BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Pada dasarnya SPK merupakan pengembangan lebih lanjut dari sistem informasi manajemen terkomputarisasi yang dirancang sedemikian rupa sehingga bersifat interaktif dengan pemakainya. Interaktif dengan tujuan untuk memudahkan integrasi antara berbagai komponen dalam proses pengambilan keputusan seperti Prosedur, Kebijakan, Analisis, Pengamanan dan wawasan manajer untuk mengambil keputusan yang lebih baik.

SPK adalah sistem yang dibangun untuk menyelesaikan berbagai masalah yang bersifat managerial atau organisasi perusahaan yang dirancang untuk mengembangkan efektifitas dan produktivitas para manajer untuk menyelesaikan masalah dengan bantuan teknologi komputer. Hal lainnya yang perlu dipahami adalah bahwa SPK bukan untuk menggantikan tugas manajer akan tetapi hanya sebagai bahan pertimbangkan bagi manajer untuk menentukan keputusan akhir.

Dalam menentukan suatu keputusan banyak faktor yang mempengaruhi pengambilan keputusan seorang pengambilan keputusan, sehingga dipandang perlu untuk mengidentifikasi berbagai faktor penting dan mempertimbangkan tingkat pengaruh suatu faktor dengan faktor yang lainnya sebelum mengambil keputusan akhir, oleh karena itu secara spesifik penulis akan membahas salah satu permasalahan

pada seleksi pemilihan kopi dengan langkah demi langkah dengan menggunakan metode SPK untuk menghasilkan keputusan akhir yang disebut solusi dari suatu masalah.

2.1.1 Konsep Dasar Sistem Pendukung Keputusan

Konsep SPK pertama kali diperkenalkan pada tahun 1970-an oleh Scott Morton. Scott Morton mendefinsikan SPK sebagai "Sistem berbasis komputer interaktif, yang membantu para pengambil keputusan untuk menggunakan data dan berbagai model untuk memecahkan masalah-masalah tidak terstruktur". SPK dirancang untuk menunjang seluruh tahapan pembuatan keputusan yang dimulai dari tahap mengidentifikasi masalah, memilih data yang relevan, menentukan pendekatan yang digunakan dalam proses pembuatan keputusan, sampai pada kegiatan mengevaluasi pemilihan alternatif.

2.2 Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk

Proses analisis kebijakan membutuhkan adanya kriteria sebelum memutuskan pilihan dan berbagai alternatif yang ada. Kriteria menunjukan definisi masalah dalam bentur yang konkret dan kadang dianggap sebagai sasaran yang akan dicapai (David Sawicki,1992) yang terdapat dalam buku SUR[6]. Analisis atas kriteria penilaian dilakukan untuk memperoleh seperangkat standar pengukuran, untuk kemudian dijadikan sebagai alat dalam membandingkan berbagai alternatif.

2.2.1 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 70 – an ketika di Warston school. Metode AHP merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam sistem pengambilan keputusan dengan memperhatikan faktor – faktor persepsi, preferensi, pengalaman dan intuisi. AHP menggabungkan penilaian – penilaian dan nilai – nilai pribadi ke dalam satu cara yang logis.

Analytic Hierarchy Process (AHP) dapat menyelesaikan masalah multikriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Masalah yang kompleks dapat di artikan bahwa kriteria dari suatu masalah yang begitu banyak (multikriteria),struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian pendapat dari pengambil keputusan, pengambil keputusan lebih dari satu orang, serta ketidakakuratan data yang tersedia. Menurut Saaty, "hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif". Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Metode ini adalah sebuah kerangka untuk mengambil keputusan dengan efektif atas persoalan dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan dengan memecahkan persoalan tersebut kedalam bagian – bagiannya, menata bagian atau variabel ini dalam suatu susunan hirarki, memberi nilai numerik pada pertimbangan subjektif tentang pentingnya tiap variabel dan mensintesis berbagai pertimbangan ini untuk menetapkan variabel yang mana yang memiliki prioritas paling tinggi dan bertindak untuk mempengaruhi hasil pada situasi tersebut. Metode ini juga menggabungkan kekuatan dari perasaan dan logika yang bersangkutan pada berbagai persoalan, lalu mensintesis berbagai pertimbangan yang beragam menjadi hasil yang cocok dengan perkiraan kita secara intuitif sebagaimana yang dipersentasikan pada pertimbangan yang telah dibuat.

Analytic Hierarchy Process (AHP) mempunyai landasan aksiomatik yang terdiri dari :

1. ***Reciprocal Comparison,*** yang mengandung arti si pengambil keputusan harus bisa membuat perbandingan dan menyatakan preferensinya. Preferensinya itu sendiri harus memenuhi syarat resiprokal yaitu kalau A lebih disukai dari B dengan skala *x,* maka B lebih disukai dari A dengan skala .

2. ***Homogenity,*** yang mengandung arti preferensi seseorang harus dapat dinyatakan dalam skala terbatas atau dengan kata lain elemen- elemennya dapat dibandingkan satu sama lain. Kalau aksioma ini tidak dapat dipenuhi maka elemen-elemen yang dibandingkan tersebut tidak homogenous dan harus dibentuk suatu'cluster' (kelompok elemen- elemen) yang baru.

3. ***Independence,*** yang berarti preferensi dinyatakan dengan mengasumsikan bahwa kriteria tidak dipengaruhi oleh alternatif-alternatif yang ada melainkan oleh objektif secara keseluruhan. Ini menunjukkan bahwa pola ketergantungan atau pengaruh dalam model AHP adalah searah keatas, Artinya perbandingan antara elemen-elemen dalam satu level dipengaruhi atau tergantung oleh elemen-elemen dalam level di atasnya.

4. ***Expectations,*** artinya untuk tujuan pengambilan keputusan, struktur hirarki diasumsikan lengkap. Apabila asumsi ini tidak dipenuhi maka si pengambil keputusan tidak memakai seluruh kriteria dan atau objektif yang tersedia atau diperlukan sehingga keputusan yang diambil dianggap tidak lengkap.

Tahapan – tahapan pengambilan keputusan dalam metode AHP pada dasarnya adalah sebagai berikut :

1. Mendefenisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan\
2. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan kriteria-kriteria dan alternatif - alternatif pilihan yang ingin di rangking.
3. Membentuk matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat diatas. Perbandingan dilakukan berdasarkan pilihan atau *judgement* dari pembuat keputusan dengan menilai tingkat-tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya.
4. Menormalkan data yaitu dengan membagi nilai dari setiap elemen di dalam matriks yang berpasangan dengan nilai total dari setiap kolom.
5. Menghitung nilai *eigen vector* dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten maka pengambilan data (preferensi) perlu diulangi. Nilai *eigen vector* yang dimaksud adalah nilai *eigen vector* maksimum yang diperoleh dengan menggunakan matlab maupun dengan manual.
6. Mengulangi langkah, 3, 4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.

7. Menghitung *eigen vector* dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai *eigen vector* merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini untuk mensintetis pilihan dalam penentuan prioritas elemen pada tingkat hirarki terendah sampai pencapaian tujuan.

8. Menguji konsistensi hirarki. Jika tidak memenuhi dengan CR < 0,100 maka penilaian harus diulangi kembali.

2.2.2 Prinsip Dasar *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Dalam menyelesaikan persoalan dengan metode AHP ada beberapa prinsip dasar yang harus dipahami antara lain :

1. Decomposition

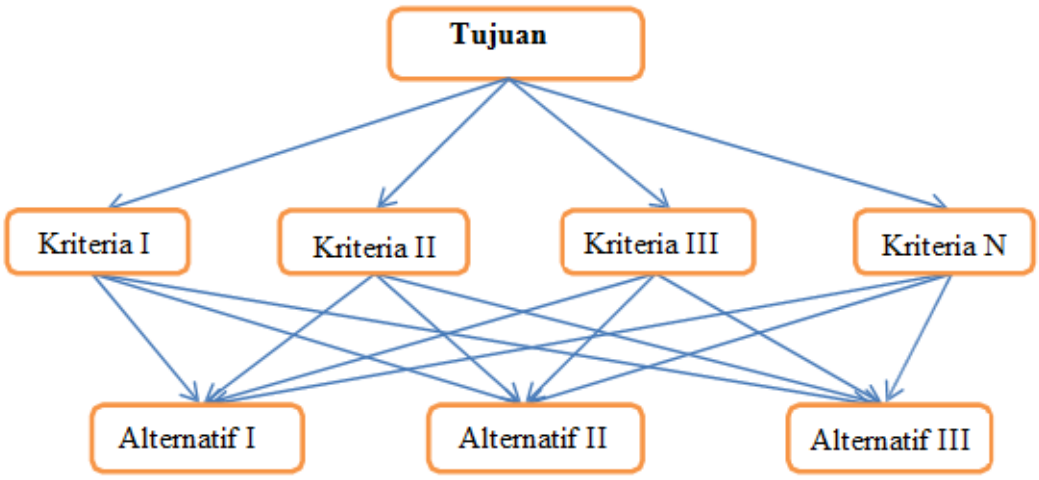
Pengertian *decomposition* adalah memecahkan atau membagi problema yang utuh menjadi unsur – unsurnya ke bentuk hirarki proses pengambilan keputusan, dimana setiap unsur atau elemen saling berhubungan. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, pemecahan dilakukan terhadap unsur – unsur sampai tidak mungkin dilakukan pemecahan lebih lanjut, sehingga didapatkan beberapa tingkatan dari persoalan yang hendak dipecahkan. Struktur hirarki keputusan tersebut dapat dikategorikan sebagai *complete* dan *incomplete.* Suatu hirarki keputusan disebut *complete* jika semua elemen pada suatu tingkat memiliki hubungan terhadap semua elemen yang

ada pada tingkat berikutnya, sementara hirarki keputusan *incomplete* kebalikan dari hirarki complete. Bentuk struktur *dekomposisi* yakni :

