BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

Jaringan syaraf tiruan (*Artificial Neural Network*) adalah salah satu bagian dari kecerdasan buatan (*Artificial Inteligence*). Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia. Istilah buatan ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran [1].

2.1.1 Komponen Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

Jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa komponen berikut [1]:

1. Neuron yaitu sel syaraf yang akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju neuron - neuron lain;
2. Bobot yaitu hubungan antar neuron;
3. *Neuron Layers* yaitu tempat dimana neuron - neuron akan dikumpulkan dalam lapisan - lapisan (*layer*).

Pada jaringan syaraf tiruan, neuron - neuron akan dikumpulkan dalam lapisan - lapisan (*layer*) yang disebut dengan lapisan neuron (*neuron layers*). Neuron - neuron pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan - lapisan sebelum dan sesudahnya. Informasi atau masukan yang diberikan pada jaringan syaraf akan dirambatkan dari lapisan ke lapisan, mulai dari lapisan masukan sampai ke lapisan keluaran melalui lapisan yang lainnya yang disebut dengan lapisan tersembunyi (*hidden layer*) [1].

Pada dasarnya karakteristik jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh:

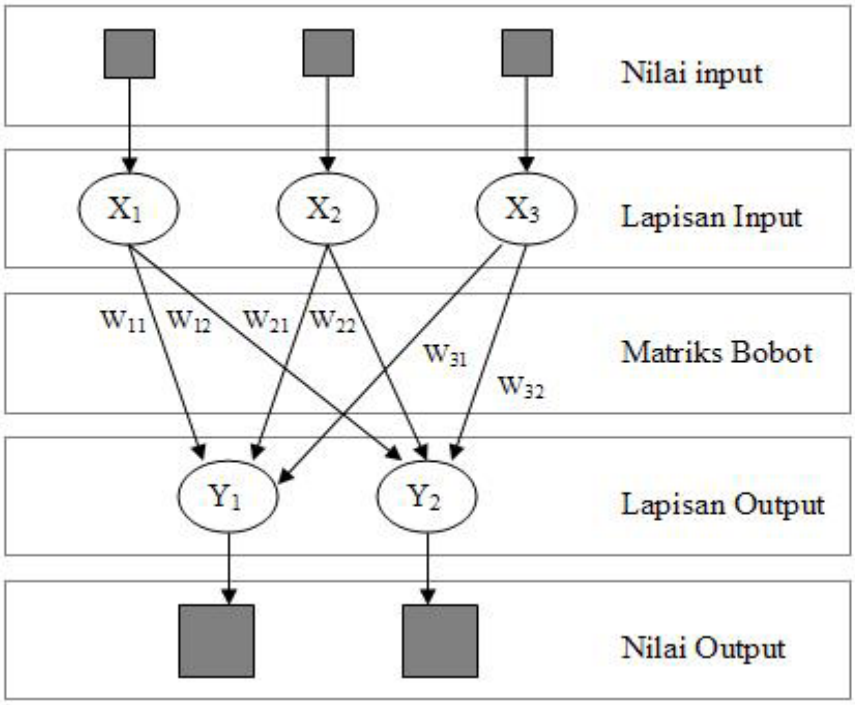
1. Pola hubungan antar neuron yang disebut sebagai arsitektur jaringan;
2. Metode penentuan bobot - bobot sambungan. Proses ini disebut dengan proses pembelajaran jaringan;
3. Fungsi aktivasi.

2.1.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

Faktor terpenting dalam menentukan kelakuan suatu neuron adalah fungsi aktivasi dan pola bobotnya. Pada setiap lapisan yang sama, neuron - neuron akan memiliki fungsi aktivasi yang sama. Bila neuron - neuron pada suatu lapisan (misal lapisan tersembunyi) akan dihubungkan dengan neuron - neuron pada lapisan lain (misal lapisan keluaran) maka setiap neuron pada lapisan tersebut (lapisan tersembunyi) juga harus dihubungkan dengan setiap neuron pada lapisan lainnya (lapisan keluaran). Terdapat tiga macam arsitektur jaringan syaraf tiruan, yaitu sebagai berikut [1]:

1. **Jaringan Dengan Lapisan Tunggal (*Single Layer Net*)**

   Dalam jaringan dengan lapisan tunggal ini, jaringan hanya memiliki satu buah lapisan saja dengan bobot - bobot terhubung dan jaringannya hanya menerima masukan yang kemudian secara langsung diolah menjadi keluaran tanpa harus melewati lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Arsitektur jaringan dengan lapisan tunggal (*single layer net*) seperti yang akan dijelaskan pada gambar 2.1.

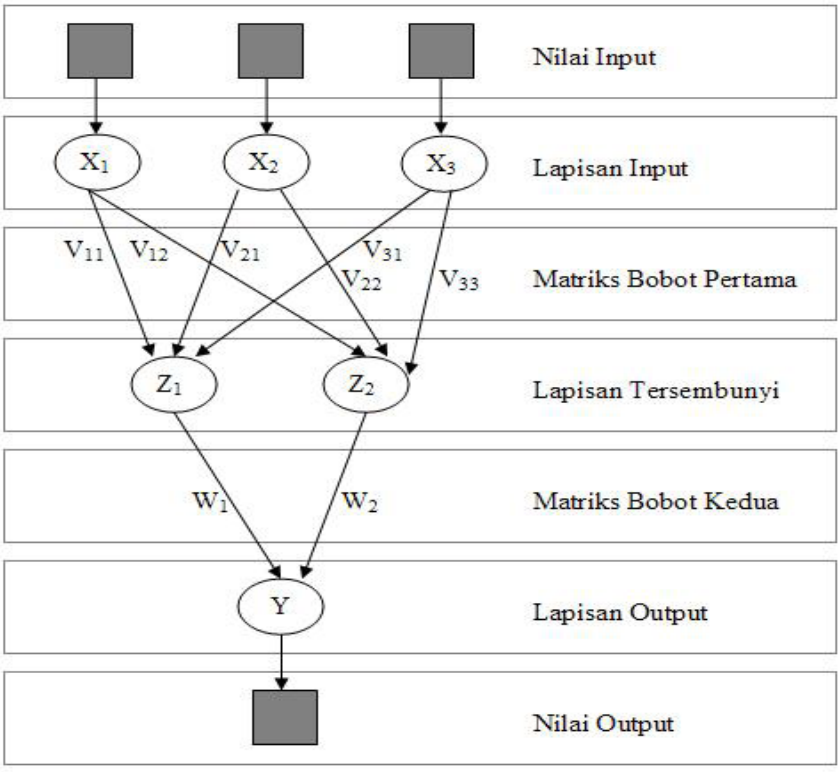


Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan dengan Lapisan Tunggal (*Single Layer Net*) [1]

Pada gambar 2.1, terlihat bahwa neuron - neuron pada kedua lapisan saling berhubungan. Semua unit masukan akan dihubungkan dengan setiap unit keluaran. Hubungan antara dua neuron tersebut ditentukan oleh bobot yang bersesuaian.

2. Jaringan Dengan Banyak Lapisan (*Multi Layer Net*)

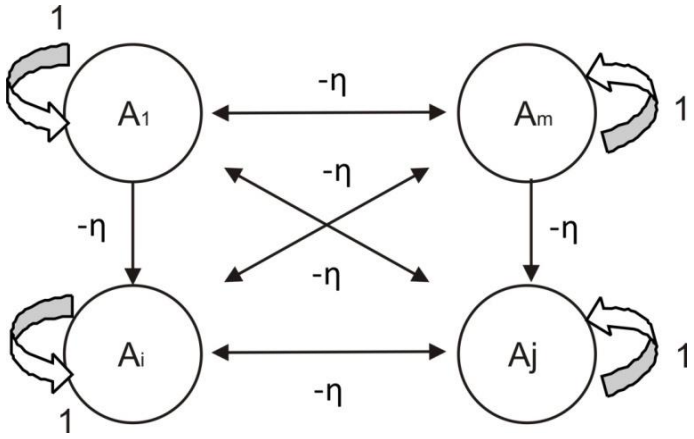
Pada jaringan dengan banyak lapisan ini, jaringan memiliki satu atau lebih lapisan yang letaknya diantara lapisan masukan dan lapisan keluaran dan jaringan ini terdapat lapisan yang berbobot yang letaknya berada diantara dua lapisan yang bersebelahan. Arsitektur jaringan dengan banyak lapisan (*multi layer net*) seperti yang akan dijelaskan pada gambar 2.2. Jaringan ini juga dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit daripada lapisan tunggal. Pada banyak kasus, pembelajaran pada jaringan ini lebih sukses dalam menyelesaikan masalah.



Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan dengan Banyak Lapisan (*Multi Layer Net*) [1]

3. **Jaringan Dengan Lapisan Kompetitif (*Competitive Layer Net*)**

   Pada jaringan dengan lapisan kompetitif ini, umumnya hubungan antar neuronnya tidak diperlihatkan pada diagram arsitektur dan sekumpulan neuronnya bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif. Arsitektur jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer net*) seperti yang akan dijelaskan pada gambar 2.3 dengan bobot –η.



Gambar 2.3 Arsitektur jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer net*) [1]

2.1.3 Proses Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

Terdapat dua macam metode untuk proses pembelajaran pada jaringan syaraf tiruan yaitu sebagai berikut [1]:

1. **Metode Pembelajaran Terawasi (*Supervised Learning*)**

   Metode ini disebut terawasi jika data keluaran yang diharapkannya telah diketahui sebelumnya. Proses pembelajarannya yaitu satu pola masukan akan diberikan ke satu neuron pada lapisan masukan. Pola ini akan dirambatkan di sepanjang jaringan syaraf hingga sampai ke neuron pada lapisan keluaran. Lapisan keluaran ini akan membangkitkan pola keluaranyang nantinya akan dicocokkan dengan pola keluaran targetnya. Jika terjadi perbedaan antara pola keluaran hasil pembelajaran dengan pola target, maka akan muncul *error*. Jika nilai *error* nya masih cukup besar, maka diindikasikan bahwa masih

perlu dilakukan lebih banyak pembelajaran lagi. Metode - metode yang termasuk dalam pembelajaran terawasi adalah *hebb rule*, *perceptron*, *delta rule*, *backpropagation*, *learning vector quantization*, *hetroassociative memory* dan *bidirectional associative memory*.

2. **Metode Pembelajaran Tak Terawasi (*Unsupervised Learning*)**

   Metode pembelajaran tak terawasi merupakan metode pembelajaran yang tidak memerlukan target keluaran. Pada metode ini, tidak dapat ditentukan hasil yang seperti apakah yang diharapkan selama proses pembelajaran. Metode yang termasuk dalam metode pembelajaran tak terawasi ini adalah jaringan kohonen.

