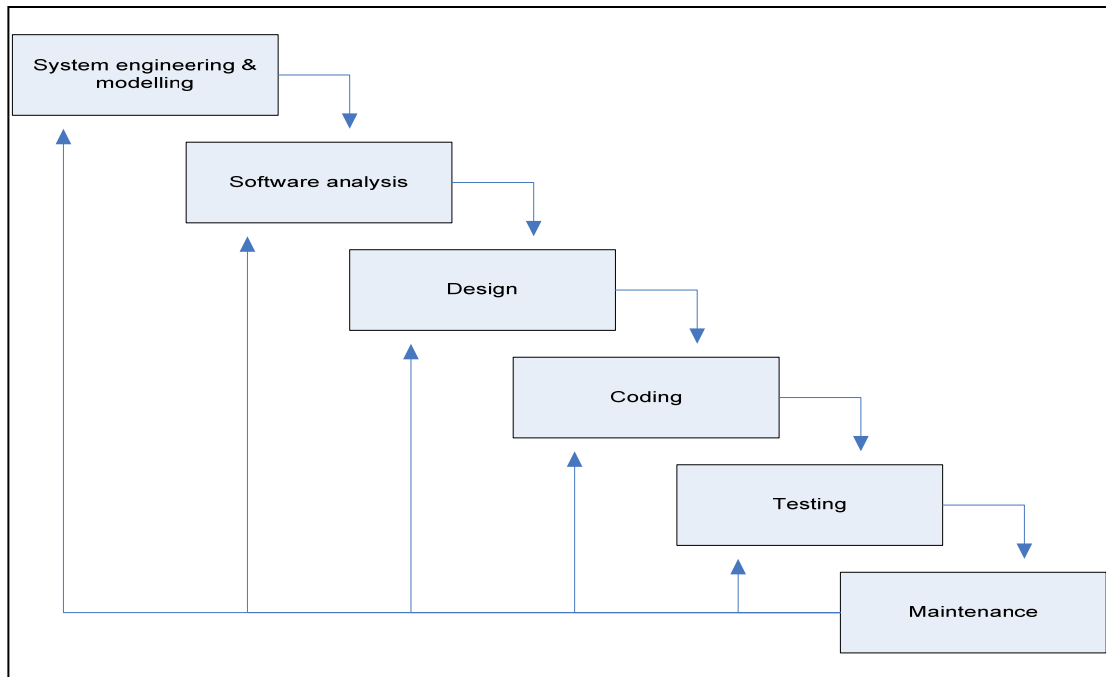
b. Metode (Methods)

Mengarahkan sejumlah tugas yang meliputi perencanaan proyek dan analisis kebutuhan sistem dan piranti lunak. Terdiri dari perancangan struktur, arsitektur program, algoritma prosedur, penulisan kode, pengujian dan perawatan piranti lunak.

c. Alat – alat bantu (Tools)

Menyediakan dukungan yang bersifat otomatis ataupun semi otomatis untuk proses dan metode.

Dalam rekayasa piranti lunak terdapat berbagai macam model. Model yang sering umum digunakan adalah model *Waterfall* . Nama model ini sebenarnya adalah “*Linear Sequential Model*”. Namun model ini juga sering disebut dengan “*classic life cycle*” atau model waterfall. Model ini disebut model *waterfall* karena setiap proses yang berjalan harus terlebih dahulu menunggu selesainya proses sebelumnya dan berjalan secara berurutan. Secara umum tahapan pada model *waterfall* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.1 *Waterfall Model*

Menurut Pressman (2001, p28 ) terdapat 6 tahap dalam model waterfall yaitu :

**1. *System / Information Engineering and Modeling***

Sebuah piranti lunak biasanya merupakan suatu bagian dari sebuah sistem, oleh karena itu untuk merancang sebuah piranti lunak diawali dengan mencari kebutuhan dari keseluruhan sistem yang akan diaplikasikan ke dalam bentuk piranti lunak. Hal ini sangat penting, mengingat piranti lunak harus dapat berinteraksi dengan elemen-elemen yang lain seperti hardware, database, dan pengguna.

**2. *Software Requirements Analysis***

Proses pencarian kebutuhan diintensifkan dan difokuskan pada piranti lunak. Untuk mengetahui sifat dari program yang akan dibuat, maka para perancang piranti lunak harus mengerti tentang domain informasi dari piranti lunak, seperti fungsi yang dibutuhkan, sifat, penyajiannya, dan *user interface*. Pencarian kebutuhan sistem dan piranti lunak harus didokumentasikan dan ditunjukkan kepada pelanggan.