Tingkat pertama : Tujuan keputusan

(Goal) Tingkat kedua : Kriteria – kriteria

Tingkat ketiga : Alternatif – alternatif



Gambar 2.1 Struktur Hierarki

Hirarki masalah disusun untuk membantu proses pengambilan keputusan dengan memperhatikan seluruh elemen keputusan yang terlibat dalam sistem. Sebagian besar masalah menjadi sulit untuk diselesaikan karena proses pemecahannya dilakukan tanpa memandang masalah sebagai suatu sistem dengan suatu struktur tertentu.

2. Comparative Judgement

Comparative judgement dilakukan dengan penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkatan diatasnya. Penilaian ini merupakan inti dari AHP karena akan berpengaruh terhadap urutan prioritas dari elemen – elemennya. Hasil dari penilaian ini lebih mudah disajikan dalam bentuk *matriks pairwise comparisons* yaitu matriks perbandingan berpasangan memuat tingkat preferensi beberapa alternatif untuk tiap kriteria. Skala preferensi yang digunakan yaitu skala 1 yang menunjukkan tingkat yang paling rendah (*equal importance*) sampai dengan skala 9 yang menujukkan tingkatan paling tinggi (*extreme importance*).

3. Synthesis of Priority

Synthesis of priority dilakukan dengan menggunakan *eigen vector* method untuk mendapatkan bobot relatif bagi unsur – unsur pengambilan keputusan.

4. Logical Consistency

Logical consistency merupakan karakteristik penting AHP. Hal ini dicapai dengan mengagresikan seluruh *eigen vector* yang diperoleh dari berbagai tingkatan hirarki dan selanjutnya diperoleh suatu vektor

composite tertimbang yang menghasilkan urutan pengambilan keputusan.

2.2.2.1 Penyusunan Prioritas

Setiap elemen yang terdapat dalam hirarki harus diketahui bobot relatifnya satu sama lain. Tujuan adalah untuk mengetahui tingkat kepentingan pihak – pihak yang berkepentingan dalam permasalahan terhadap kriteria dan struktur hirarki atau sistem secara keseluruhan.

Langkah pertama dilakukan dalam menentukan prioritas kriteria adalah menyusun perbandingan berpasangan, yaitu membandingkan dalam bentuk berpasangan seluruh kriteria untuk setiap sub sistem hirarki. Perbadingan tersebut kemudian ditransformasikan dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan untuk analisis numerik.

Misalkan terhadap sub sistem hirarki dengan kriteria *C* dan sejumlah *n* alternatif dibawahnya, A_i sampai A_n. Perbandingan antar alternatif untuk sub sistem hirarki itu dapat dibuat dalam bentuk matris *n x n*, seperti pada dibawah ini.

Tabel 2.2 Matriks Perbandingan Berpasangan

C	A_1	A_2	---	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	---	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	---	a_{2n}
:	:	:	---	:
A_m	a_{m1}	a_{m2}	---	a_{mn}

Nilai adalah nilai perbandingan elemen (baris) terhadap (kolom) yang menyatakan hubungan :

a. Seberapa jauh tingkat kepentingan (baris) terhadap kriteria *C* dibandingkan dengan (kolom) atau

b. Seberapa jauh dominasi (baris) terhadap (kolom) atau

c. Seberapa banyak sifat kriteria *C* terdapat pada (baris) dibandingkan dengan (kolom).

Nilai numerik yang dikenakan untuk seluruh perbandingan diperoleh dari skala perbandingan 1 sampai 9 yang telah ditetapkan oleh Saaty, seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Tingkat	Definisi	Keterangan
1	Sama	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama.
3	Agak lebih penting yang	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu
5	cukup penting	Pengalaman dan keputusan menunjukkan kesukaan
7	Sangat penting	Pengalaman dan keputusan menunjukkan kesukaan

9	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya, pada tingkat keyakinan tertinggi.
2,4,6,8	nilai tengah diantara dua nilai keputusan yang berdekatan	Bila kompromi dibutuhkan
Resiprokal	Kebalikan	Jika elemen *i* memiliki salah satu angka dari skala perbandingan 1 sampai 9 yang telah ditetapkan oleh Saaty ketika dibandingkan dengan elemen *j*, maka *j* memiliki kebalikannya ketika dibandingkan dengan elemen *i*
rasio	rasio yang didapat langsung dari	

Seorang *decision maker* akan memberikan penilaian, mempersepsikan ataupun memperkirakan kemungkinan dari suatu hal/peristiwa yang dihadapi. Penilaian tersebut akan dibentuk kedalam matriks berpasangan pada setiap level hirarki.

Contoh Pair – Wise Comparison Matrix pada suatu level of hierarchy, yaitu :

$$A = \begin{array}{c} \\ K \\ L \\ M \\ N \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} K & L & M & N \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 3 & 7 & 9 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{6} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{7} & 6 & 1 & 5 \\ \frac{1}{9} & 4 & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

Baris 1 kolom 2 : Jika K dibandingkan L, maka K sedikit lebih penting/cukup penting dari L yaitu sebesar 3, artinya K moderat pentingnya daripada L, dan seterusnya.

Angka 3 bukan berarti bahwa K tiga kali lebih besar dari L, tetapi K moderat importance dibandingkan dengan L, sebagai ilustrasi perhatikan matriks resiprokal berikut ini :

$$A = \begin{array}{c} \\ K \\ L \\ M \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} K & L & M \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{7} & 9 \\ 7 & 1 & 4 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

Membacanya/membandingkannya, dari kiri ke kanan. Jika K dibandingkan dengan L, maka L *very strong importance* daripada K dengan nilai judgement sebesar 7.

Dengan demikian pada baris 1 kolom 2 diisi dengan kebalikan dari 7 yakni . Artinya, K

dibanding L maka L lebih kuat dari K. Jika K dibandingkan dengan M, maka K extreme importance daripada M dengan nilai judgement sebesar 9. Jadi baris 1 kolom 3 diisi dengan 9, dan seterusnya.

2.2.3 Eigen value dan Eigen vector

Apabila pengambil keputusan sudah memasukkan persepsinya atau penilaian untuk setiap perbandingan antara kriteria – kriteria yang berada dalam satu level (tingkatan) atau yang dapat diperbandingkan maka untuk mengetahui kriteria mana yang paling disukai atau paling penting, disusun sebuah matriks perbandingan disetiap level (tingkatan).

Untuk melengkapi pembahasan tentang *eigen value* dan *eigen vector* maka akan diberikan definisi – definisi mengenai matriks dan vector.

1. Matriks

Matriks adalah sekumpulan elemen berupa angka/simbol tertentu yang tersusun dalam baris dan kolom berbentuk persegi. Suatu matriks biasanya dinotasikan dengan huruf kapital ditebalkan (misal matriks A, dituliskan dengan A). Sebagai contoh matriks, perhatikan tabel yang

memuat informasi biaya pengiriman barang dari 3 pabrik ke 4 kota berikut ini :

Tabel 2.4 Biaya Pengiriman Barang Dari Pabrik ke Kota

Pabrik	Kota			
	Kota 1	Kota 2	Kota 3	Kota 4
Pabrik 1	5	2	1	4
Pabrik 2	2	3	6	5
Pabrik 3	7	6	3	2

Tabel ini jika disajikan dalam bentuk matriks akan menjadi seperti berikut :

$$\begin{matrix} Kolom\ 1 & Kolom\ 2 & Kolom\ 3 & Kolom\ 4 \end{matrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 5 & 2 & 1 & 4 \\ 2 & 3 & 6 & 5 \\ 7 & 6 & 3 & 2 \end{bmatrix} \begin{matrix} Baris\ 1 \\ Baris\ 2 \\ Baris\ 3 \end{matrix}$$

Matriks A memiliki tiga baris yang mewakili informasi Pabrik (1, 2, dan 3) dan empat kolom yang mewakili informasi Kota (1, 2, 3, dan 4). Sedangkan informasi biaya pengiriman dari masing – masing pabrik ke tiap – tiap kota, diwakili oleh perpotongan baris dan kolom. Sebagai contoh, perpotongan baris 1 dan kolom 1 adalah 5, angka 5 ini menunjukkan informasi biaya pengiriman dari pabrik 1 ke kota 1, dan seterusnya.