2.1.4 Fungsi Aktivasi

Mengaktifkan syaraf tiruan berarti mengaktifkan setiap neuron yang dipakai pada jaringan tersebut. Ada beberapa fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam jaringan syaraf tiruan, antara lain [1]:

1. **Fungsi Undak Biner (*Hard Limit*)**

   Fungsi undak biner sering digunakan pada jaringan dengan lapisan tunggal yang berfungsi untuk mengkonversi input dari suatu variabel yang bernilai kontinu ke suatu keluaran biner (0 atau 1). Fungsi undak biner (*hard limit*) dirumuskan sebagai berikut :

$$\boldsymbol{Y = \begin{cases} 0, jika\ x\ \leq 0 \\ 1, jika\ x\ > 0 \end{cases}}$$

2. **Fungsi Undak Biner (*Threshold*)**

   Fungsi ini sering disebut fungsi nilai ambang atau fungsi *Heaviside* yang dirumuskan sebagai berikut dengan nilai ambang 0 :

$$\boldsymbol{Y = \begin{cases} 0, jika\ x\ < \theta \\ 1, jika\ x\ \geq \theta \end{cases}}$$

3. **Fungsi Bipolar (*Symetric Hard Limit*)**

   Fungsi bipolar hampir sama dengan undek biner tetapi untuk keluaran yang dihasilkan berupa 1,0 atau -1. Fungsi bipolar dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = \begin{cases} \mathbf{1}, \boldsymbol{jika\ x} > \mathbf{0} \\ \mathbf{0}, \boldsymbol{jika\ x} = \mathbf{0} \\ -\mathbf{1}, \boldsymbol{jika\ x} < \mathbf{0} \end{cases}$$

4. **Fungsi Bipolar dengan *Threshold***

   Fungsi bipolar ini hampir sama dengan fungsi undak biner dengan *threshold*, hanya saja menghasilkan keluaran(*output*) berupa 1,0,-1. Fungsi bipolar dengan *Threshold* dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = \begin{cases} \mathbf{1}, \boldsymbol{jika\ x} \geq \boldsymbol{\theta} \\ -\mathbf{1}, \boldsymbol{jika\ x} < \boldsymbol{\theta} \end{cases}$$

5. **Fungsi Linear(identitas)**

   Fungsi linear memiliki nilai keluaran yang sama dengan nilai masukan yang dirumuskan dengan $= \boldsymbol{x}$.

6. **Fungsi *Saturating Linear***

   Fungsi ini akan bernilai 0 jika masukannya kurang dari $-\,^1/_2$ dan akan bernilai 1 jika masukannya lebih dari $^1/_2$. Jika nilai masukannya terletak antara $-\,^1/_2$ dan $^1/_2$, maka keluaran akan bernilai sama dengan nilai masukan ditambah $^1/_2$. Fungsi *Saturating Linear* dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = \begin{cases} \mathbf{1}, \boldsymbol{jika\ x} \geq \mathbf{0} \\ \boldsymbol{x} + \mathbf{0,5}, \boldsymbol{jika} -\mathbf{0,5} \leq \boldsymbol{x} \leq \mathbf{0,5} \\ \mathbf{0}, \boldsymbol{jika\ x} \leq \mathbf{0} \end{cases}$$

7. **Fungsi *Symetric Saturating Linear***

   Fungsi *Symetric Saturating Linear* dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = \begin{cases} 1, jika\ x \geq 0 \\ x, jika -1 \leq x \leq 1 \\ -1, jika\ x \leq -1 \end{cases}$$

8. **Fungsi Sigmoid Biner**

   Fungsi sigmoid biner digunakan untuk jaringan syaraf yang dilatih dengan menggunakan metode *backpropagation*. Fungsi sigmoid biner dirumuskan sebagai berikut :

$$y = f(x) = \frac{1}{(1 + e^{\alpha x})}$$

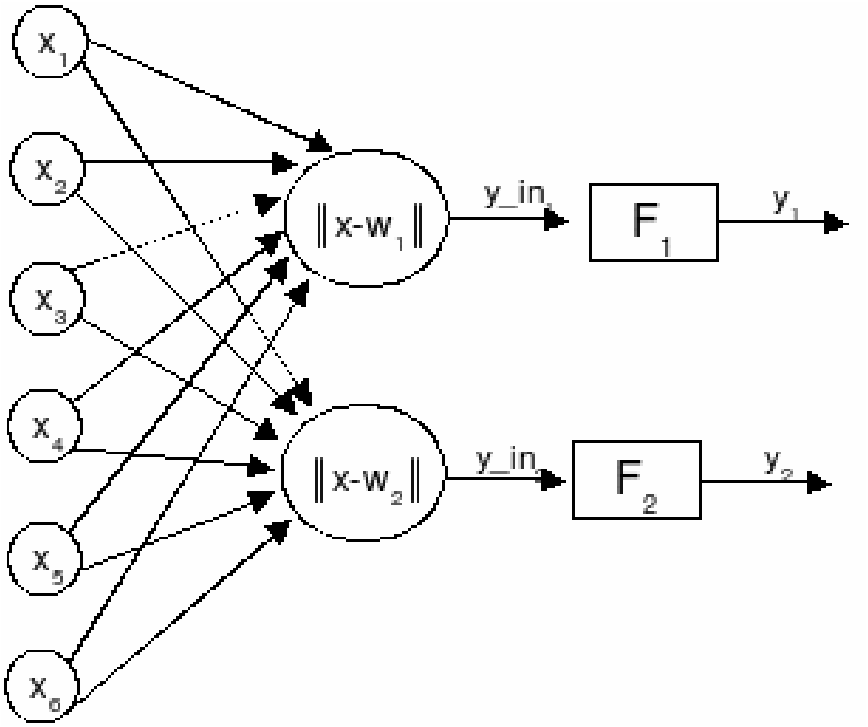
9. **Fungsi Sigmoid Bipolar**

   Hasil keluaran dari fungsi sigmoid biner memiliki *range* antara 1 sampai -1. Fungsi sigmoid bipolar dirumuskan sebagai berikut :

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{(1 + e^{-x})}$$

2.2 *Learning Vector Quantization*

Learning vector quantization merupakan suatu metode untuk melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Suatu lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengelompokkan vektor - vektor masukan. Kelas - kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor - vektor masukan. Jika dua vektor masukan mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor masukan tersebut ke dalam kelas yang sama. Untuk setiap unit keluaran akan mewakili sebuah kelas. *Learning vector quantization* termasuk jaringan syaraf dengan tipe arsitektur jaringan lapis - tunggal umpan-maju (*Single Layer Feedforward*) yang terdiri atas lapisan masukan dan lapisan keluaran [1]. Gambar arsitektur jaringan *learning vector quantization* akan dijelaskan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Arsitektur Jaringan *Learning Vector Quantization* [1]

Keterangan :

X_1-X_6	:	Data masukan
W	:	Vektor Bobot
W_1	:	Vektor bobot yang menghubungkan setiap neuron pada lapisan masukan ke neuron pertama pada lapisan keluaran
W_2	:	Vektor bobot yang menghubungkan setiap neuron pada lapisan masukan ke neuron kedua pada lapisan keluaran
X-W	:	Perhitungan yang bertindak sebagai badan sel
F	:	Fungsi Aktivasi
Y	:	Data keluaran

Berikut ini algoritma pembelajaran metode *learning vector quantization* [1]:

1. Tetapkan nilai - nilai :
    a. Bobot awal (W_{ij}); i = bobot ke-i; j = variabel masukan bobot ke-j;
    b. Maksimum iterasi (epoh) : MaxEpoh;
    c. Parameter *learning* rate(α);
    d. *Error* minimum yang diharapkan (Eps).
2. Masukan nilai - nilai :
    a. Masukan : x(m,n); m = menunjukkan data ke-m; n = menunjukkan variabel masukan ke-n;
    b. Target : T(1,n);
3. Tetapkan kondisi awal :
    a. epoh=0;
    b. err=1.
4. Kerjakan jika : (epoh < MaxEpoh) atau (α > eps)
    a. epoh = epoh+1;
    b. Kerjakan untuk i=1 sampai n
        i. Tentukan J sedemikian hingga $||Xi - Wj||$ minimum (sebut sebagai Cj);.....(2.1)
        ii. Perbaiki W_j dengan ketentuan :
            - Jika T = Cj maka :
              Wj(baru)=Wj(lama)+α[Xi-Wj(lama)];.....(2.2)
            - Jika T ≠ Cj maka :
              Wj(baru)=Wj(lama)–α[Xi-Wj(lama)];.....(2.3)
    c. Kurangi nilai (α) = α – α*0,1;.....(2.4)

Keterangan rumus :

T : Target;

J : Jumlah selisih antara data ke-m dan bobot;

C : Kelas selisih bobot terkecil;

W : Bobot;

α : Rasio Pembelajaran;

x : Data.

2.3 Anak Berbakat (*Gifted Child*)

Pengertian anak berbakat(*gifted child*) menurut Joseph Renzulli adalah anak yang memiliki potensi kecerdasan atau intelegensi, kreatifitas dan tanggung jawab terhadap tugas (*task commitment*) diatas anak – anak seusianya. Sehingga untuk mewujudkan potensinya menjadi prestasi nyata memerlukan pelayanan pendidikan khusus. Joseph Renzulli (1986) yang mengemukakan sebuah konsep yang dikenal dengan istilah "*Three-Ring Conception*" menyatakan bahwa perilaku berbakat mencerminkan satu interaksi di antara tiga kelompok dasar sifat manusia [5]:

1. **Kemampuan di atas rata-rata**

   Kemampuan umum ini diukur dengan tes inteligensi (WISC), tes prestasi(*achievement test*) dan tes bakat (*aptitude test*).

2. **Kreativitas**

   Kemampuan untuk memberikan gagasan baru dan menerapkannya dalam pemecahan masalah. Kreativitas ini meliputi ciri - ciri kognitif (aptitude) seperti kelancaran, kelulusan (flesibilitas), dan keaslian (orisinalitas) dalam pemikiran, maupun ciri - ciri afektif (*non-aptitude*) seperti rasa ingin tahu, senang mengajukan pertanyaan, dan selalu ingin mencari pengalaman baru.

3. **Tanggung jawab atau pengikatan diri terhadap tugas**

   Hal ini menunjuk pada semangat dan motivasi untuk mengerjakan dan menyelesaikan suatu tugas. Suatu pengikatan diri dari dalam diri.

Menurut Renzulli, anak berbakat adalah mereka yang memiliki atau berkemampuan mengembangkan gabungan ketiga kelompok sifat tersebut dan mengaplikasikannya pada bidang kinerja kemanusiaan yang bernilai [6].

Pengertian Renzulli ini kemudian ditambahkan oleh JF Monks yaitu apabila potensi keberbakatan seperti yang disebutkan oleh Renzulli tidak

mendapatkan dukungan yang memadai dari lingkungan, keluarga dan sekolah, maka keberbakatan(*giftedness*) itu juga akan sulit terwujud. Konsep Renzulli-Mönks ini yang merupakan konsep dasar selanjutnya yang masih digunakan hingga saat ini. Selanjutnya Mönks juga menambahkan lagi karakteristik kecerdasan istimewa dengan konsep bahwa kecerdasan istimewa sebagai konsep dinamis [7].

Sedangkan pengertian keberbakatan istimewa(*giftedness*) menurut Linda Silverman yang dikembangkan oleh *the columbus group* adalah suatu pola perkembangan yang tidak sinkron (tidak serasi) pada individu - individu tertentu, dimana didalamnya terkombinasi suatu tingkat kemampuan kognitif yang sangat maju yang disertai dengan intensitas emosi (kedalaman perasaan) yang sangat kuat, yang pada akhirnya menciptakan suatu pola pengalaman dan kesadaran dalam diri individu - individu tersebut yang secara kualitatif sangat berbeda dengan anak - anak lain yang seusianya. Ketidakserasian ini akan semakin meningkat dengan semakin tingginya kapasitas intelektual yang mereka miliki. Keunikan seperti inilah yang pada akhirnya mempersyaratkan adanya suatu pola pengasuhan, pengajaran, dan pembimbingan yang khusus agar proses tumbuh kembang mereka dapat berjalan dengan optimal(The Columbus Group, 1991).