### 3. *Design*

Proses desain untuk sebuah piranti lunak merupakan proses yang memiliki banyak tahap, yang dimana fokus kepada empat bagian dalam program, yaitu struktur data, arsitektur piranti lunak, tampilan, dan detil prosedurnya (algoritma). Proses ini digunakan untuk mengubah kebutuhan-kebutuhan menjadi representasi dari piranti lunak yang dimana dapat dinilai kualitasnya sebelum coding dimulai. Desain harus dapat mengimplementasikan kebutuhan yang telah disebutkan pada tahap sebelumnya. Proses ini juga harus didokumentasikan sebagai konfigurasi dari piranti lunak.

### 4. *Coding*

Untuk dapat dimengerti oleh mesin, seperti komputer, maka desain harus diubah bentuknya menjadi bentuk yang dapat dimengerti oleh mesin, yaitu ke dalam bahasa pemrograman melalui proses *coding*. Tahap ini merupakan implementasi dari tahap design yang secara teknis nantinya dikerjakan oleh programmer.

### 5. *Testing*

Piranti lunak yang telah dibuat haruslah diujicobakan. Semua fungsi-fungsi piranti lunak baik yang internal maupun external harus diujicoba, ini berfungsi untuk memastikan agar piranti lunak bebas dari error, dan hasilnya sesuai dengan kebutuhan yang sudah didefinisikan sebelumnya.

### 6. *Maintenance*

Setelah piranti lunak telah selesai dibuat dan diberikan kepada pengguna, pemeliharaan suatu piranti lunak diperlukan, termasuk di dalamnya adalah pengembangan. Pemeliharaan ini diperlukan karena piranti lunak yang dibuat tidak selamanya hanya seperti itu. Ketika piranti lunak dijalankan mungkin saja masih

terdapat eror - eror yang tidak ditemukan sebelumnya, atau terdapat penambahan fitur - fitur yang belum ada pada piranti lunak tersebut. Pengembangan diperlukan ketika adanya perubahan dari eksternal perusahaan seperti ketika ada pergantian sistem operasi, atau perangkat lainnya.

## **2.10 Microsoft Excel**

Microsoft Excel (Norton's, 1999) adalah salah satu program *spreadsheet* yang canggih yang bekerja di bawah sistem operasi windows. Terdapat banyak kemudahan yang diperoleh selama menggunakan microsoft excel seperti bekerja dengan daftar data, menghitung angka-angka, membuat laporan, diagram dan grafik. Microsoft Excel dapat juga digunakan untuk mengolah data statistik. Input data dari excel dapat juga dihubungkan dan dibaca pada program aplikasi yang dibuat.

## **2.11 Interaksi Manusia dengan Komputer**

IMK adalah disiplin ilmu yang berhubungan dengan perancangan, evaluasi, dan implementasi sistem komputer interaktif untuk digunakan oleh manusia, serta studi fenomena-fenomena besar yang berhubungan dengannya. Suatu aplikasi harus mempunyai tampilan muka yang direncanakan untuk memperbaiki kegunaan aplikasi. Tujuan dari rekayasa sistem interaksi manusia dan komputer (*Shneiderman*, 1998, pp9-14) adalah :

- Fungsionalitas yang sesuai

Sistem dengan fungsionalitas yang kurang memadai mengecewakan pemakai dan sering ditolak atau tidak digunakan. Sedangkan sistem dengan fungsionalitas yang

berlebih berbahaya dalam implementasi, pemeliharaan, proses belajar dan penggunaan yang sulit.

- Keandalan, Ketersediaan, Keamanan dan Integritas data

Keandalan berfungsi seperti yang diinginkan, tampilan akurat. Ketersediaan berarti siap ketika hendak digunakan dan jarang mengalami masalah. Keamanan berarti terlindung dari akses yang tidak diinginkan dan kerusakan yang disengaja. Integritas data adalah keutuhan data yang terjamin, tidak mudah rusak atau diubah oleh orang yang tidak berhak.

- Standarisasi, Integrasi, Konsistensi dan Portabilitas

Standarisasi adalah keseragaman sifat-sifat antar muka pemakai pada aplikasi yang berbeda. Integrasi adalah kesatuan dari berbagai paket aplikasi dalam suatu program aplikasi, seperti urutan perintah, istilah, satuan, warna, tipografi. Portabilitas adalah dimungkinkannya data dikonversi dan dipindahkan, dan dimungkinkannya antar muka pemakai dipakai di berbagai lingkungan perangkat lunak dan perangkat keras.