Secara umum, bentuk matriks A dapat dituliskan seperti berikut:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \end{bmatrix}$$

dimana, pada notasi elemen matriks, angka sebelah kiri adalah informasi baris sedangkan angka di kanan adalah informasi kolom, contoh a23 berarti nilai yang diberikan oleh baris ke dua dan kolom ke tiga. Jika informasi baris dinotasikan dengan *m* dan informasi kolom dengan *n* maka matriks tersebut berukuran (ordo) *m x n*. Matriks dikatakan bujur sangkar (*square matrix*) jika *m = n.* Dan skalar – skalarnya berada di baris ke-*i* dan kolom ke-*j* yang disebut (*ij*) matriks entri.

2. Vektor dari *n* dimensi

Suatu vector dengan *n* dimensi merupakan suatu susunan elemen – elemen yang teratur berupa angka – angka sebanyak *n* buah, yang disusun baik menurut baris, dari kiri ke kanan (disebut vektor baris atau *Row Vector* dengan ordo *1 x n*) maupun menurut kolom, dari atas ke bawah (disebut vektor kolom atau *Colomn Vector* dengan ordo *n x 1*). Himpunan semua vektor dengan *n* komponen dengan entri riil dinotasikan dengan $\boldsymbol{R^n}$.

3. *Eigen value* dan *Eigen Vector*

Definisi : Jika A adalah matriks *n x n* maka vector tak nol x di dalam $\boldsymbol{R^n}$ *d*inamakan *Eigen Vector* dari A jika A*x* kelipatan scalar λ , yakni

$$Ax = \lambda x$$

scalar λ dinamakan eigen value dari A dan x dikatakan *eigen vektor* yang bersesuaian dengan λ. Untuk mencari *eigen value* dari matriks **A** yang berukuran *n x n* maka dapat ditulis pada persamaan berikut :

$$Ax = \lambda x$$

Atau secara ekivalen

$$(\lambda I - A)x = 0$$

Agar λ menjadi eigen value, maka harus ada pemecahan tak nol dari persamaan ini. Akan tetapi, persamaan diatas akan mempunyai pemecahan tak nol jika dan hanya jika :

$$det(\lambda I - A)x = 0$$

Ini dinamakan persamaan karakteristik **A**, skalar yang memenuhi persamaan ini adalah *eigen value* dari **A**.

Bila diketahui bahwa nilai perbandingan elemen $\boldsymbol{A}_i$ terhadap elemen $\boldsymbol{A}_j$ adalah a_{ij}, maka secara teoritis matriks tersebut berciri positif berkebalikan, yakni $a_{ij} = \frac{1}{a_{ij}}$ Bobot yang dicari dinyatakan dalam vektor $w = (w_1, w_2, w_3, \ldots w_n)$. Nilai w_n menyatakan bobot kriteria **A***n* terhadap keseluruhan set kriteria pada sub sistem tersebut.

Jika a_{ij} mewakili derajat kepentingan *i* terhadap faktor *j* dan a_{jk} menyatakan kepentingan dari faktor *j* terhadap faktor *k*, maka agar keputusan menjadi konsisten, kepentingan *I* terhadap *k* harus sama dengan $a_{ij}.a_{jk}$ atau jika $a_{ij}.a_{jk} = a_{ik}$ untuk semua *i*, *j*, *k* maka matriks tersebut konsisten. Untuk suatu matriks konsisten dengan vektor *w*, maka element a_{ij} dapat ditulis menjadi :

$$a_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}; \qquad \forall i, j = 1,2,3, \dots n$$

Jadi matriks konsistensi adalah :

$$a_{ij}.a_{jk} = \frac{\omega_i}{\omega_j} \cdot \frac{\omega_j}{\omega_k} = \frac{\omega_i}{\omega_k} = a_{ik}$$

Seperti yang di uraikan diatas, maka untuk *pair –wise comparison matrix* diuraikan seperti berikut ini :

$$a_{ji} = \frac{\omega_j}{\omega_i} = \frac{1}{\frac{\omega_i}{\omega_j}} = \frac{1}{a_{ij}}$$

Dari persamaan tersebut diatas dapat dilihat bahwa :

$$a_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}; \qquad \forall i, j = 1,2,3, \dots n$$

Dengan demikian untuk *pair-wise comparison matrix* yang konsisten menjadi :

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \cdot \omega_{ij} \cdot \frac{1}{\omega_{ij}} = n \; ; \qquad \forall i, j = 1,2,3, \dots n$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \cdot \omega_{ij} \; = n\omega_{ij} \; ; \qquad \forall i, j = 1,2,3, \dots n$$

Persamaan diatas ekivalen dengan bentuk persamaan matriks di bawah ini :

$$\boldsymbol{A \cdot \omega = n \cdot \omega}$$

Dalam teori matriks, formulasi ini diekspresikan bahwa adalah *eigen vector* dari matriks ***A*** dengan *eigen value n*. Perlu diketahui bahwa *n* merupakan dimensi matriks itu sendiri. Dalam bentuk persamaan matriks dapat ditulis sebagai berikut :

$$A = \begin{bmatrix} \frac{\omega_1}{\omega_1} & \frac{\omega_1}{\omega_2} & \cdots & \frac{\omega_1}{\omega_n} \\ \frac{\omega_2}{\omega_1} & \frac{\omega_2}{\omega_2} & \cdots & \frac{\omega_2}{\omega_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\omega_n}{\omega_1} & \frac{\omega_n}{\omega_2} & \cdots & \frac{\omega_n}{\omega_m} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \vdots \\ \omega_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \vdots \\ \omega_n \end{bmatrix}$$

Pada prakteknya, tidak dapat dijamin bahwa :

$$a_{ij} = \frac{a_{ik}}{a_{jk}}$$

Salah satu factor penyebabnya yaitu karena unsur manusia (*decision maker*) tidak selalu dapat konsisten mutlak (*absolute consistent*) dalam mengekspresikan preferensinya terhadap elemen – elemen yang dibandingkan. Dengan kata lain, bahwa *judgement* yang diberikan untuk setiap elemen persoalan pada suatu *level hierarchy* dapat saja *inconsistent.*

Jika :

1). Jika $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \ldots \lambda_n$ adalah bilangan – bilangan yang memenuhi persamaan :

$$Ax = \lambda x$$

Dengan *eigen value* dari matriks *A* dan jika a_{ij} = 1; i = 1,2, …,*n*; maka dapat ditulis :

$$\sum \lambda_i = n$$

Misalkan kalau suatu *pair – wise comparison matrix* bersifat ataupun memenuhi kaidah konsistensi seperti pada persamaan, maka perkalian elemen matriks sama dengan satu.

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \qquad \text{maka} \qquad A_{21} = \frac{1}{A_{12}}$$

Eigen value dari matriks A,

$$Ax - \lambda x = 0$$

$$(A - \lambda I)x = 0$$

$$|A - \lambda I| = 0$$

Kalau diuraikan lebih jauh, hasilnya menjadi :

$$\begin{vmatrix} A_{11} - \lambda & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

Dari persamaan di atas kalau diuraikan untuk mencari harga *eigen value maximum* (λ_{max}) yaitu :

$$\begin{aligned} (1-\lambda)^2 - 1 &= 0 \\ 1 - 2\lambda + \lambda^2 - 1 &= 0 \\ \lambda^2 - 2\lambda &= 0 \\ \lambda(\lambda - 2) &= 0 \\ \lambda_1 = 0 \quad ; \quad \lambda_2 &= 2 \end{aligned}$$

Dengan demikian matriks pada persamaan diatas merupakan matriks yang konsisten dengan nilai λ_{max} sama dengan harga ordo matriksnya.

Jadi untuk *n* > 2 , maka semua harga *eigen value* – nya sama dengan nol dan hanya ada satu *eigen value* yang sama dengan *n* (konstan dalam kondisi matriks konsisten).

2). Bila ada perubahan kecil dari elemen matriks maka a_{ij} *eigen value* – nya akan berubah semakin kecil pula.