2.3.1 Tipe Anak Berbakat(*Gifted Child*)

Tipe anak berbakat(*gifted child*) yang sampai saat ini masih sering digunakan adalah tipe anak berbakat(*gifted child*) menurut Betts & Neihart. Tipe anak berbakat(*gifted child*) dibagi menjadi enam tipe yaitu [7]:

2.3.1.1 *The Successfuls*

Menurut Betts & Neihart, anak - anak berbakat(*gifted childs*) yang teridentifikasi sebanyak 90 % adalah dari kelompok tipe ini. Anak – anak pada tipe ini dapat terpilih dan mendapatkan tempat dalam program pendidikan anak berbakat(*gifted child*). Mereka tidak mengalami masalah dalam pergaulan karena perkembangan sosial emosinya sangat baik. Adapun gejala - gejala berdasarkan perilaku dan sosial emosi dari tipe *the successfuls* dijelaskan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Gejala – gejala *The Successfuls* Berdasarkan Perilaku dan Sosial Emosi [8]

No	Gejala	
	Perilaku	**Sosial Emosi**
1	Berprestasi	Cepat bosan
2	Baik dalam akademis	Konsep diri yang positif
3	Mencari pengakuan orang	Cemas
4	Bukan pengambil resiko	Suka merasa bersalah
5	Bisa menerima dan menyesuaikan	Motivasi yang eksentrik
6	Tidak mandiri	Bertanggung jawab kepada orang lain
7	-	Mengurangi perasaan diri dan membenarkan emosi mereka
8	-	Mempunyai sifat mencela diri sendiri

2.3.1.2 *The Challanging*

The challanging adalah tipe anak berbakat (*gifted child*) yang sangat berbeda dengan tipe *the successfuls*. Biasanya kelompok anak berbakat (*gifted child*) tipe ini tidak teridentifikasi oleh pihak sekolah. Hal ini dikarenakan perilaku serta sosial emosinya tidak begitu baik. Kelompok anak berbakat(*gifted child*) tipe ini adalah kelompok anak yang mempunyai risiko tinggi karena sering luput dari perhatian, tidak ditangani dengan baik yang dapat berakibat pada putus sekolah, perilaku bermasalah, dan masuk ke dalam sirkuit kenakalan remaja dan penyalahgunaan obat terlarang. Adapun gejala - gejala berdasarkan perilaku dan sosial emosi dari tipe *the challanging* dijelaskan pada tabel 2.2 sampai tabel 2.3.

Tabel 2.2 Gejala – gejala *The Challanging* Berdasarkan Perilaku dan Sosial Emosi [8]

No	Gejala	
	Perilaku	**Sosial Emosi**
1	Menentang guru	Cepat bosan
2	Suka menanyakan aturan	Frustrasi
3	Jujur dan terus terang	Kesadaran harga diri yang rendah
4	Moodnya tidak menentu	Tidak sabaran
5	Melakukan pekerjaan yang tidak tetap	Membela diri sendiri
6	Kreatif	Sangat sensitif
7	Tetap pada keyakinannya	Tidak yakin perannya dalam bersosialisasi

Tabel 2.3 Gejala – gejala *The Challanging* Berdasarkan Perilaku dan Sosial Emosi [8] (Lanjutan)

No	Gejala	
	Perilaku	**Sosial Emosi**
8	Bersaing	-
9	Tidak menunjukkan prestasi yang baik	-
10	Sering terlibat konflik	-

2.3.1.3 *The Underground*

The underground merupakan tipe yang menyembunyikan talentanya. Jika mereka ditekan oleh guru dan orang tua yang menuntutnya agar kembali menekuni pelajaran dan meraih kembali prestasinya, terserah bagaimana perasaan dan emosi si anak, ini dapat menyebabkan konflik bagi si anak. Adapun gejala - gejala berdasarkan perilaku dan sosial emosi dari tipe *the underground* dijelaskan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Gejala – gejala *The Underground* Berdasarkan Perilaku dan Sosial Emosi [8]

No	Gejala	
	Perilaku	**Sosial Emosi**
1	Menyembunyikan kemampuan	Cemas
2	Menjauh dari orang-orang yang mendukungnya	Tidak yakin perannya di dalam bergaul
3	Menolak tantangan	Tertekan
4	Ingin memiliki hubungan sosial	Bingung
5	Berganti - ganti teman	Suka merasa bersalah
6	-	Merasa tidak aman
7	-	Mengurangi perasaan diri dan membenarkan emosi mereka

2.3.1.4 *The Dropouts*

Anak – anak berbakat(*gifted childs*) kelompok ini, sekalipun sebetulnya mempunyai potensi yang tinggi, namun mereka tidak mendapatkan dukungan dari sekolah dan tidak berprestasi. Kelompok anak berbakat(*gifted child*) tipe ini adalah anak – anak berbakat(*gifted childs*) yang merupakan tipe *the challanging* yang tidak mendapatkan perhatian dan penanganan dengan baik, dan berlanjut

pada kefrustasian dan depresi. Adapun gejala - gejala berdasarkan perilaku dan sosial emosi dari tipe *the dropouts* dijelaskan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Gejala – gejala *The Dropouts* Berdasarkan Perilaku dan Sosial Emosi [8]

No	Gejala	
	Perilaku	**Sosial Emosi**
1	Jarang hadir di kelas	Dendam
2	Tidak bisa menyelesaikan tugasnya	Marah
3	Terbujuk dengan ketertarikan dari luar	Tertekan
4	Suka bermimpi dalam kelas	Suka marah tiba-tiba
5	Mengasingkan diri sendiri	Konsep diri yang negatif
6	Kreatif	Membela diri sendiri
7	Suka mengkritik diri sendiri dan orang lain	Frustasi
8	Melakukan pekerjaan yang tidak tetap	-
9	Pengganggu	-
10	Berada di tengah atau di bawah anak – anak yang lain	-
11	Tidak berprestasi	-

2.3.1.5 *The Double Labeled*

Anak berbakat(*gifted child*) tipe ini adalah mereka yang mempunyai gangguan secara fisik, secara emosional, ataupun yang mengalami gangguan belajar(*Learning Disabilities*). Sering kali mereka tidak menunjukkan prestasi sebagaimana anak berbakat(*gifted child*), karenanya mereka lebih sering tidak teridentifikasi sebagai anak berbakat(*gifted child*). Adapun gejala - gejala berdasarkan perilaku dan sosial emosi dari tipe *the double labeled* dijelaskan pada tabel 2.6 sampai dengan tabel 2.7.

Tabel 2.6 Gejala – gejala *The Double Labeled* Berdasarkan Perilaku dan Sosial Emosi [8]

No	Gejala	
	Perilaku	**Sosial Emosi**
1	Melakukan pekerjaan yang tidak tetap	Tidak berdaya
2	Berada di tengah atau di bawah anak – anak yang lain	Frustrasi
3	Pengganggu	Kesadaran harga diri yang rendah
4	Tulisan tangannya jelek	Tidak menyadari kemampuannya
5	Tidak bisa menyelesaikan tugasnya	Marah

Tabel 2.7 Gejala – gejala *The Double Labeled* Berdasarkan Perilaku dan Sosial Emosi [8] (Lanjutan)

No	Gejala	
	Perilaku	**Sosial Emosi**
6	Tidak berprestasi	Merasa tidak dihargai
7	-	Merasa tidak dibantu
8	-	Merasa diasingkan

2.3.1.6 *The Autonomous Learner*

Adapun gejala - gejala berdasarkan perilaku dan sosial emosi dari tipe *the double labeled* dijelaskan pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 Gejala – gejala *The Autonomous Learner* Berdasarkan Perilaku dan Sosial Emosi [8]

No	Gejala	
	Perilaku	**Sosial Emosi**
1	Memiliki kemampuan bersosialisasi yang baik	Percaya diri
2	Mandiri	Menerima diri sendiri
3	Membuat tujuannya sendiri	Antusias
4	Bekerja tanpa meminta ijin	Diterima oleh orang lain
5	Mengikuti area yang sangat disukainya	Menerima orang lain
6	Kreatif	Didukung dengan positif
7	Tetap pada keyakinannya	Ingin tahu dan belajar yang tinggi
8	Pengambil resiko	Bisa menerima kegagalan
9	Efektif dalam bekerja	Motivasi yang instrinsik
10	Mempunyai jiwa kepemimpinan yang besar	Kekuatan pribadi
11	-	Konsep diri yang positif

2.3.2 Pola Perkembangan Anak Berbakat(*Gifted Child*)

Pola perkembangan seorang anak berbakat(*gifted child*) dapat dipahami melalui penampilannya. Pola perkembangan itu adalah sebagai berikut [7] :

a. Perkembangannya mempunyai skala yang besar;
b. Mempunyai lompatan perkembangan;
c. Mengalami disinkronitas atau asinkronitas perkembangan.

2.3.2.1 Perkembangannya Mempunyai Skala yang Besar

Menurut Dabrowski menjelaskan tentang perkembangan yang *overexcitibility* berbagai aspek tumbuh kembang individu *gifted*, yang meliputi aspek: psikomotor, sensual, intelektual, imajinasi, dan emosi. Seorang anak berbakat(*gifted child*) berkembang dalam kondisi yang sangat sensitif dalam beberapa area. Ia mempunyai stimulus - respons yang sangat berbeda dengan norma normal. Kelima area tersebut akan bereaksi lebih kuat dan lama daripada anak normal. Kelima area itu adalah sebagai berikut [7]:

a. Psikomotor

Anak berbakat umumnya mempunyai perkembangan psikomotor yang besar. Selalu bergerak dan banyak energi, cepat dan banyak bicara serta membutuhkan jam tidur yang lebih sedikit daripada anak normal. Perkembangan rasa ingin tahu yang juga besar menyebabkan anak-anak ini sangat tinggi tingkat aktivitasnya dan mempunyai bidang minatan yang luas atau banyak. Masa kecil anak-anak ini sering disangka anak hiperaktif dan gangguan konsentrasi. Ia kesulitan dalam memproritaskan tugas mana yang penting dan yang kurang penting.

b. Sensual

Overexcitbilities sensual ini sering ditandai dengan menyukai hal-hal yang merangsang sensorisdan bereaksi sangat kuat terhadap input sensori yang negatif. Ia sangat sensitif terhadap cahaya dan suara yang keras. Tetapi, ia memiliki kesadaran yang kuat terhadap estetika.

c. Imajinasi

Perkembangan imajinasi yang besar ditandai dengan kemampuan berpuisi yang dalam dengan bahasa yang indah, selalu memimpikan sesuatu, kuat dalam berpikir visual, banyak menggunakan bahasa yang bermetafora, suka melamun dan sangat menyukai cerita - cerita dongeng.

d. Intelektual

Perkembangan intelektual yang besar ditandai dengan menyukai latihan otak dengan puzzle, menyukai untuk mengikuti penjelasan yang kompleks serta menyukai berbagai penjelasan. Umumnya anak - anak ini sudah bisa membaca dan berhitung sendiri sebelum anak - anak lain bisa melakukannya.

e. Emosional

Anak berbakat(*gifted child*) memiliki perkembangan emosi dengan intensitas yang kuat dan dengan range yang luas, dalam, sangat empati, mudah merasa iba serta sangat sensitif. Ia mudah melontarkan humor, tetapi sering kali juga merasa tersakiti.