- Penjadwalan dan Anggaran

Perencanaan yang hati-hati dan manajemen yang berani diperlukan karena adanya persaingan dengan *vendor* lain sehingga proyek harus sesuai jadwal dan anggaran, sistem yang perlu tepat pada waktunya (*real time*), serta murah agar dapat diterima

“Delapan Aturan Emas Rencana Tampilan Muka” atau “*Eight Golden Rules of Interface Design*” merupakan prinsip-prinsip desain yang diterapkan dalam sistem interaktif dan mendasari desain tampilan muka. “*Eight Golden Rules of Interface Design*” Shneiderman adalah sebuah panduan untuk rancangan interaksi yang baik.

Delapan aturan tersebut yaitu (*Shneiderman, 1998, pp74-75*) :

1. Berusaha untuk konsisten. (*Strive for consistency*)

Konsisten disini berhubungan dengan urutan tindakan yang harus dilakukan dalam situasi yang serupa, istilah yang serupa juga harus digunakan dalam prompts, menu, help screen, pemilihan warna, layout, ukuran dan bentuk huruf.

2. Memungkinkan pengguna untuk menggunakan shortcut. (*Enable frequent users to use shortcuts*)

Bersamaan dengan meningkatnya pengguna, maka dari itu pengguna lebih tertarik pada langkah – langkah yang lebih cepat untuk berinteraksi. Fasilitas seperti penyingkatan (*abbreviations*), tombol khusus (*special keys*), perintah tersembunyi (*hidden command*), dan fasilitas lainnya sangat diperlukan oleh para pengguna. Waktu respon yang relatif cepat dan tepat dalam menampilkan tampilan juga merupakan salah satu daya tarik bagi para pengguna.

3. Memberikan umpan balik yang informatif. (*Offer informative feedback*)

Untuk setiap tindakan yang dilakukan oleh pengguna, harus diberikan umpan balik. Presentasi visual dari objek yang menarik akan menciptakan lingkungan yang menyenangkan untuk menunjukkan adanya perubahan yang menyeluruh.

4. Merancang dialog untuk menghasilkan keadaan akhir. (*Design dialogs to yield closure*)

Urutan dari tindakan harus diatur ke dalam suatu kelompok yang terdiri dari bagian awal, tengah dan akhir. Umpan balik yang informatif dari penyelesaian tindakan suatu kelompok akan memberikan kepuasan bagi operator, dan akan menandakan bahwa jalannya sudah jelas untuk menyiapkan kelompok lainnya.

5. Memberikan pencegahan kesalahan dan penanganan kesalahan yang sederhana. (*Offer error prevention and simple error handling*)

Dalam mendesain, sebisa mungkin sistem harus menyediakan *error prevention*, sehingga pengguna tidak akan membuat kesalahan yang fatal, contohnya, pada menu untuk memasukkan nama, user tidak diperbolehkan untuk memasukkan angka. Jika user melakukan kesalahan, sistem harus dapat mendeteksi kesalahan tersebut dan menampilkan kesalahan pengguna dan memberikan contoh penggunaan yang benar secara sederhana.

6. Mengijinkan pembalikan aksi yang mudah. (*Permit easy reversal of actions*)

Dalam mendesain, sebisa mungkin tindakan yang telah dilakukan sebelumnya dapat di *undo*. Hal ini akan memudahkan pengguna jika melakukan kesalahan yang tidak disengaja ketika sedang mengerjakan sesuatu.

7. Menyediakan pengendalian internal. (*Support internal locus of control*)

Sistem yang dirancang haruslah dapat membuat pengguna merasa menguasai sistem dan sistem akan memberikan respon atas aksi yang diberikan.

8. Mengurangi beban hafalan. (*Reduce short-term memory load*)

Oleh karena keterbatasan manusia dalam mengingat dan memproses informasi dalam waktu yang singkat maka dari itu tampilan sebaiknya dibuat sesimple mungkin sehingga dapat diterima dengan mudah oleh pengguna. Fasilitas seperti akses online untuk memerintahkan format sintaksis, singkatan, kode, dan informasi lainnya harus disediakan.

Suatu program yang interaktif dan baik harus bersifat *user friendly*. (Shneiderman, 1998, p15) menjelaskan 5 kriteria yang harus dipenuhi oleh suatu program yang *user friendly* yaitu :



1. Waktu belajar (*Time to learn*)

Berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh user untuk mempelajari dan menggunakan perintah – perintah yang relevan untuk suatu tugas (*tasks*).

2. Kecepatan kinerja (*Speed of performance*)

Berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas (*tasks*).

3. Tingkat kesalahan *user* (*Rate of errors by users*)

Berapa banyak kesalahan dan kesalahan apa saja yang dilakukan oleh pengguna dalam menyelesaikan tugas. Walaupun waktu untuk membuat dan memperbaiki kesalahan mungkin tidak sesuai dengan kecepatan penyajian informasi (*Speed of performance*), *error handling* adalah salah satu komponen yang kritikal dari penggunaan sistem yang dimana membutuhkan perhatian dan pembelajaran lebih lanjut.