Dengan menggabungkan kedua sifat matriks (aljabar linier), jika :

a. Elemen diagonal matriks A

$$(a_{ii} = 1) \qquad \forall i, j = 1,2,3, \dots n$$

b. Dan untuk matriks A yang konsiten, maka variasi kecil dari a_{ij} dengan $\forall i, j = 1,2,3, \dots n$ akan membuat harga *eigen value* yang lain mendekati nol.

2.2.4 Uji Konsistensi Indeks dan Rasio

Salah satu utama model AHP yang membedakannya dengan model – model pengambilan keputusan yang lainnya adalah tidak adanya syarat konsistensi mutlak. Dengan model AHP yang memakai persepsi *decision maker* sebagai inputnya maka ketidakkonsistenan mungkin terjadi karena manusia memiliki keterbatasan dalam menyatakan persepsinya secara konsisten terutama kalau harus membandingkan banyak kriteria. Berdasarkan kondisi ini maka *decision maker* dapat menyatakan persepsinya tersebut akan konsisten nantinya atau tidak. Pengukuran konsistensi dari suatu matriks itu sendiri didasarkan atas *eigen value maksimum*. Thomas L. Saaty telah membuktikan bahwa indeks konsistensi dari matriks berordo *n* dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$CI = (\lambda max - n) / (n-1)$$

CI = Rasio Penyimpangan (*deviasi*) konsistensi (*consistency indeks*)

λmax = Nilai *eigen* terbesar dari matriks berordo *n*

n = Orde matriks

Apabila CI bernilai nol, maka matriks pair wise comparison tersebut konsisten. Batas ketidak konsistenan (*inconsistency*) yang telah ditetapkan oleh Thomas L. Saaty ditentukan dengan menggunakan Rasio Konsistensi (**CR**), yaitu perbandingan indeks konsistensi dengan nilai Random Indeks (**RI**) yang didapatkan dari suatu eksperimen oleh *Oak Ridge National Laboratory* kemudian dikembangkan oleh *Wharton School* dan diperlihatkan seperti tabel 2.4 . Nilai ini bergantung pada ordo matriks *n*. Dengan demikian, Rasio Konsitensi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\boldsymbol{CR = \frac{CI}{RI}}$$

CR = Rasio Konsistensi

RI = Index Random

Tabel 2.5 Nilai Random Indeks (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Bila matriks *pair - wise comparison* dengan nilai CR lebih kecil dari 0,100 maka ketidak konsistenan pendapat dari *decision maker* masih dapat diterima jika tidak maka penilaian perlu diulang.

2.2.5 Analisis Sensitivitas Pada Analytical Hierarchy Proses (AHP)

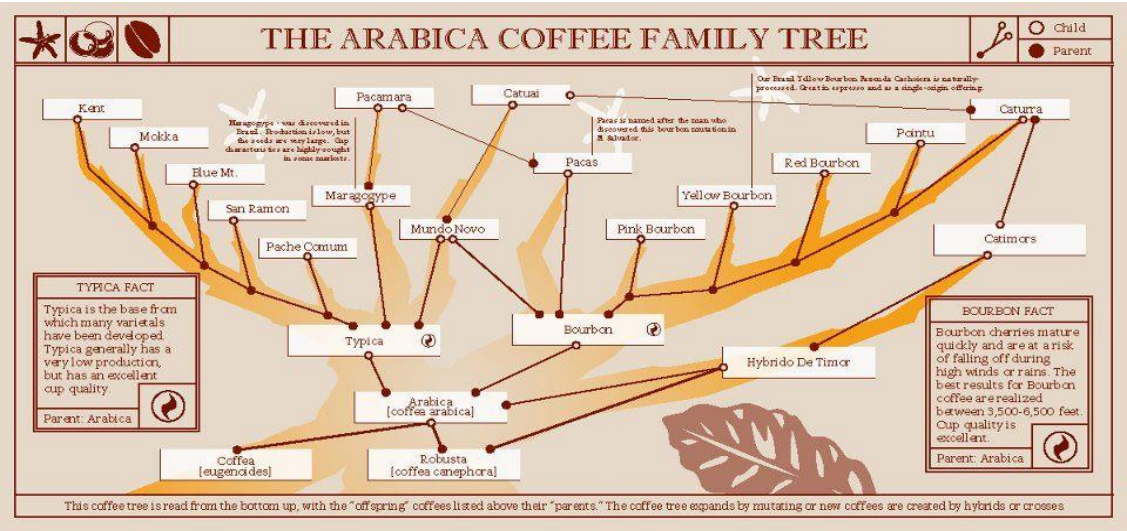
Analisa sensitivitas pada AHP dapat dipakai untuk memprediksi keadaan apabila terjadi perubahan yang cukup besar, misalnya terjadi perubahan bobot prioritas atau urutan prioritas dan kriteria karena adanya perubahan kebijaksanan sehingga muncul usulan pertanyaan bagaimana urutan prioritas alternatif yang baru dan tindakan apa yang perlu dilakukan. Dalam suatu hirarki tiga level, level dua dan hirarki tersebut dapat disebut sebagai variabel eksogen sedangkan level tiganya adalah variabel endogen. *Analisa sensitivitas* dan hirarki tersebut adalah melihat pengaruh dan perubahan pada variabel eksogen terhadap kondisi variabel endogen.

Apabila dikaitkan dengan suatu periode waktu maka dapat dikatakan bahwa *analisa sensitivitas* adalah unsur dinamis dari sebuah hirarki. Artinya penilaian yang dilakukan pertama kali dipertahankan untuk suatu jangka waktu tertentu dan adanya

perubahan kebijaksanaan atau tindakan yang cukup dilakukan dengan analisa sensitivitas untuk melihat efek yang terjadi. *Analisa sensitivitas* ini juga akan menentukan stabil tidaknya sebuah hirarki. Makin besar deviasi atau perubahan prioritas yang terjadi maka makin tidak stabil hirarki tensebut. Meskipun begitu, suatu hirarki yang dibuat haruslah tetap mempunyai sensitivitas yang cukup, artinya kalau ada perubahan pada variabel eksogen, minimal ada perubahan bobot prioritas pada variabel endogen meskipun tidak terlalu besar.

2.3 Jenis dan Rasa Kopi

Kopi menurut SCAA (*Speciality Coffee Association of America*) terdapat banyak rasa dan aroma didalam kopi seiring perkembangan jaman dan semakin banyak teknik penyeduhan kopi membuat konsumen yang ingin menikmati kopi semakin banyak pilihan untuk menikmatinya akan tetapi konsumen juga bisa memilih karakter yang seperti apa yang dinginkan saat meminumnya.



Gambar 2.6 Varietas Kopi

Kopi yang menguasai 60% pasar dunia adalah kopi dengan jenis Arabika.Kopi Arabika memang unik.Begitu harum dan kaya rasa, terkenal dengan rasa asam yang lebih tinggi dibandingkan dengan kopi Robusta yang memang terkenal dengan pahit nya. Kopi Arabika memiliki banyak varietas, jika dihitung jumlah nya lebih dari 20 varietas biji. Dari kesekian banyak varietas tersebut, kemudian para ahli mengelompokan menjadi 6 varietas utama yaitu:

1. Typica

Varietas biji kopi arabica jenis Typica ini merupakan varietas pertama yang masuk ke Indonesia.Pertama kali dibawa oleh Belanda ketika datang ke Indonesia.Namun varietas asli Typica yang dibawa oleh Belanda ini kemudian punah ketika *Coffee Leaf Rust* menyerang Indonesia.Untungnya tidak semua punah, karena masih ada varietas Typica lokal yaitu Bergendal dan Sidikalang yang banyak di temui di dataran tinggi seperti Sumatera, Sulawesi, dan Flores.Biasa berkolasi di perkebunan yang berada di daerah terpencil.

2. Hybrido de Timor (HDT)

Varietas Hybrido de Timor di Indonesia biasa disebut juga sebagai varietas “Tim Tim”, asal kata dari Timor Timur. Varietas ini adalah hasil dari persilangan alamiah antara *Arabika* dan *Robusta*.Varietas Tim Tim pertama kali mengalami masa panen di tempat asalnya yaitu Timor Timur pada tahun 1978. Karena kualitas nya

yang bagus, kemudian varietas ini coba di tanam di daerah lain seperti Aceh dan Flores pada tahun 1980. Sekarang varietas Tim Tim juga telah dikenal dengan sebutan lain yaitu Varietas *Churia*.

3. Linie S

Linie S adalah varietas kopi *Arabika* yang berasal dari India.Varietas Linie S kemudian di kembangkan menggunakan *kultivar Bourbon*. Jenis umum yang paling dikenal dari hasil pengembangan Linie S ini adalah S-288 dan S-795.Varietas ini banyak di temukan di daerah dataran tinggi seperti Aceh, Lintong, Jawa, Bali, Sulawesi, Flores dan Papua.