2.3.2.2 Mempunyai Lompatan Perkembangan

Anak berbakat(*gifted child*) akan mengalami tahapan perkembangan dari satu fase ke fase lain dengan lompatan yang besar. Hal ini sering kali membuat kejutan bagi orang tua untuk menghadapinya. Anak berbakat(*gifted child*) benar - benar mengalami lompatan, yang terkadang ada satu fase yang dilewatinya sangat cepat. Contoh dalam menggambar, ia akan langsung melompat pada perkembangan tiga dimensi. Jika kemampuan menggambar tiga dimensi itu tidak disertai dengan kreativitas yang hanya akan menghasilkan gambar menjadi bentuk fantasi, maka disebut *visual realism*.

Visual realism biasanya terjadi pada penyandang autisme yang memiliki kemampuan visual yang tinggi. Pada anak berbakat(*gifted child*), ini akan berubah karena ke arah perkembangan menggambar yang penuh dengan fantasi, sehingga tidak dapat disebut sebagai *visual realism* lagi karena pada anak berbakat(*gifted child*) terdapat perkembangan kreativitas yang baik yang akan menghasilkan fantasi tersendiri dalam gambarannya [7].

2.3.2.3 *Disinkronitas* atau *Asinkronitas* Perkembangan

Disinkronitas perkembangan dapat menyangkut perkembangan antara anak berbakat(*gifted child*) dan sebayanya tetapi juga dapat menyangkut perkembangan antar berbagai aspek tumbuh kembang si anak itu sendiri. *Disinkronitas* perkembangan telah menyebabkan pola tumbuh kembangnya berbeda dengan anak - anak lainnya. *Disinkronitas* perkembangan ini dapat menyebabkan jurang perkembangan, mulai dari jurang yang dangkal hingga yang dalam. Ini dimaksudkan bahwa , sekali pun anak - anak berbakat ini mempunyai pola tumbuh kembang yang disinkroni, namun bentuk disinkroni itu dari satu anak berbakat(*gifted child*) ke anak berbakat(*gifted child*) yang lain tidak akan sama [7].

2.3.3 Autisme Dan *Giftedness*

Autisme adalah gangguan dari berbagai gejala mulai dari tidak bisa berbicara dan kemampuan kognitif yang terbatas untuk IQ yang tinggi dan minat dan kemampuan yang sangat fokus, termasuk *Sindrom Asperger*. Beberapa orang akan menunjukkan perilaku - perilaku menantang dan sebagian besar akan membutuhkan dukungan dan perawatan dari spesialis. Mereka yang memiliki IQ kurang dari 70 disebut sebagai fungsi rendah dan diklasifikasikan sebagai gangguan belajar. Mereka yang memiliki IQ di atas 70 diklasifikasikan sebagai fungsi tinggi. Anak laki - laki lebih mungkin didiagnosis dibandingkan anak perempuan dan autisme mempengaruhi semua latar belakang ras, etnis dan sosio-ekonomi. Beberapa anak dengan Gangguan Spektrum Autisme juga dapat berbakat, karena itu menjadi ganda atau dua kali luar biasa [9].

Banyak ciri - ciri dan karakteristik autisme yang tumpang tindih dengan karakteristik tertentu yang ditunjukkan oleh anak - anak berbakat(*gifted child*). seperti dijelaskan pada tabel 2.9 sampai dengan 2.10.

Tabel 2.9 Persamaan dan Perbedaan Autis dan *Giftedness* [10]

No.	Gangguan Spektrum Autis (*Autistic Spectrum Disorder*)	Keberbakatan Istimewa (*Giftedness*)
1	- Sulit untuk mengekspresikan emosi atau bentuk kasih sayang. - Menghindari adanya kontak mata, bersikap apatis dan mungkin tidak ingin dipeluk atau bermain dengan anak - anak lain.	- Mungkin menampilkan sifat - sifat seperti yang ada pada autis tetapi mereka akan berubah dan hanya dalam situasi tertentu. - Mereka bisa menjadi keras kepala, manipulatif dan menikmati dunia mereka sendiri. - Ketika disimpan dalam kelompok, beberapa mungkin mengisolasi diri secara bertujuan karena mereka tidak bisa berhubungan dengan kelompoknya.
2	Sekitar 40 persen dari anak-anak autis tidak pernah berbicara. Sebagian memiliki '*echolalia*' atau burung beo seperti mengulangi frase mendengar.	- Beberapa anak - anak berbakat dikagumkan dengan gaya bicara dan kata - kata. Mereka sering berbicara lebih awal dan tanpa bahasa bayi. - Banyak mengajarkan diri sendiri untuk membaca.
3	Anak – anak autis bisa memiliki suara monoton dan mengalami kesulitan untuk mengendalikan *pitch* dan *volume*	Anak - anak berbakat biasanya memiliki kemampuan bahasa yang fasih dan kosakata yang luas.
4	Anak – anak autis akan terlibat dalam permainan imajinatif tetapi mereka akan lebih menyukai kegiatan yang sama setiap kali, seperti berputar – putar, atau bermain lego yang sama.	- Anak - anak berbakat bisa menjadi obsesif tentang sesuatu dan ingin tahu segala sesuatu yang mereka bisa. - Mereka akan berpindah ketika mereka telah kehabisan topik. - Pengulangan akan membuat mereka bosan karena mereka ingin belajar lebih banyak tentang minat mereka.
5	- Anak – anak autis mungkin mengalami beberapa bentuk kepekaan sensorik dengan penglihatan, suara, bau, sentuhan dan rasa. - Perilaku – perilaku seperti hipersensitif, menyebabkan kecemasan atau rasa sakit fisik, atau *hipo-sensitive* (*under-sensitive*) dan kadang-kadang goyang, berputar atau mengepakkan tangan mereka untuk merangsang sensasi, membantu keseimbangan dan postur tubuh atau untuk mengatasi stres.	Anak – anak berbakat mungkin memiliki hipersensitivitas terhadap pakaian, suara, rasa, tekstur dan cahaya. Yang lainnya telah meningkatkan emosi dan empati dan dapat dipengaruhi oleh laporan berita dan situasi emosional.

Tabel 2.10 Persamaan dan Perbedaan Autis dan *Giftedness* [10] (Lanjutan)

No.	Gangguan Spektrum Autis (*Autistic Spectrum Disorder*)	Keberbakatan Istimewa (*Giftedness*)
6	Beberapa anak – anak autis dapat membaca kata - kata dan frase yang kompleks tetapi tidak dapat memahami konsonan dan vokal (lihat *Hyperlexia*)*	Anak – anak berbakat dapat membaca dan mengenali kata-kata yang kompleks tanpa pemahaman mereka karena kemampuan mereka mengajarkan diri sendiri untuk membaca. Mereka juga tertarik dengan membaca, sajak dan bahasa.*
7	- Anak – anak autis lebih menyukai memiliki rutinitas sehari - hari yang tetap untuk melawan situasi sulit dan membingungkan. - Rutinitas itu yaitu sekolah, belanja, bekerja. - Sebuah perubahan yang tidak direncanakan dalam rutinitas dapat menyebabkan kecemasan dan dapat menjadi penyebab dari marah-marah.	- Anak – anak berbakat dapat memiliki berbagai sifat obsesif dan melakukan ritual kecil, lebih suka hal-hal yang tersisa di tempat mereka. - Mereka bisa menjadi perfeksionis dan tidak menyukai perubahan. - Dapat memberikan tekanan berat pada diri mereka sendiri untuk mencapai dan memiliki ketakutan besar akan kegagalan. Hal ini dapat mengakibatkan kemarahan dan akan sering menampilkan kepribadian dan kebiasaan yang mengendalikan dan manipulatif, meskipun ini bisa diatasi dan diatur.

* *Hyperlexia* adalah kemampuan luar biasa untuk membaca, tetapi tidak selalu dengan pemahaman tentang apa arti kata - kata atau kalimatnya. Gangguan ini memiliki karakteristik yang mirip dengan autisme, gangguan perilaku, gangguan bahasa, gangguan emosional, ADD, gangguan pendengaran, keberbakatan istimewa atau kesulitan belajar [10].

Torrance mengklaim bahwa kita telah benar - benar mengabaikan pendidikan yang berbakat . Seperti sakit secara mental, anak - anak berbakat telah dianggap sebagai "misterius, di luar pemahaman manusia." Masalah mereka menerima sedikit perhatian karena diyakini bahwa sejak mereka memiliki potensi yang unggul, anak - anak berbakat akan menjaga diri mereka sendiri. Namun, banyak dari anak - anak ini menderita kesepian, kurangnya pemahaman, dan frustrasi .

Dalam keadaan ini, anak - anak berbakat(*gifted child*) adalah mereka yang melakukan jauh lebih baik daripada rekan - rekan mereka di sekolah . Albert einstein , edison thomas dan winston churchill akan berada di antara mereka yang tidak memenuhi syarat sebagai berbakat.

Kita mungkin memperluas definisi kita tentang anak berbakat yang berarti setiap orang muda yang berkembang dan berperilaku secara konsisten yang menunjukkan sifat - sifat yang tidak biasa, kapasitas - kapasitas dan prestasi-prestasi untuk anak seusianya. Ada berbagai jenis bakat pada anak - anak. Pengakuan perbedaan ini dapat mengurangi beberapa masalah yang dihadapi anak - anak berbakat(*gifted child*) dan dapat membantu mereka untuk mengembangkan potensi mereka sepenuhnya [11].

2.4 Masa Perkembangan

Perkembangan adalah serangkaian perubahan yang berlangsung secara terus - menerus dan bersifat tetap dari fungsi - fungsi jasmaniah dan rohaniah yang dimiliki individu menuju ke tahap kematangan melalui pertumbuhan, pematangan dan belajar.

Perkembangan menghasilkan bentuk - bentuk dan ciri - ciri kemampuan baru yang berlangsung dari tahap aktivitas yang sederhana ke tahap yang lebih tinggi. Perkembangan itu bergerak secara berangsur - angsur tetapi pasti, melalui suatu bentuk atau tahap ke bentuk atau tahap berikutnya.

Proses perkembangan merupakan suatu evolusi yang secara umum adalah sama pada setiap anak. Namun demikian, perbedaan - perbedaan individual dimungkinkan terjadi karena faktor - faktor pembawaan, pengalaman - pengalaman dalam lingkungan, dan faktor - faktor lainnya, seperti iklim, sosiologis, ekonomis dan sebagainya [12].

2.4.1 Fase Perkembangan

Pendapat para Ahli mengenai periodisasi yang bermacam - macam di atas dapat digolongkan dalam tiga bagian, yaitu [13]:

1. **Periodisasi yang berdasar biologis.**

   Periodisasi atau pembagian masa - masa perkembangan ini didasarkan kepada keadaan atau proses biologis tertentu. Pembagian *Aristoteles* didasarkan atas gejala pertumbuhan jasmani yaitu antara fase satu dan fase kedua dibatasi oleh pergantian gigi, antara fase kedua dengan fase ketiga ditandai dengan mulai bekerjanya kelenjar kelengkapan kelamin.