4. Penghafalan dari waktu ke waktu (*Retention over time*)

Seberapa lama pengguna dapat mengingat penggunaan sistem tersebut. Penghafalan mungkin berhubungan erat dengan waktu untuk belajar dan frekuensi penggunaan.

5. Kepuasan pribadi (*Subjective satisfaction*)

Berapa besar ketertarikan pengguna untuk menggunakan aspek yang bervariasi dalam sistem. Jawabannya bisa didapatkan melalui wawancara atau dengan survei tertulis yang mengandung tingkat kepuasan dan komentar.

## **2.12 State Transition Diagram**

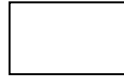
*State Transition Diagram* (STD) digunakan untuk menggambarkan urutan dan variasi layar yang dapat muncul ketika pengguna sistem mengunjungi terminal (Whitten et al., 2004). Pada mulanya, STD didesain untuk sistem yang real – time, seperti proses

kontrol, sistem switch telepon , sistem akusisi data kecepatan tinggi, perintah militer dan sistem kontrol. STD sekarang ini digunakan ketika waktu adalah yang menjadi intinya.

Komponen – komponen utama pada STD adalah :

1. *State*

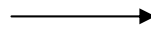
Disimbolkan dengan segiempat



*State* merepresentasikan tentang tindakan apa yang sedang dilakukan dan tindakan selanjutnya yang akan dilakukan.

2. *Transition*

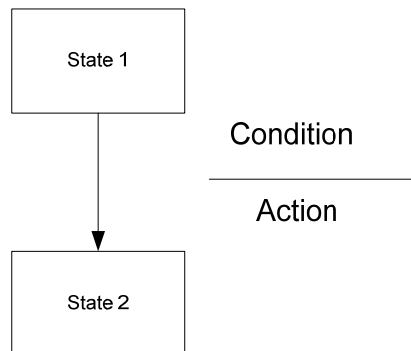
Disimbolkan dengan panah



*Transition* digunakan untuk menghubungkan antara satu state dengan state lainnya.

3. *Condition dan Action*

Disimbolkan dengan



### 2.13 Diagram alir (*Flowchart*)

Diagram alir (Whitten et al., 2004) adalah diagram yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta instruksinya. Diagram ini dinyatakan dengan simbol, dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu. Simbol – simbol yang

digunakan seperti segi empat, belah ketupat dan oval yang digunakan untuk menyatakan operasi, sedangkan hubungan antar proses digambarkan dengan garis penghubung.

Sebagai diagram grafis yang menunjukkan program atau sistem lainnya, *flowchart* berguna sebagai sarana pembantu untuk menunjukkan bagaimana bekerjanya program yang diusulkan serta sebagai sarana untuk memahami operasi-operasi dari sebuah program.



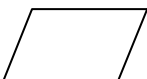
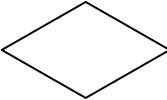



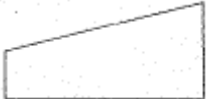


Dalam pembuatan *flowchart* tidak ada rumus yang bersifat mutlak, karena *flowchart* merupakan gambaran hasil pemikiran dalam menganalisa suatu masalah dengan komputer. Sehingga *flowchart* yang dihasilkan antara satu pemrogram dengan pemrogram lainnya dapat bervariasi.

Namun secara garis besar *flowchart* terdiri dari tiga bagian utama, yaitu :

- *Input*
- Proses
- *Output*

*Flowchart* disusun dengan simbol-simbol. Simbol ini dipakai sebagai alat bantu menggambarkan proses di dalam program.

Tabel 2.5 Simbol – simbol *Flowchart*

Notasi	Nama	Fungsi
	Proses	Proses perhitungan atau pengolahan data
	<i>Predefined</i> proses	Permulaan sub program / proses menjalankan sub program
	<i>Input / Output</i>	Proses input / output data
	<i>Decision</i>	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data dimana terdapat pilihan untuk menentukan langkah selanjutnya
	<i>Terminal</i>	Permulaan atau akhir program
	Garis alir	Arah aliran program
	<i>Preparation</i>	Proses inisialisasi / proses pemberian harga awal
	<i>Manual input</i>	Input dari pengguna
	<i>On-page connector</i>	Penghubung bagian-bagian <i>flowchart</i> yang berada pada satu halaman
	<i>Off-page connector</i>	Penghubung bagian – bagian <i>flowchart</i> yang berada pada halaman berbeda