4. Linie Ethiopia

Varietas Kopi *Arabika* jenis Linie Ethiopia ini pertama kali masuk ke Indonesia tahun 1928, dimana ketika itu pertama kali dibawa ke pulau Jawa.Daerah pertama yang mengembangkan varietas ini adalah Aceh.Varietas lain yang termasuk dalam keturunan Ethiopia adalah *Rambung* dan *Abyssinia*. Varietas Linie Ethiopia kemudian dikembangkan juga di Sumatera dan Flores, yang kemudian dikenal dengan nama “USDA”, dimana nama ini diambil dari proyek pemerintah Amerika Serikat kala itu pada tahun 1950 ketika berlangsung di Indonesia.

5. Catura Cultivars

Varietas kopi Arabika jenis ini merupakan hasil persilangan dari Kopi *Bourbon* yang berasal dari Brazil.

6. Lini Catimor

Varietas Lini Catimor juga mirip dengan Tim Tim, sama-sama hasil persilangan dari *Arabika* dan *Robusta*.Namun varietas ini dikenal sebagai jenis varietas yang kurang baik, karena memiliki aroma dan rasa yang tidak sebaik kopi lain nya.Namun kini sedang dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai varietas ini, karena di daerah Aceh, varietas ini memiliki aroma dan rasa yang baik, biasa nya petani kopi Aceh menyebutkan dengan varietas "Ateng Jaluk".

Keanekaragaman kopi Indonesia inilah yang membuat kopi Arabika Indonesia menjadi kopi terbaik di dunia.Kaya rasa dan Aroma yang memikat.Kopi Indonesia selalu menjadi pilihan utama para pecinta kopi dunia, bahkan cafe-cafe ternama pun menggunakan Kopi Asli Indonesia sebagai *coffee blend* mereka atau *Espresso*.

Kopi di dunia terbagi menjadi 4 jenis yaitu :

1. **Arabica**

Arabica memiliki banyak rasa yang beragam tidak bisa dipungkiri lagi banyak orang bisa mengetahuinya dengan kopi yang asam tetapi kaya akan rasa berbeda dengan robusta, Arabica ini tidak memiliki rasa yang data tetapi memiliki beragam rasa dalam satu cangkir kopi.

2. **Robusta**

Robusta memiliki kadar kafein yang paling tinggi dari jenis kopi lainnya serta memiliki rasa yang cukup kuat dari rasa pahit seperti *dark coklat* sampai rasa renyah seperti rasa kacang tetapi robusta memiliki rasa yang datar, dengan kata lain dari panas sampai dingin rasa yang di hasilkan nya tidak berubah.

3. **Liberica**

Liberica memiliki banyak rasa seperti arabica akan tetapi rasa asam yang dihasilkan oleh kopi jenis ini cenderung seperti buah-buahan.

4. **Excelsa**

Excelsa memiliki rasa asam yang khas yaitu asam yang menyerupai buah berry seperti cherry, strawberry dan sebagainya. Akan tetapi jenis kopi ini sangat sulit di temukan karena tumbuh mandiri di dalam hutan.

2.4 Karakteristik Dan Citarasa Kopi

Kopi merupakan jenis minuman dengan citarasa sangat khas. Dengan citarasanya yang khas ditambah adanya pengaruh *fisiologis* kesegaran setelah minum menyebabkan kopi banyak diminati oleh konsumen di seluruh dunia. Pada umumnya kopi dikonsumsi bukan karena nilai gizinya, melainkan karena nilai citarasa dan pengaruh fisiologisnya tersebut.

Biji kopi beras (*Greenbeans*) belum mempunyai karakter citarasa khas kopi tetapi hanya mengandung senyawa-senyawa *prekursor* (calon) pembentuk citarasa. Karakter citarasa kopi baru terbentuk setelah biji kopi disangrai . Selama penyangraian terjadi reaksi kimiawi yang kompleks sehingga terbentuk komponen-komponen kimiawi pembentuk karakter kopi yang bersifat khas. Sampai saat ini telah dapat dideteksi lebih dari 800 senyawa kimia pembentuk aroma, di samping itu masih banyak komponen-komponen yang belum dapat dideteksi, termasuk senyawa – senyawa non volatil.

Karakteristik kopi sangat kompleks dan sampai saat ini hanya dapat dinilai berdasarkan uji inderawi, karena belum tersedia metode penilaian kuantitatif menggunakan alat yang dapat menilai karakter kopi secara penuh. Beberapa komponen kimiawi tertentu dinilai dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam penilaian karakter kopi, tetapi karena kompleksnya karakter kopi maka penilaian berdasarkan uji kimiawi tersebut belum dapat menggantikan uji *organoleptik*. Penilaian secara kuantitatif dinilai masih relatif mahal dan prosedurnya lebih rumit dibanding dengan penilaian *organoleptik.*

Analisis gabungan antara metode kuantitatif dan *organoleptik*, Gas *chromatography-Olfactory* (GC-0) akhir-akhir ini telah digunakan mendeteksi senyawa kimiawi pembentuk aroma. Beberapa senyawa telah dapat dibuktikan

mempunyai hubungan dengan sifat aroma tertentu. Senyawa kimiawi seperti *furaneol, sotolon* dan *abhexon* berhubungan dengan aroma karamel-manis, sedangkan *alkylpyrazines, guaiacols,* dan *2-methylisoborneol* diketahui berhubungan dengan sifat *spicy* dan *harsh-earthy* seperti pada kopi Robustas. Masih banyak komponen kimiawi yang telah dideteksi berhubungan dengan sifat aroma tertentu, tetapi analisis kimiawi tersebut belum dapat menggantikan analisis sensor organ inderawi yang begitu kompleks.

Pada tahun 1991 telah dirancang 'hidung tiruan' (*aritificial nose*), yang diharapkan dapat mengukur komponen aroma secara kualitatif maupun kuantitatif. Alat tersebut menggunakan beberapa sensor gas yang diketahui mempunyai rentang kepekaan terhadap komponen-komponen kimia tertentu. Dengan menggunakan komputer, hasil deteksi sensor gas dianalis dan ditampilkan sesuai dengan yang dideteksi oleh sensor. Akan tetapi alat tersebut belum dapat mendeteksi sifat-sifat karakter aroma secara total dan belum dapat berfungsi sebagai hidung secara penuh.

Aspek Penilaian Organoleptik Yang Berhubungan Dengan Pencicipan Dan Penciuman :

Perbedaan antara *Odor,* Aroma, Citarasa (*taste*), dan Perisa (*flavor*)

Penilaian organoleptik adalah cara penilaian karakter mutu suatu bahan makananan dan minuman menggunakan panca indera. Indera yang digunakan untuk menilai bergantung pada karakter yang mau dinilai. Biasanya yang digunakan adalah

indera pencicip di rongga mulut dan pencium di rongga hidung. Selain itu juga diperlukan indera penglihat untuk menilai warna atau rupa dan indera pendengar untuk menilai suara seperti pada sifat kerenyahan yang juga dapat melibatkan organ pendengar di telinga. Kadang-kadang juga diperlukan indera peraba untuk menilai sifat kehalusan atau kekerasan suatu bahan. Dalam pengenalan suatu sifat dengan panca indera, mutlak memerlukan stimuli (rangsangan) yang timbul dari bahan yang diuji sehingga dapat diterima oleh reseptor (syaraf penerima rangsangan) yang ada pada masing-masing indera. Selanjutnya stimuli yang diterima reseptor akan diteruskan ke sistem syaraf pusat untuk diolah sehingga akan timbul 'kesan' terhadap bahan tersebut.

Dalam penilaian karakteristik sifat "rasa" dari makanan atau minuman, indera pencicip dan penciuman sangat dominan peranannya. Beberapa istilah sehubungan dengan sifat yang terkait dengan "rasa" tersebut ada dalam bahasa asing (*inggris*) dan belum ada dalam bahasa Indonesia, karena itu istilah tersebut akan diadopsi dari bahasa aslinya.

Secara umum dalam mengkonsumsi makanan atau minuman kita biasanya hanya menilai bahwa makanan atau minuman tersebut berasa "enak" atau "tidak enak" sesuai dengan pengalaman masing-masing, dan kadang kadang sangat sulit untuk mengubah persepsi yang sudah terekam dalam memori seseorang atau kelompok orang. Padahal sering juga penilaian persepsi seseorang atau kelompok orang "berbeda" atau bahkan dinilai "keliru" oleh kelompok yang lain.