2. **Periodisasi yang berdasar psikologis.**

   Tokoh utama yang mendasarkan periodisasi ini kepada keadaan psikologis ialah *Oswald Kroch*. Beliau menjadikan masa - masa kegoncangan sebagai dasar pembagian masa - masa perkembangan, karena beliau yakin bahwa masa kegoncangan inilah yang merupakan keadaan psikologis yang khas dan dialami oleh setiap anak dalam masa perkembangannya.

3. **Periodisasi yang berdasar didaktis.**

   Pembagian masa - masa perkembangan sekarang ini seperti yang dikemukakan oleh Harvey A. Tilker, PhD dalam "*Developmental Psycology to day*"(1975) dan Elizabeth B. Hurlock dalam "*Developmental Psycology*"(1980) tampak sudah lengkap mencakup sepanjang hidup manusia sesuai dengan hakikat perkembangan manusia yang berlangsung sejak konsepsi sampai mati dengan pembagian periodisasinya sebagai berikut :

   1. **Masa Sebelum lahir *(Prenatal Period)***

      Masa ini berlangsung sejak terjadinya konsepsi atau pertemuan sel bapak dan ibu sampai lahir kira - kira 9 bulan 10 hari atau 280 hari. Masa sebelum lahir ini terbagi dalam tiga priode, yaitu :

      a. Periode telur(*zygote*), yang berlangsung sejak pembuahan sampai akhir minggu kedua;

b. Periode Embrio, dari akhir minggu kedua sampai akhir bulan kedua;
c. Periode Janin(*fetus*), dari akhir bulan kedua sampai bayi lahir.

2. Masa Bayi Baru Lahir *(New Born).*

Masa ini dimulai dari sejak bayi lahir sampai bayi berumur kira - kira 10 atau 15 hari. Dalam perkembangan manusia masa ini merupakan fase pemberhentian (*Plateau stage*) artinya masa tidak terjadi pertumbuhan atau perkembangan.

Ciri-ciri yang penting dari masa bayi baru lahir ini ialah :

- Periode ini merupakan masa perkembangan yang tersingkat dari seluruh periode perkembangan.
- Periode ini merupakan saat penyesuaian diri untuk kelangsungan hidup atau perkembangan janin.
- Periode ini ditandai dengan terhentinya perkembangan.
- Di akhir periode ini bila si bayi selamat maka merupakan awal perkembangan lebih lanjut.

3. Masa Bayi *(Babyhood).*

Masa ini dimulai dari umur 2 minggu sampai umur 2 tahun. Masa bayi ini dianggap sebagai periode kritis dalam perkembangan kepribadian karena merupakan periode di mana dasar - dasar untuk kepribadian dewasa pada masa ini diletakkan.

4. Masa Kanak-kanak Awal *(Early Chilhood).*

Awal masa kanak - kanak berlangsung dari 2 - 6 tahun. Masa ini dikatakan usia pra kelompok karena pada masa ini anak - anak mempelajari dasar - dasar perilaku sosial sebagai persiapan bagi kehidupan sosial yang lebih tinggi yang diperlukan untuk penyesuaian diri pada waktu masuk kelas 1 SD.

5. **Masa Kanak-kanak Akhir *(Later Chilhood)*.**

   Akhir masa kanak - kanak atau masa anak sekolah ini berlangsung dari umur 6 tahun sampai umur 12 tahun. Selanjutnya *Kohnstam* menamakan masa kanak - kanak akhir atau masa anak sekolah ini dengan masa intelektual, dimana anak - anak telah siap untuk mendapatkan pendidikan di sekolah dan perkembangannya berpusat pada aspek intelek. Adapun *Erikson* menekankan masa ini sebagai masa timbulnya "*sense of accomplishment*" di mana anak - anak pada masa ini merasa siap untuk menerima tuntutan yang dapat timbul dari orang lain dan melaksanakan atau menyelesaikan tuntutan itu. Kondisi inilah kiranya yang menjadikan anak - anak masa ini memasuki masa keserasian untuk bersekolah.

6. **Masa Puber *(Puberty)*.**

   Masa Puber merupakan periode yang tumpang tindih Karena mencakup tahun - tahun akhir masa kanak - kanak dan tahun - tahun awal masa remaja. Yaitu umur 11 atau 12 - 15 atau 16.

   Kriteria yang sering digunakan untuk menentukan permulaan masa puber adalah haid yang pertama kali pada anak perempuan dan mimpi basah pada anak laki - laki.

   Ada empat perubahan tubuh yang utama pada masa puber, yaitu:

   - Perubahan besarnya tubuh;
   - Perubahan proporsi tubuh;
   - Pertumbuhan ciri - ciri seks primer;
   - Perubahan pada ciri - ciri seks sekunder.

7. **Masa Dewasa Awal *(Early Adulthood)*.**

   Masa dewasa adalah periode yang paling penting dalam masa kehidupan, masa ini dibagi dalam tiga periode yaitu : Masa dewasa awal dari umur 21 - 40. Masa dewasa pertengahan, dari umur 40 - 60. dan masa akhir atau usia lanjut, dari umur 60 sampai mati.

Masa dewasa awal adalah masa pencaharian kemantapan dan masa reproduktif yaitu suatu masa yang penuh dengan masalah dan ketegangan emosional, periode isolasi sosial, periode komitmen dan masa ketergantungan, perubahan nilai - nilai, kreativitas san penyesuaian diri pada pola hidup yang baru.

8. **Masa Dewasa madya *(Middle Adulthood)*.**

   Masa dewasa madya ini berlangsung dari umur empat puluh sampai umur enam puluh tahun. Ciri - ciri yang menyangkut pribadi dan sosial pada masa ini antara lain :

   - Masa dewasa madya merupakan periode yang ditakuti dilihat dari seluruh kehidupan manusia;
   - Masa dewasa madya merupakan masa transisi, dimana pria dan wanita meninggalkan ciri - ciri jasmani dan prilaku masa dewasanya dan memasuki suatu periode dalam kehidupan dengan ciri - ciri jasmani dan prilaku yang baru;
   - Masa dewasa madya adalah masa berprestasi. Menurut *Erikson*, selama usia madya ini orang akan menjadi lebih sukses atau sebaliknya mereka berhenti (*stagnasi*);
   - Pada masa dewasa madya ini perhatian terhadap agama lebih besar dibandingkan dengan masa sebelumnya, dan kadang - kadang minat dan perhatiannya terhadap agama ini dilandasi kebutuhan pribadi dan sosial.

9. **Masa Usia Lanjut *(Later Adulthood)*.**

   Usia lanjut adalah periode penutup dalam rentang hidup seseorang. Masa ini dimulai dari umur enam puluh tahun sampai mati, yang di tandai dengan adanya perubahan yang bersifat fisik dan psikologis yang semakin menurun.

2.5 Algoritma

Algoritma adalah urutan logis langkah - langkah penyelesaian masalah secara sistematis [14].

Algoritma dapat ditulis dengan notasi :

1. Bagan alir (*flow chart*);
2. Kalimat-kalimat deskriptif;
3. *Pseudocode* yaitu gabungan antara bahasa alami dengan bahasa pemrograman.

Sebuah algoritma tidak hanya harus benar, tetapi juga harus efisien. Efisiennya sebuah algoritma diukur melalui waktu dan ruang memori (*space*) yang dibutuhkan untuk menjalankan. Algoritma yang efisien adalah algoritma yang dapat meminimumkan kebutuhan waktu dan ruang. Untuk itu, diperlukan analisis algoritma untuk dapat mengetahui performansi, keakuratan, optimasi serta efisiensi sebuah algoritma. Setiap algoritma memiliki nilai performansi yang berbeda-beda. Performansi suatu algoritma dapat diukur dengan menghitung nilai kompleksitas waktunya dimana setiap langkahnya akan dihitung [14].

2.5.1 Kompleksitas Algoritma

Kompleksitas algoritma adalah besaran yang dipakai untuk menerangkan model abstrak pengukuran waktu atau ruang. Ada dua macam kompleksitas algoritma yaitu kompleksitas waktu dan kompleksitas ruang [14]. Kompleksitas waktu asimptotik merupakan waktu yang dibutuhkan suatu algoritma menyelesaikan tiap langkahnya. Setiap algoritma memiliki kompleksitas waktu yang berbeda - beda. Komplesitas waktu asimptotik diperlukan untuk menghitung performansi suatu algoritma. Untuk menghitung kompleksitas waktu asimptotik suatu algoritma digunakanlah notasi “O-Besar” (*Big-O*) yang merupakan salah satu notasi kompleksitas waktu asimptotik. Definisi dari Big-O atau O(g(n)) adalah kumpulan semua fungsi yang *order of growth*-nya lebih kecil atau sama dengan g(n), sedangkan definisi dari *order of growth* adalah istilah yang dapat digunakan untuk pola varian jumlah masukan dalam suatu pengujian algoritma. Contoh :

$n \epsilon O(n^2); 100n + 5 \epsilon O(n^2)$ .....(2.5)

$\frac{1}{2}n(n-1)\epsilon O(n^2)$ .....(2.6)

$n^3 \notin O(n^2); 0{,}0001n^3 \notin O(n^2); n^4 + n + 1 \notin O(n^2)$ .....(2.7)

Perhitungan kompleksitas waktu asimptotik dengan menghitung nilai O-besar dari setiap instruksi di dalam algoritma dengan contoh dibawah ini, kemudian diterapkan teorema O-Besar.

1. Pengisian nilai (*assignment*), perbandingan, operasi aritmetik, *read*, *write*, pengaksesan elemen larik atau memilih *field* tertentu dari sebuah *record* membutuhkan waktu *O*(1).

read(x);	*O*(1)
x:=x+a[k];	*O*(1)+ *O*(1)+*O*(1)= *O*(1)
write(x);	*O*(1)

Kompleksitas waktu di atas adalah *O*(1) + *O*(1) + *O*(1) = *O*(1), didapat dari

O(1)+ *O*(1)+ *O*(1) = *O*(max(1,1))+ *O*(1)

= *O*(1)+ *O*(1) = *O*(max(1,1)) = *O*(1)

2. if c then s1 else s2. Membutuhkan waktu Tc + max(Ts1,Ts2).

```
read(x);                          O(1)
if x mod 2=0 then                 O(1)
   x←x+1;
O(1)
  write(x);                       O(1)
else
  write(x);                       O(1)
endif
```

Kompleksitas waktu asimptotik adalah *O*(1), didapat dari

= *O*(1) + *O*(1) + max (*O*(1)+ *O*(1), *O*(1))

= *O*(1) + max(*O*(1), *O*(1))

= *O*(1) + *O*(1)

= *O*(1)

3. Kalang for. Kompleksitas waktu kalang for adalah jumlah pengulangan dikali dengan kompleksitas waktu badan kalang.

```
for i←1 to n do
   jumlah ← jumlah + a_i                    O(1)
endfor
```

Kompleksitas waktu asimptotik adalah $n \,.\, O(1) = O(n \,.\, 1) = O(n)$, didapat dari

$= n.\, O(1)$

$= O(\text{n}) \,.\, O(1)$

$= O(\text{n})$

```
for i←1 to n do
  for  j ← 1 to n do
       a_ij  ← 0                          O(1)
  endfor
endfor
```

Kalang terdalam mempunyai kompleksitas waktu $O(n)$. Kalang terluar dikerjakan sebanyak n kali, sehingga kompleksitas waktu asimptotik seluruhnya adalah $n \,.\, O(n) = O(n \,.\, n) = O(n^2)$

```
for i←1 to n do
  for  j ← 1 to n do
       a ← a + 1                          O(1)
       b ← b - 2                          O(1)
  endfor
endfor
```