Dalam bidang makanan atau minuman dikenal kriteria *odor*, aroma, citarasa (*taste*), dan perisa (*flavor*). Dalam pengertian sehari-hari, penggunaan istilah keempat kriteria tersebut biasanya rancu sehingga sering salah dalam menginterpretasikan. Keempat kriteria tersebut berkaitan dengan *stimuli* dari syaraf pengindera yang ada di rongga mulut dan rongga hidung oleh senyawa-senyawa tertentu yang timbul dari makanan atau minuman yang dicicip. Menurut British Standard Institution (BS 5098: 1975) didifinisikan sbb.:

Odor (bau) : Menerangkan sensasi/kesan yang diterima lewat organ *olfaktori* ketika mencium atau menghirup senyawa-senyawa *volatil*. Kriteria *odor* (bau) juga diterapkan untuk menerangkan aspek 'mutu' dari kesan bau yang diakibatkan oleh senyawa-senyawa yang timbul dari suatu bahan makanan/minuman.

Aroma : Sering digunakan untuk menerangkan suatu *odor* (bau) yang diterima oleh organ *olfaktori* ketika memakan suatu produk (bahan ada di rongga mulut). Kata aroma juga digunakan untuk menerangkan suatu *odor* (bau) yang memiliki konotasi menyenangkan.

Taste (citarasa) : Menerangkan suatu kesan yang diterima melalui syaraf indera pengecap di lidah, sebagai hasil dari hadirnya senyawa-senyawa yang larut dalam air. Secara umum dikenal ada 4 citarasa utama yaitu manis, asin, asam dan pahit, walaupun masih dimungkinkan adanya kategori citarasa lain misalnya gurih, pedas atau yang lain. Kata *taste* (citarasa) juga digunakan untuk menerangkan `mutu' dari

kesan yang ditimbulkan oleh senyawa-senyawa yang ada dalam bahan makanan/minuman.

Flavor (perisai) : Suatu kesan kompleks yang menerangkan kesan-kesan yang berasal dari Citarasa (*taste*) dan Bau (*odor*) sekaligus secara serentak. Lebih kompleks, kesan perisa tersebut bisa juga berhubungan dengan persepsi `panas', 'dingin', `sakit', 'kasar', `halus', 'lembut', dan lainnya.

Stimuli yang berkaitan dengan persepsi *odor* dan citarasa dikenali dengan pengaruh yang berbeda-beda dalam hal besarannya yang tidak saja berkait dengan sumber stimulasi dan organ reseptor yang terlibat, tetapi juga oleh kesan penerimaan secara keseluruhan. Pengaruh karakteristik stimulasi tersebut pada seseorang akan melalui beberapa tahapan yaitu:

(a) *Araosal*: suatu kondisi "kesiapan" dan "kesadaran" pada sistem syaraf pusat untuk menerima stimulasi (lebih banyak berhubungan dengan sikap mental sebelum, selama, dan sesudah melakukan penilaian),

(b) Diskriminatif: membuat pelaku untuk bereaksi pada stimulasi sehingga pelaku mampu membedakan adanya perbedaan-perbedaan antar stimuli yang ada. Pada tahap ini aspek pengenalan informasi dari setiap stimulasi menjadi mutlak dan akan menyangkut 'pengalaman' seseorang mengenal stimuli tersebut. Determinasi dan pengenalan setiap macam stimuli tersebut dapat dilatih kepekaannya (misalnya unsur stimuli pada kopi dalam hal ini);

(c) Reaktif: yaitu merupakan dasar dari respon *hedonik* (kesukaan) dari seorang pelaku penguji yang melibatkan derajat kesan 'suka' atau 'tidak suka', serta sikap reaktif lainnya seperti 'biasa', 'menolak' dsb. Tahapan ketiga itu merupakan `kesimpulan' atau `tanggapan' seseorang terhadap kesan yang dirasakan.

Dalam pelatihan ini aspek yang kedua (diskriminatif) tersebut sangat penting, yaitu melatih seorang penguji untuk mengenal aspek-aspek stimuli dari "rasa" kopi secara umum sehingga nantinya mampu 'membedakan' karakter stimulan secara utuh. Aspek ketiga (reaktif) yang berakhir dengan kesan *'hedonik'* agaknya perlu diperhatikan oleh seorang "*Cup Taster*", karena kesan hedonik biasanya bersifat indiviual atau subyektif dan bisa bias antar orang satu dengan yang lain, tergantung dari pengalaman (referensi) masing-masing orang terhadap karakter citarasa dari bahan yang diuji. Untuk menghindari bias maka penyatuan kemampuan diskripsi dan determinasi akan komponen citarasa kopi dari pelaku uji citarasa perlu dilakukan. Pelatihan uji citarasa ini dimaksudkan untuk menyatukan diskripsi tersebut, sehingga dapat mengurangi bias. Selanjutnya untuk meningkatkan kepekaan terhadap kemampuan diskrimanasi tersebut, pelatihan secara intensif menjadi mutlak. Hal itu untuk menjamin tingkat konsistensi dari penguji dalam menilai mutu seduhan suatu kopi.

2.4.1 Unsur Organoleptik Kopi

Aroma Kopi Seperti telah disebutkan di atas bahwa lebih dari 800 senyawa/komponen *volatil* telah dapat dideteksi dari biji kopi yang telah disangrai, dan jumlah tersebut akan terus bertambah seiring dengan perkembangan cara analisis. Pada biji yang telah disangrai, selain dari kelompok senyawa asam seperti asam *asetat*, jumlah konsentrasi totalnya kira-kira 1000 ppm, tetapi banyak diantaranya konsentrasinya kurang dari 1 ppm, bahkan ada yang jauh lebih rendah lagi. Senyawa-senyawa tersebut terperangkap dalam matriks karbohidrat butiran biji, sementara sebagian yang lain (yang *non-polar*) larut dalam komponen lemak/minyak yang terdistribusi pada butiran bubuk kopi. Senyawa-senyawa tersebut terdiri dari kelompok senyawa *aldehida, merkaptan,* dan senyawa-senyawa penting berbentuk cincin seperti *furans, pyrazines, thiazoles,* dan *oxazoles*, baik berikatan dengan *nitrogen* maupun *sulfur*. Tidak semua senyawa-senyawa tersebut berkontribusi pada aroma karena konsentrasinya di bawah ambang rasa atau tingkat volatilitasnya rendah sehingga tidak dapat dikenali sebagai stimulan oleh syaraf penciuman.

Perbedaan kandungan senyawa-senyawa volatil dapat disebabkan oleh perbedaan derajat penyangraian di samping spesies kopinya (*robusta* vs *arabika*). Dapat dikatakan perbedaan tersebut hampir bukan karena hadir atau tidaknya suatu senyawa, tetapi lebih disebabkan oleh perbedaan proporsi dari senyawa-senyawa tersebut, seperti pada robusta cenderung mempunyai senyawa bersulfur lebih tinggi dibanding arabika. Banyak dari senyawa kelompok tersebut kurang disukai bila

konsentrasinya tinggi tetapi dapat diterima kalau konsentrasinya rendah dan beberapa di antaranya berhubungan dengan aroma khas kopi.

Banyak komponen pembentuk aroma kopi, termasuk minyak dalam kopi yang telah disangrai sangat sensitif terhadap kerusakan terutama karena *oksidasi* dan *hidrolisis*. Karena itu untuk menekan kerusakan tersebut akses *oksigen* dan air harus dibatasi, misalnya dengan mengemas bubuk secara vakum atau dengan memodifikasi udara dalam kemasan dengan *C02* atau *N2*. Ciri khas dari terjadinya kerusakan aroma (dan *flavor*) pada kopi yang disimpan adalah bau apek (*staling*) dan tengik (*rancid*).

Pada proses penyeduhan sebagian besar komponen bau (*fragrance*) dari bubuk kopi larut dalam air penyeduh. *Volatilisasi* dari komponen bau dengan uap air tergantung pada koefisien partisi dari setiap komponen. Komponen *volatil* yang terbawa oleh uap air selanjutnya akan dapat dikenali oleh syaraf pencium di rongga hidung ketika kita menyeruput (*slurping*) seduhan kopi.

Perisa (Flavor) Kopi dan Body

Perisa (*flavor*) merupakan gabungan persepsi antara citarasa (*taste*) yang dikenali oleh lidah dan aroma yang dikenali oleh organ penciuman secara keseluruhan. Komponen perisa dari kopi merupakan unsur utama dari nilai seduhan suatu kopi, karena meliputi dua unsur sekaligus. Pada penilaian *organoleptik* secara umum, unsur perisa biasanya terkait dengan kesan-kesan lain seperti, suhu, kasar/halus dsb. Pada penilaian perisa kopi biasanya hanya meliputi unsur citarasa

dan aroma secara serempak dan utuh. Memang benar unsur lain seperti tingkat panas dari seduhan juga ikut menentukan terutama aroma, yang terkait dengan tingkat *volatilitas* dari senyawa pembentuk aroma. Semakin dingin biasanya semakin lemah nilai aromanya, sebagai akibat dari semakin rendah kuantitas senyawa *volatil* pada uap air seduhan. Karena itu dalam penilaian seduhan kopi biasanya pada kondisi cukup panas atau hangat (± 55°C).