Kompleksitas waktu asimptotik adalah $O(n^2)$, didapat dari

Waktu untuk a ← a + 1 $= O(1)$

Waktu untuk b ← b - 2 $= O(1)$

Total waktu untuk badan kalang = $O(1) + O(1) = O(1)$

Waktu untuk kalang terdalam = i . $O(1) = O(\text{i}) \; . \; O(1) = O(i \; . \; 1) = O(i)$

Waktu untuk kalang terluar $= \sum_{i=1}^{n} O(i)$

$= O(\sum_{i=1}^{n} i)$

$= O\left(\frac{n(n+1)}{2}\right)$

$= O\left(\frac{n^2}{2} + \frac{n}{2}\right)$

$= O\left(\frac{n^2}{2}\right) = O(n^2)$

4. <u>while</u> c <u>do</u> s; dan <u>repeat</u> s <u>until</u> c; untuk kedua buah kalang, kompleksitas waktunya adalah jumlah pengulangan dikali dengan waktu badan c dan s.

i ← 2;	$O(1)$
<u>while</u> i ≤ n <u>do</u>	$O(1)$
jumlah ← jumlah+a_i	$O(1)$
i ← i +1	$O(1)$
<u>endwhile</u>	

Kompleksitas waktu asimptotik adalah $O(n)$, didapat dari

$= O(1) + (n\text{-}1) \; \{O(1)+O(1)+O(1)\}$

$= O(1) + (n\text{-}1) \; O(1)$

$= O(1) + O(n\text{-}1)$

$= O(1) + O(n)$

$= O(n)$

5. <u>case</u> A

   A= a_1 : S_1

   A= a_2 : S_2

   …

   A= a_n : S_n

   <u>endcase</u>

Membutuhkan waktu max(Ts_1, Ts_2,...,Tsn) yang dalam hal ini Ts_1, Ts_2,...,Tsn dan Ts_2 adalah kompleksitas waktu S1,S2,...,Sn

```
read(n)                                          O(1)
case n
   n mod 2 = 0 : for i ← 1 to n do
                     write (i * i)               O(1)
                 endfor
   n mod 2 = 1 : write('ganjil')                 O(1)
endcase
```

Berikut ini adalah pengelompokan algoritma berdasarkan notasi *O*-besar seperti dijelaskan pada tabel 2.11.

Tabel 2.11 Pengelompokan Algoritma Berdasarkan Notasi *O*-Besar [14]

Kelompok Algoritma	Nama
$O(1)$	Konstan
$O(\log n)$	logaritmik
$O(n)$	lanjar
$O(n \log n)$	n log n
$O(n^2)$	kuadratik
$O(n^3)$	kubik
$O(2^n)$	eksponensial
$O(n!)$	faktorial

Urutan spektrum kompleksitas waktu algoritma adalah :

$$\underbrace{O(1) < O(\log n) < O(n) < O(n \log n) < O(n^2) < O(n^3) < \cdots <}_{\text{algoritma polinomial}} \underbrace{O(2^n) < O(n!)}_{\text{algortima eksponensial}}$$

Penjelasan masing-masing kelompok algoritma seperti dijelaskan pada tabel 2.12 sampai dengan tabel 2.13.

Tabel 2.12 Kelompok Algoritma dan Penjelasannya [14]

Kelompok Algortima	Penjelasan
$O(1)$	Kompleksitas $O(1)$ berarti waktu pelaksanaan algoritma adalah tetap, tidak bergantung pada ukuran masukan. Algoritma yang termasuk kelompok ini adalah algoritma yang kebanyakan instruksinya dilaksanakan satu kali atau paling banyak beberapa kali. Contohnya prosedur tukar di bawah ini: procedure Tukar(input/output a, b : integer) { mempertukarkan nilai a dan b. Setelah pertukaran, a berisi nilai b dan b berisi nilai a semula. Masukan : a dan b Keluaran : a dan b } **Deklarasi** temp : integer **Algoritma** temp ← a a ← b b ← temp Di sini jumlah operasi penugasan (*assignment*) ada tiga buah dan tiap operasi dilakukan satu kali. Jadi, $T(n) = 3 = O(1)$.
$O(\log n)$	Kompleksitas waktu logaritmik berarti laju pertumbuhan waktunya berjalan lebih lambat daripada pertumbuhan n. Algoritma yang termasuk kelompok ini adalah algoritma yang memecahkan persoalan besar dengan mentransformasikannya menjadi beberapa persoalan yang lebih kecil yang berukuran sama (misalnya algoritma pencarian_biner). Di sini basis algoritma tidak terlalu penting sebab bila n dinaikkan dua kali semula, misalnya, log n meningkat sebesar sejumlah konstanta. Fungsi log n hanya meningkat menjadi dua kali semula jika n dinaikkan sebesar n^2 kali semula.
$O(n)$	Algoritma yang waktu pelaksanaannya lanjar umumnya terdapat pada kasus yang setiap elemen masukannya dikenai proses yang sama, misalnya algoritma pencarian_beruntun. Bila n dijadikan dua kali semula, maka waktu pelaksanaan algoritma juga dua kali semula.
$O(n \log n)$	Waktu pelaksanaan yang n log n terdapat pada algoritma yang memecahkan persoalan menjadi beberapa persoalan yang lebih kecil, menyelesaikan tiap persoalan secara independen, dan menggabung solusi masing-masing persoalan. Algoritma yang diselesaikan dengan teknik bagi dan gabung mempunyai kompleksitas asimptotik jenis ini. Bila n = 1000, maka n log n mungkin 20.000. Bila n dijadikan dua kali semual, maka n log n menjadi dua kali semula (tetapi tidak terlalu banyak).

Tabel 2.13 Kelompok Algoritma dan Penjelasannya [14] (Lanjutan)

Kelompok Algortima	Penjelasan
$O(n^2)$	Algoritma yang waktu pelaksanaannya kuadratik hanya praktis digunakan untuk persoalan yang berukuran kecil. Umumnya algoritma yang termasuk kelompok ini memproses setiap masukan dalam dua buah kalang bersarang, misalnya pada algoritma urut_maks. Bila n =1000, maka waktu pelaksanaan algoritma adalah 1.000.000. Bila n dinaikkan menjadi dua kali semula, maka waktu pelaksanaan algoritma meningkat menjadi empat kali semula.
$O(n^3)$	Algoritma kubik memproses setiap masukan dalam tiga buah kalang bersarang, misalnya algoritma perkalian matriks. Bila n = 100, maka waktu pelaksanaan algoritma adalah 1.000.000. Bila n dinaikkan menjadi dua kali semula, waktu pelaksanaan algoritma meningkat menjadi delapan kali semula.
$O(2^n)$	Algoritma yang tergolong kelompok ini mencari solusi persoalan secara "*brute force*", misalnya pada algoritma mencari sirkuit Hamilton. Bila n = 20, waktu pelaksanaan algoritma adalah 1.000.000. Bila n dijadikan dua kali semula, waktu pelaksanaan menjadi kuadrat kali semula!
$O(n!)$	Algoritma jenis ini memproses setiap masukan dan menghubungkannya dengan n – 1 masukan lainnya. Bila n = 5, maka waktu pelaksanaan algoritma adalah 120. Bila n dijadikan dua kali semula, maka waktu pelaksanaan algoritma menjadi faktorial dari 2n.

2.6 *Cross Validation*

Cross validation adalah salah satu cara untuk menemukan parameter terbaik dari satu model dengan cara menguji besarnya *error* pada tes. Dalam *cross validation*, kita bagi data ke dalam *k* sampel dengan ukuran yang sama. Kita gunakan *k*-1 sampel untuk pembelajaran dan 1 sampel sisanya untuk pengujian. Ini sering disebut dengan validasi *k-fold*. Contoh kasus, ada 10 *fold* data, kita menggunakan 9 *fold* untuk pembelajaran dan 1 *fold* sisanya untuk pengujian. Ini dilakukan untuk semua kemungkinan. Ada 10 kali pembelajaran dimana pada masing-masing pembelajaran ada 9 *fold* data untuk pembelajaran dan 1 *fold* digunakan untuk pengujian. Jika kita mempunyai 3 model, maka masing – masing model dicoba 10 kali pada setiap kombinasi pembelajaran -pengujian *fold* dan setiap satu *running* akan ditemukan *error* untuk data pengujian. Model yang memberikan rata – rata *error* kecil terkecil adalah model yang terbaik [15].

Dari pengujian yang dilakukan, dievaluasi dengan menggunakan *confusion matrix* untuk mengetahui tingkat kebenaran dari penelitian.

Confusion matrix mengandung informasi mengenai kelas asli dan kelas prediksi yang dilakukan oleh sebuah sistem pengklasifikasian. Cara kerja dari sistem – sistem pengklasifikasian seperti itu umumnya dievaluasi menggunakan data dalam bentuk matriks. Berikut adalah tabel *confusion matrix* dengan menggunakan 2 kelas yang seperti dijelaskan pada tabel 2.14.

Tabel 2.14 *Confusion Matrix* [16]

		Predicted Class	
		Negative	**Positive**
True Class	**Negative**	***a***	***b***
	Positive	***c***	***d***

Keterangan :

a : Jumlah dari hasil kelas negatif yang terdeteksi benar sebagai kelas negatif

b : Jumlah dari hasil kelas negatif yang terdeteksi salah sebagai kelas positif

c : Jumlah dari hasil kelas positif yang terdeteksi salah sebagai kelas negatif

d : Jumlah dari hasil kelas positif yang terdeteksi benar sebagai kelas positif

Ada beberapa syarat standar yang telah didefinisikan untuk matriks 2 kelas yaitu sebagai berikut [16]:

- Keakuratan (AC) adalah proporsi untuk jumlah prediksi yang benar. Keakuratan ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.8.

$$AC = \frac{a+d}{a+b+c+d} \quad \text{.....(2.8)}$$

- Tingkat positif benar (TP) adalah proporsi untuk kasus positif yang diidentifikasi benar. Tingkat positif benar dihitung dengan menggunakan persamaan 2.9.

$$TP = \frac{d}{c+d} \quad \text{.....(2.9)}$$

- Tingkat positif palsu (FP) adalah proporsi untuk kasus negatif yang diidentifikasi salah sebagai positif. Tingkat positif palsu dihitung dengan menggunakan persamaan 2.10.

$$FP = \frac{b}{a+b} \text{ .....(2.10)}$$

- Tingkat negatif benar (TN) adalah proporsi untuk kasus negatif yang diidentifikasi benar. Tingkat negatif benar dihitung dengan menggunakan persamaan 2.11.

$$TN = \frac{a}{a+b} \text{ .....(2.11)}$$

- Tingkat negatif palsu (FN) adalah proporsi untuk kasus positif yang salah diidentifikasi salah sebagai negatif. Tingkat negatif palsu dihitung dengan menggunakan persamaan 2.12.

$$FN = \frac{c}{c+d} \text{ .....(2.12)}$$

- Presisi (P) adalah proporsi untuk kasus positif meramalkan bahwa itu benar. Presisi dihitung dengan menggunakan persamaan 2.13.

$$P = \frac{d}{b+d} \text{ .....(2.13)}$$

- Jika jumlah kasus negatif jauh lebih besar daripada jumlah kasus positif maka untuk mengukur akurasinya menggunakan rumus – rumus sebagai berikut :

$$g - mean_1 = \sqrt{TP * P} \text{ .....(2.14)}$$

$$g - mean_2 = \sqrt{TP * TN} \text{ .....(2.15)}$$

$$F = \frac{(\beta^2+1)*P*TP}{\beta^2*P+TP} \text{ .....(2.16)}$$

Beta(β) mempunyai nilai dari 0 sampai tak hingga dan β digunakan untuk mengontrol bobot yang dimasukkan ke TP dan P. Setiap *classifier* dievaluasi dengan menggunakan persamaan 2.14, 2.15 atau 2.16 akan memiliki nilai ukuran 0, jika semua kasus positif diidentifikasi salah.