Unsur citarasa kopi yang dapat ditangkap oleh indera pencicip meliputi karakter – karakter pahit, asam, manis, dan asin. Secara harfiah unsur-unsur tersebut sulit untuk diterangkan karena tidak bersifat mandiri atau terpisah melainkan bersifat kompleks. Setiap unsur akan saling terkait dengan unsur lainnya. Demikian halnya dengan unsur aroma menjadi sangat kompleks karena terkait juga dengan unsur citarasanya. Kopi yang memiliki aroma "manis" (*sweet*) misalnya biasanya terkait dengan rasa asamnya tinggi, sebaliknya kopi yang beraroma sangit (*pungent*) biasanya berasa pahit-getir dan asamnya lemah. Interaksi antar komponen-komponen citarasa (*taste*) dan aroma tersebut biasanya ada yang menonjol tetapi ada yang berimbang (*balance*). Ada kopi tertentu lebih bersifat asam (arabika secara umum) yang dikenal sebagai *soury*, tetapi ada kopi yang lebih dominan rasa manis yang dikenal sebagai *acidy*. Unsur-unsur perisa lebih lanjut akan diterangkan kemudian.

Di samping unsur perisa, pada penilaian kopi dikenal unsur *Body*, yaitu merupakan tingkat kepekatan rasa dari seduhan kopi. Secara mudah dapat dibayangkan antara kopi yang ringan (*flat*) dengan kopi yang 'berat'. Nilai *body* dari

suatu kopi ditentukan oleh senyawa-senyawa yang larut dalam air saat diseduh. Senyawa-senyawa seperti golongan *karbohidrat*, senyawa *aromatik*, *alkaloids* dan minyak sangat menentukan *body* dari suatu kopi. Semakin tinggi senyawa yang larut atau membentuk *koloid* dalam cairan seduhan maka semakin tinggi nilai *body* dari kopi tersebut. Dengan demikian biasanya nilai body berkait dengan sifat kekentalan (*viskositas*) cairan, kekuatan (*strength*) (secara *imajiner*) dan sifat 'licin'-`kasat' dari cairan seduhan.

Setiap unsur akan saling terkait dengan unsur lainnya. Demikian halnya dengan unsur aroma menjadi sangat kompleks karena terkait juga dengan unsur citarasanya. Kopi yang memiliki aroma "manis" (*sweet*) misalnya biasanya terkait dengan rasa asamnya tinggi, sebaliknya kopi yang beraroma sangit (*pungent*) biasanya berasa pahit-getir dan asamnya lemah. Interaksi antar komponen-komponen citarasa (*taste*) dan aroma tersebut biasanya ada yang menonjol tetapi ada yang berimbang (*balance*). Ada kopi tertentu lebih bersifat asam (arabika secara umum) yang dikenal sebagai *soury*, tetapi ada kopi yang lebih dominan rasa manis yang dikenal sebagai *acidy*. Unsur-unsur perisa lebih lanjut akan diterangkan kemudian.

Di samping unsur perisa, pada penilaian kopi dikenal unsur *Body*, yaitu merupakan tingkat kepekatan rasa dari seduhan kopi. Secara mudah dapat dibayangkan antara kopi yang ringan (*flat*) dengan kopi yang 'berat'. Nilai *body* dari suatu kopi ditentukan oleh senyawa-senyawa yang larut dalam air saat diseduh. Senyawa-senyawa seperti golongan *karbohidrat*, senyawa *aromatik*, *alkaloids* dan

minyak sangat menentukan *body* dari suatu kopi. Semakin tinggi senyawa yang larut atau membentuk koloid dalam cairan seduhan maka semakin tinggi nilai *body* dari kopi tersebut. Dengan demikian biasanya nilai *body* berkait dengan sifat kekentalan (*viskositas*) cairan, kekuatan (*strength*) (secara imajiner) dan sifat 'licin'-'kasat' dari cairan seduhan.

2.4.2 Penilaian Organoleptik Kopi

Penilaian karakteristik kopi secara organoleptik meliputi penilaian biji beras, biji hasil sangrai, dan seduhan. Penilaian terhadap karakter biji kopi beras (*Greenbeans*) dan biji hasil sangrai belum dapat menggambarkan karateristik suatu kopi sesungguhnya sehingga biasanya hanya digunakan sebagai pelengkap dari penilaian citarasa seduhan.

Penilaian karakter biji kopi beras biasanya meliputi warna, keseragaman ukuran, rupa, dan bau. Warna biji kopi beras dapat bervariasi dari abu-abu kebiruan, kuning coklat sampai hitam. Biji kopi yang baik biasanya berwarna abu-abu kebiruan dengan rupa yang seragam. Biji kopi beras yang berwarna coklat atau hitam biasanya mempunyai citarasa jelek dan bermutu rendah. Penilaian bau pada biji kopi beras biasanya hanya untuk mengenali bau-bau asing atau menyimpang dari bau kopi normal.

Penilaian karakter biji hasil sangrai biasanya meliputi rupa (kecerahan), celah tengah biji (*center cut*) dan bau. Biji kopi yang baik biasanya cerah (*brillianth*), dengan celah

tengah jelas dan berwarna putih. Sebaliknya biji kopi jelek biasanya rupanya kusam (*dull*) dengan celah tengah berwarna coklat.

Penalaian seduhan berbeda dengan cara minum kopi pada umumnya. Proses pengujian seperti penghirupan (*sniffing*), `penyeruputan' (*slurping*) dan pengecapan (*swallowing*) dilakukan secara kuat. Dengan menguatkan proses proses tersebut, maka syaraf-syaraf inderawi dapat distimulasi secara maksimum, sehingga citarasa kopi dapat dinilai dengan baik.

Penilaian citarasa seduhan kopi meliputi dua cara yaitu cara sederhana dan cara kompleks.

Penilaian secara sederhana meliputi penilaian sifat:

1. Keasaman (acidity),

2. Body

3. Perisa (flavor).

Sifat keasaman dan body biasanya dinitai berdasarkan intensitas: dari 'tajam' (*pointed*), ‘penuh' (*full*), `sedang' (*medium*), 'ringan' (*light*), sampai 'kurang' (*lacking*). Penilaian perisa biasanya bervariasi dari 'sangat baik' (*fine*), 'baik' (*good*), fair average quality (*FAQ*), fair, sampai 'jelek' (*poor*). Penilaian sederhana lebih mengarah kepada penilaian antara baik dan jelek dengan variasi di antaranya; tetapi tidak sampai merinci sifat-sifat citarasa kopi yang sebenarnya sangat kompleks. Bentuk penyajian

hasil penilaian tersebut dapat berupa kata-kata, tetapi juga dapat berupa angka-angka sebagai pengganti ekspresi kata-kata. Selang deskripsi untuk masing-masing karakter penilaian dapat bervariasi, tergantung dari jenis kopi dan kebiasaan dari perusahaan yang menguji. Karakter perisa dari kopi robusta misalnya lebih sedikit tingkat variasinya dibanding dengan tingkat variasi kopi arabika. Oleh karena itu selang peringkat perisa untuk kopi robusta dapat lebih dipersempit.

2.5 Cupping Taste dan Cup Tester (QC)

Cupping taste adalah uji cita rasa, dimana seorang pencicip (*Cuptester atau QC*) harus menghadapi beberapa cangkir seduhan kopi dan mencicipinya dengan cara – cara tertentu. Salah satu tujuan dari *Cupping taste* itu untuk mengetahui perbedaan berbagai hasil seduhan kopi berdasarkan jenis, tingkat roasting biji kopi, dan perbedaan profil rasa khas. Tujuan utama dari *Cupping taste* adalah untuk mengetahui cacat produk atau profil rasa negatif dari kopi. Karena itu, aktifitas *cupping* biasanya harus dilakukan secara baku lantaran biasanya dilakukan didalam industry kopi besar.

Perlengkapan dan Persiapan untuk Melakukan *Cupping Taste :*

Untuk menciptakan pengalaman pencicipan standard, perlengkapan *cupping* tidak boleh sembarangan. Asosiasi Kopi Spesialti Amerika (*SCAA*) sebagai salah satu organisasi kopi yang paling banyak dirujuk telah membuat protokol atau standardisasi yang harus dipenuhi dan disiapkan untuk praktik *cupping* yang ideal, antara lain adalah:

1. Gelas *cupping*. Jumlahnya mulai dari 5 hingga 10 gelas *cupping* berukuran sama. Gelas atau cangkir terbuat dari gelas atau keramik yang memiliki tutup, bahan dan material sama, serta satu sama lain identik secara volume. Volume cangkir sebaiknya antara 207 higga 266 ml, dengan ukuran diameter mulut cangkir sekitar 7,6 hingga 8,9 cm.
2. Sendok *cupping* untuk masing-masing sampel kopi, dengan bahan dan takaran sama. Semua sendok diletakkan di dalam satu cangkir.
3. Sampel kopi.
4. Air minum untuk menetralisir lidah dan bagian dalam mulut.
5. Agtron atau perkakas lain untuk membaca warna kopi tersangrai.
6. Alat perebus air. Air yang dituangkan ke cangkir berisi bubuk kopi harus sekitar 93°.
7. Alat penggiling kopi atau *coffee grinder*.
8. Timbangan biji kopi.
9. Alat tulis dan perlengkapannya seperti papan penjepit, kertas, dan pensil untuk mencatat hasilnya.