2.7 Simulasi

Simulasi merupakan suatu cara untuk menggambarkan ciri, tampilan, dan karakteristik dari suatu sistem nyata. Tujuan dari pembuatan simulasi adalah untuk meniru situasi dunia nyata secara matematis, kemudian mempelajari sifat dan karakter operasionalnya dan akhirnya membuat kesimpulan dan membuat keputusan berdasarkan hasil dari simulasi [17]. Kelebihan dari simulasi adalah sebagai berikut :

2.7.1 Klasifikasi Simulasi

Klasifikasi simulasi dibagi menjadi tiga dimensi, yaitu [17]:

1. **Model Simulasi Statik vs Dinamik**

   Model statik merupakan representasi sistem pada waktu tertentu. Pada simulasi ini, waktu tidak berperan. Contoh : model Monte Carlo.

   Sedangkan model dinamik merepresentasikan sistem dalam perubahannya terhadap waktu. Contoh : sistem conveyor di pabrik.

2. **Model Simulasi Deterministik vs. Stokastik**

   Model deterministik tidak memiliki komponen probabilistik (*random*) sedangkan model stokastik memiliki komponen masukan *random*, dan menghasilkan keluaran yang *random* pula.

3. **Model Simulasi Kontinu vs. Diskrit**

   Model kontinu adalah simulasi yang menunjukkan status berubah secara kontinu terhadap waktu. Contoh : gerakan pesawat terbang. Sedangkan model diskrit adalah simulasi yang menunjukkan status berubah secara instan pada titik - titik waktu yang terpisah. Contoh : jumlah *customer* di bank.

2.8 Pendekatan Berorientasi Objek

Pendekatan berorientasi objek adalah salah satu cara pendekatan pembangunan perangkat lunak yang menekankan pada solusi logika berbasis

objek. Pendekatan berorientasi objek akan memandang sistem yang akan dikembangkan sebagai suatu kumpulan objek yang berkorespondensi dengan objek – objek dunia nyata. Terdapat 4 konsep dasar dari pendekatan berorientasi objek yaitu :

1. **Abstraksi**

   Abstraksi menghilangkan sejumlah detail, fokus terhadap esensi dan terhadap "*is and does*" dari sebuah objek.

2. ***Encapsulation***

   Encapsulation melakukan pembungkusan atribut dan metode pada sebuah kelas.

3. ***Inheritance***

   Inheritance menyatakan pewarisan atribut atau metode dari *superclass* ke *subclass.*

4. ***Polimorphisme***

   Perbedaan konten metode yang ada pada dua buah objek atau lebih pada esensi metode yang sama.

2.9 *Unified Modeling Language*(UML)

Unified Modeling Language(UML) digunakan sebagai alat bantu dalam pemodelan di *object-oriented analysis and design*. *Unified Modeling Language*(UML) telah menjadi bagian penting dari pengembangan perangkat lunak sejak diperkenalkan pada tahun 1977. Keuntungan penting dari UML adalah konsistensi. Bagian dari konsistensi tersebut adalah penerapan model umum elemen – elemen di diagram yang berbeda. Diagram UML memiliki 2 tipe diagram, yaitu [18]:

a. Structural diagram

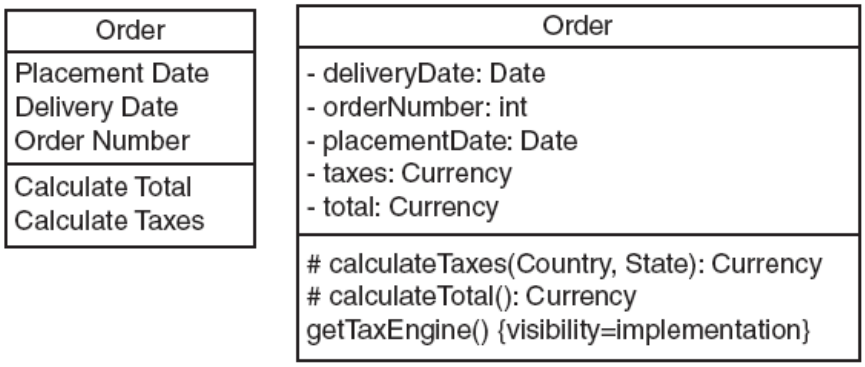
Structural diagram digunakan untuk mendeskripsikan relasi antar kelas. Diagram yang termasuk ke dalam tipe *structural diagram* adalah sebagai berikut:

1. ***Class Diagram***

Diagram kelas menunjukkan kelas – kelas dari sebuah sistem, hubungan timbal balik antar kelas, operasi dan atribut setiap kelas. Fungsi diagram kelas adalah sebagai berikut :

- Mengeksplorasi konsep domain dalam bentuk model domain;
- Menganalisis kebutuhan – kebutuhan dalam bentuk model analisis atau konseptual;
- Menggambarkan detail desain dari orientasi objek atau objek berdasarkan perangkat lunak.

Gambar diagram kelas akan dijelaskan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Class Diagram* [18]

Kelas biasanya digambarkan dalam bentuk pesegi panjang dengan tiga bagian utama yaitu bagian atas untuk nama kelas, bagian tengah untuk atribut dan bagian bawah untuk metode.

Atribut adalah informasi tentang suatu objek sedangkan metode adalah hal – hal yang objek atau kelas dapat lakukan. Kelas memiliki relasi dengan kelas lainnya. Terdapat 3 relasi yang ada pada diagram kelas yaitu asosiasi, *inheritance*, agregasi dan komposisi.

Diagram kelas memiliki jenis – jenis kelas yaitu sebagai berikut :

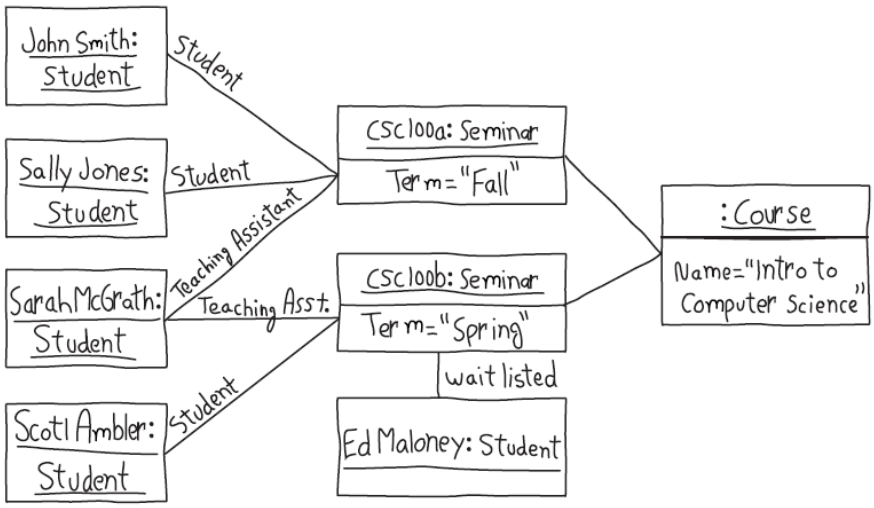
a. Kelas *main* adalah kelas yang memiliki fungsi awal dieksekusi ketika sistem dijalankan;
b. Kelas *view* adalah kelas yang mendefinisikan dan mengatur tampilan ke pemakai;
c. Kelas *controller* adalah kelas yang menangani fungsi – fungsi yang harus ada diambil dari pendefinisian *use case*;
d. Kelas model adalah kelas yang digunakan untuk membungkus data menjadi sebuah kesatuan yang diambil maupun disimpan ke basis data.

2. Object Diagram

Object diagram menggambarkan kasus dan hubungan pada suatu titik waktu. Fungsi dari *object diagram* adalah sebagai berikut :

- Mencari tahu contoh nyata objek dan hubungannya;
- Menjelaskan hubungan yang kompleks antar kelas;
- Menjadi masukan untuk menggambarkan diagram kelas UML.

Gambar *object diagram* akan dijelaskan pada gambar 2.6.



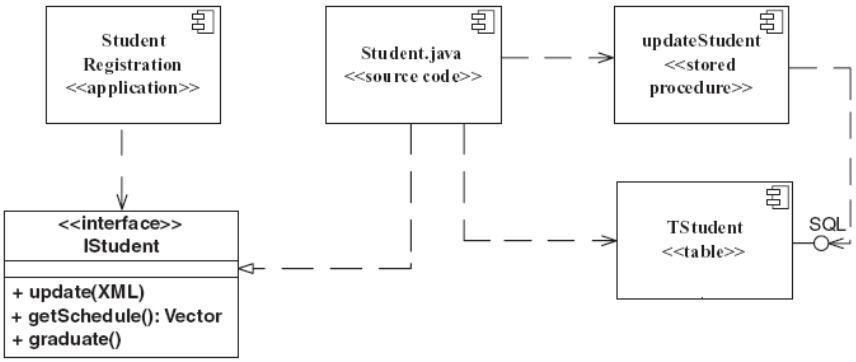
Gambar 2.6 *Object Diagram* [18]

3. Component Diagram

Component Diagram menunjukkan ketergantungan antara komponen perangkat lunak. Fungsi dari *component diagram* adalah sebagai berikut :

- Memodelkan desain level terbawah konfigurasi dari sistem;
- Memodelkan infrastruktur teknis;
- Memodelkan bisnis sistem.

Gambar *component diagram* akan dijelaskan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Component Diagram* [18]

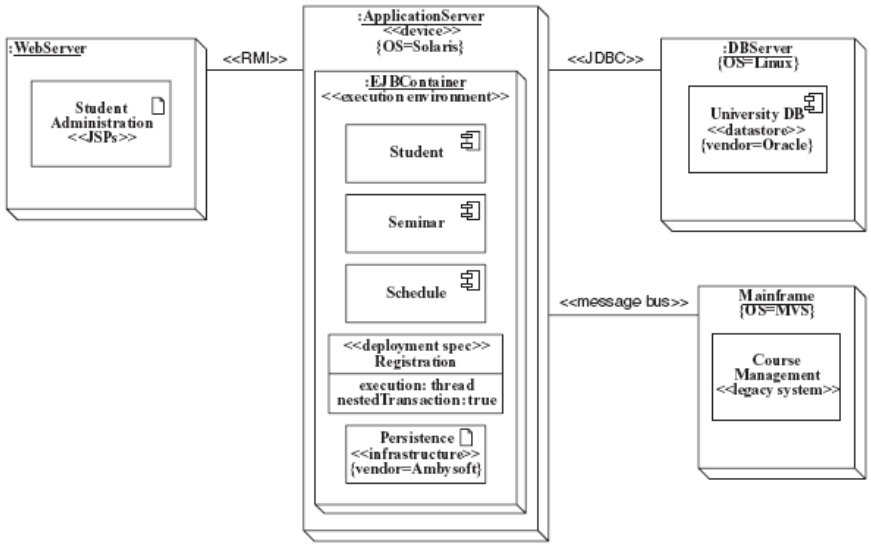
4. Deployment Diagram

Deployment diagram menggambarkan pandangan statis konfigurasi dari setiap perangkat keras dan perangkat lunak yang berjalan pada sistem tersebut. Fungsi dari *deployment diagram* adalah sebagai berikut :

- Mengeksplorasi isu yang terlibat dalam instalasi sistem yang dibuat;
- Mengeksplorasi ketergantungan sistem yang dibuat terhadap sistem lain yang saat ini berjalan terhadap lingkungan sistem;
- Menggambarkan konfigurasi penyebaran utama bisnis sistem;
- Desain konfigurasi *hardware* dan *software* dari sebuah sistem;

- Menggambarkan topologi fisik perangkat keras organisasi jaringan.

Gambar *deployment diagram* akan dijelaskan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Deployment Diagram* [18]

b. Behavior Diagram

Behavior diagram digunakan untuk mendeskripsikan interaksi antara aktor dan sebuah *use case* (bagaimana aktor menggunakan sistem). Diagram yang termasuk dalam *behavior diagram* adalah sebagai berikut [18] :

1. Use Case Diagram

Use Case Diagram menunjukkan hubungan antara aktor dan *use case* dalam sistem. Fungsi dari *use case diagram* adalah sebagai berikut :

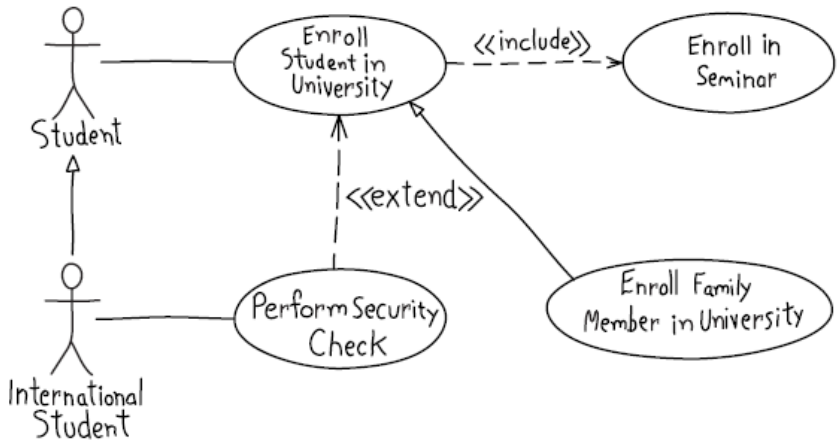
- Memberikan gambaran seluruh atau sebagian dari kebutuhan pengunaan untuk sistem dalam bentuk model bisnis;
- Mengkomunikasikan lingkup dari proyek pembangunan;
- Model analisis kebutuhan penggunaan dalam bentuk sistem model *use case*.

Sebuah model *use case* terdiri dari satu atau lebih diagram *use case* dan dokumen pendukung seperti skenario *use case* dan definisi aktor. Skenario use adalah alur proses dari setiap use case baik dari sisi aktor maupun sistem. Sedangkan aktor adalah orang atau sistem lain yang akan berinteraksi dengan sistem yang akan dibuat dan berada di luar dari sistem yang akan dibuat.

Terdapat 4 jenis relasi di dalam diagram *use case,* yaitu :

a) Asosiasi antara aktor dan sebuah *use case*;
b) Asosiasi antara dua *use case* (*include* dan *extend*);
c) Generalisasi antara dua aktor;
d) Generalisasi antara dua use case.

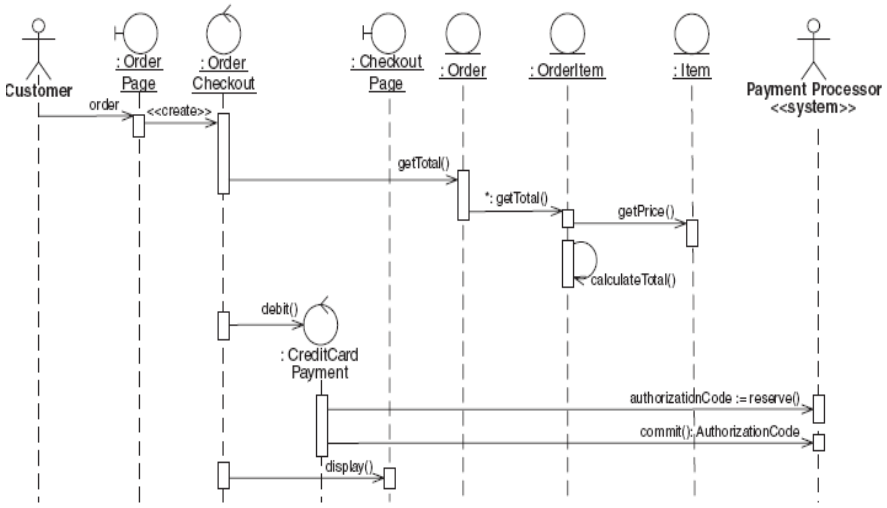
Gambar *use case diagram* akan dijelaskan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Use Case Diagram* [18]

2. Sequence Diagram

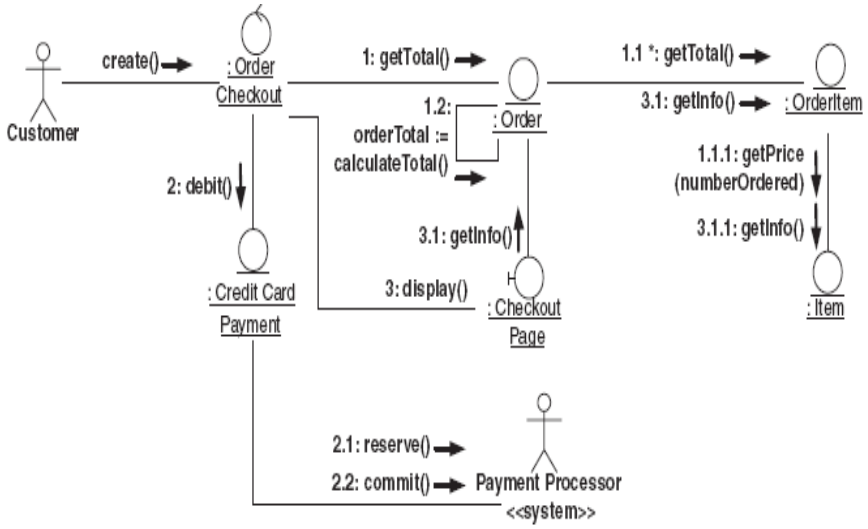
Sequence diagram digunakan untuk menggambarkan perilaku pada sebuah skenario. Fungsi *sequence diagram* untuk menunjukkan rangkaian pesan yang dikirim antara objek juga interaksi antara objek, sesuatu yang terjadi pada titik tertentu dalam eksekusi sistem. Gambar *sequence diagram* akan dijelaskan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Sequence Diagram* [18]

3. *Collaboration Diagram*

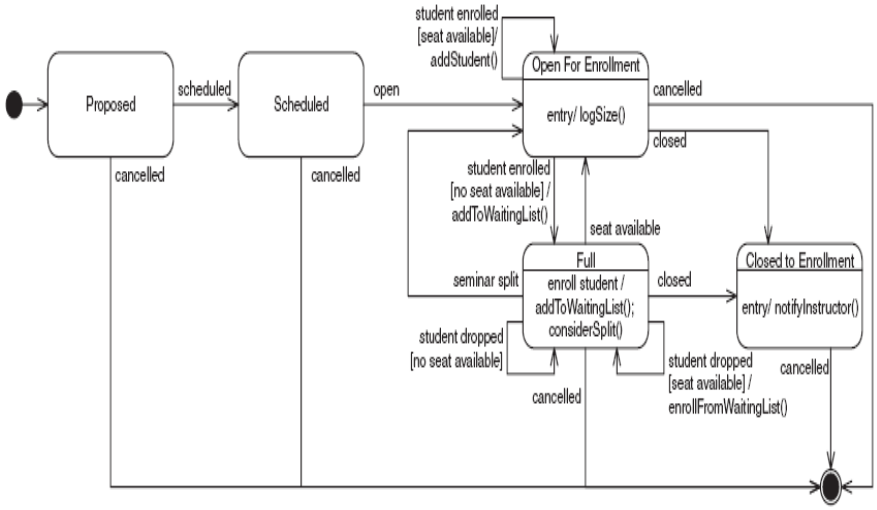
Collaboration diagram menggambarkan kolaborasi dinamis seperti *sequence diagram*. Dalam menunjukkan pertukaran pesan, *collaboration diagram* menggambarkan objek dan hubungannya. Jika penekannya pada waktu atau urutan, maka gunakan *sequence diagrams*, tetapi jika penekanannya pada konteks, maka gunakan *collaboration diagram*. Gambar *collaboration diagram* akan dijelaskan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Collaboration Diagram* [18]

4. *Statechart Diagram*

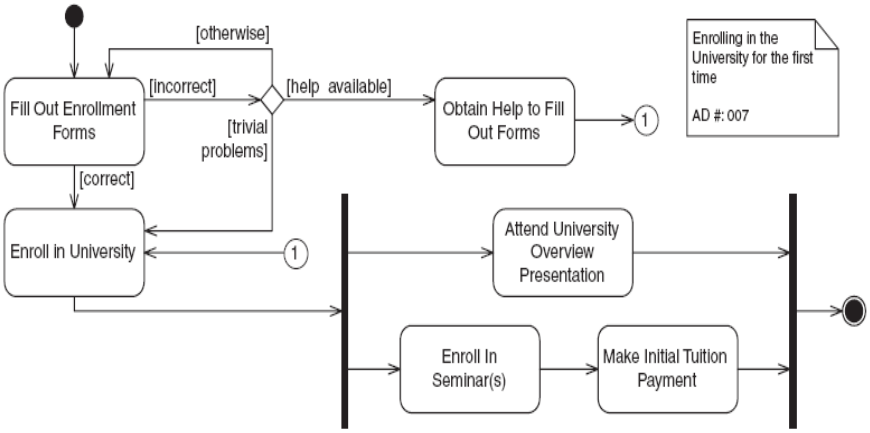
Statechart diagram menggambarkan semua *state* (kondisi) yang dimiliki oleh suatu objek dari suatu kelas dan keadaan yang menyebabkan *state* berubah. Kejadian dapat berupa objek lain yang mengirim pesan. *State class* tidak digambarkan untuk semua kelas, hanya yang mempunyai sejumlah *state* yang terdefinisi dengan baik dan kondisi kelas berubah oleh *state* yang berbeda. Gambar *statechart diagram* akan dijelaskan pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 *Statechart Diagram* [18]

5. *Activity Diagram*

Activity diagram menggambarkan rangkaian aliran dari aktivitas, digunakan untuk mendeskripsikan aktivitas yang dibentuk dalam suatu operasi sehingga dapat juga digunakan untuk aktivitas lainnya seperti *use case* atau interaksi. Gambar *activity diagram* akan dijelaskan pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 ***Activity Diagram*** **[18]**