Selain semua perlengkapan ini, lingkungan kitaran juga harus disiapkan. *Cupping* harus dilakukan di tempat dengan pencahayaan yang bagus, tenang, dan tanpa aroma atau bau-bauan yang bisa memecah dan mengganggu konsentrasi. Telepon genggam pun sebaiknya dimatikan.

2.5.1 Metode *Cupping*

Sebelum Anda melakukan *cupping*, sampel kopi yang Anda gunakan harus memiliki profil sangrai tingkat *light to medium*, yang diukur dengan menggunakan skala Agtron yaitu poin 58 untuk kopi dalam keadaan biji dan poin 63 untuk kopi ketika keadaan bubuk. Jika menggunakan SCAA *Roast Tile*, poinnya antara 55 sd. 60.

Proses penyangraian sampel kopi dilakukan tidak kurang dari 8 menit dan tidak lebih dari 12 menit. Dan kopi yang disangrai tidak boleh sampai meninggalkan bekas hangus (*scorching* atau *tipping*). Setelah disangrai, biji kopi harus segera didinginkan dan jangan disimpan di dekat sesuatu yang berbau tajam. Setelah suhunya mencapai suhu kamar, baru dimasukkan ke wadah tertutup dan disimpan dalam ruangan yang terhindar paparan langsung sinar matahari. Dan kopi tersangrai tersebut sekurang-kurangnya telah didiamkan dari masa sangrai selama 8 jam sebelum digunakan untuk keperluan *cupping*.

Jika Anda sudah mempersiapkan biji kopi tersangrai, barulah hal berikut dilakukan:

1. Giling biji kopi, lalu taruh di dalam gelas *cupping*. Lakukan pengujian pertama dengan mencium aroma (kering) kopi yang baru digiling tersebut dan tuliskan hasilnya. Untuk pengujian aroma kering ini, sampel kopi yang

sudah tergiling harus segera dinilai, tidak boleh lebih dari 15 menit setelah kopi tergiling.

2. Setelah pengujian pertama, langsung tuangkan air panas dengan suhu sekitar 93°. Rasio idealnya adalah 8.25 gram bubuk kopi per 150 ml air. Tuangkan juga air panas yang digunakan untuk *cupping* ke gelas yang berisi *sendok cupping* agar suhunya sama ketika digunakan.
3. Tanpa mengaduk kopi yang telah dituangi air panas, cium lagi keharuman atau aroma basah *(fragrance)* dari sampel kopi dan catatkan apa yang Anda temukan.
4. Tunggu selama sekitar 3 sampai 5 menit, lalu ambil sendok *cupping* dari cangkir yang berisi air panas sebelumnya. Lalu aduk dengan pelan untuk membuyarkan bubuk kopi yang mengapung dipermukaan *(crust)* dengan sendok *cupping* sebanyak 3 kali. Kemudian, Anda mulai menghirup aroma basah yang merebak sambil menyisihkan buih yang muncul ke bagian belakang sendok. Setelah itu Anda mencatat hasilnya.
5. Setelah seduhan kopi sudah sampai pada suhu 71°, kurang lebih sekitar 8 sd. 10 menit dari waktu penyeduhan pertama kali, pengujian rasa (cairan kopi) sudah mulai dilakukan. Anda menyesap cairan kopi dengan cepat agar cairan tersebut bisa menutupi seluruh bagian lidah dan langit-langit mulut dan aromanya menyeruak ke hidung. Lakukan perlahan-lahan sampai Anda bisa merasakan rasa kopi yang ada. Pada tahap ini, Anda

mencatat deskripsi soal rasa *(flavor)*, tekstur cairan di dalam mulut *(body)*, keasaman*(acidity)*, dan jejak rasa tertinggal *(aftertaste)* dari kopi tersebut.

6. Setelah suhunya mendingin, sekitar 37°, Anda kembali menyesap cairan kopi seperti sebelumnya untuk menilai tingkat kemanisan *(sweetness)*, konsistensi rasa kopi dari setiap gelas *(uniformity)*, dan kebersihan *(cleanliness)* rasa kopi. Tak lupa Anda mencatat hasilnya di kertas penilaian.
7. Jika ada sesuatu yang khusus untuk disampaikan, misalnya rasa cacat, jangan lupa mencatatnya sesuai dengan yang ada di **lampiran** .

Lalu, bagaimana penilaian standardnya? Selain menggunakan deskripsi, Anda juga bisa menggunakan angka skor standard. Skalanya adalah angka *6* untuk *Good*, *7* untuk *Very Good*, *8* untuk *Excellent*, dan *9 ke atas* untuk *Outstanding*. Angka yang tingkatannya di bawah 6 menandakan kopi yang kualitasnya jauh di bawah standard.

Hal yang perlu diperhatikan adalah meski terdapat standardisasi untuk melakukan *cupping*, pada dasarnya para penguji cita rasa kopi dari kalangan professional (*Cup tester* atau *QC*) juga memiliki ciri khas penilaian dan cara pencicipan mereka sendiri, walaupun tetap tidak menyimpang jauh dari metode standard.

2.6 Unified Modeling Language (UML)

UML singkatan dari Unified Modeling Language yang berarti bahasa pemodelan standar. (chonoles, 2003:bab1) mengatakan sebagai bahasa, berarti UML memiliki sintaks dan sematik. Ketika kita membuat model menggunakan konsep UML ada aturan-aturan yang harus diikuti. Bagaimana elemen pada model-model yang kita buat berhubungan satu dengan lainnya harus mengikuti standar yang ada.

UML diaplikasikan untuk maksud tertentu, antara lain untuk :

1. Merancang perangkat lunak
2. Sarana komunikasi antara perangkat lunak dengan proses bisnis
3. Menjabarkan sistem secara rinci untuk analisa dan mencari apa yang diperlukan sistem
4. Mendokumentasi sistem yang ada, proses-proses dan organisasinya.

1. *Class Diagram*

Class Diagram adalah sebuah spesifikasi yang jika diinstansikan akan menghasilkan sebuah obyek dan merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek.

Class menggambarkan keadaan (atribut/properti) suatu sistem, sekaligus menawarkan layanan untuk memanipulasi keadaan tersebut (metode/fungsi).

Class diagram menggambarkan struktur dan deskripsi class, package dan object beserta hubungan satu sama lain seperti containment, pewarisan, asosiasi, dan lain-lain. Sebuah class memiliki tiga area pokok:

1. Nama , merupakan nama dari sebuah kelas.
2. Atribut, merupakan properti dari sebuah kelas. Atribut melambangkan batas nilai yang mungkin ada pada obyek dari class.
3. Operasi, adalah sesuatu yang bisa dilakukan oleh sebuah atau yang dapat dilakukan oleh class lain terhadap sebuah class. Atribut dan metoda dapat memiliki salah sifat berikut:

a. Private, tidak dapat dipanggil dari luar class yang bersangkutan
b. Protected, hanya dapat dipanggil oleh class yang bersangkutan dan anak- anak yang mewarisinya.
c. Public, dapat dipanggil oleh siapa saja.
d. Package, hanya dapat dipanggil oleh instance sebuah class pada paket yang sama.

Class juga dapat merupakan implementasi dari sebuah interface, yaitu: *class abstrak* yang hanya memiliki metode, *interface* tidak dapat langsung diintansikan, tetapi harus diimplementasikan dahulu menjadi sebuah calss. Dengan demikian interface mendukung resolusi metoda pada saat runtime.

Relasi atau relationship merupakan keterhubungan antar kelas yang muncul pada saat sebuah kelas berinteraksi dengan kelas-kelas lainnya.

1. Asosiasi (Association)

   Para pemodel menggunakan pemahaman asosiasi adalah pada saat beberapa kelas saling terhubung satu sama lain secara konseptual. Asosiasi juga dapat menjadi lebih kompleks pada saat beberapa kelas terhubung ke satu kelas

2. Constraint pada Asosiasi

   Kadangkala sebuah asosiasi diantara dua class harus mengikuti sebuah aturan dan aturan ini bias diletakkan dalam sebuah constraint pada garis asosiasi dan diletakkan dalam kurung kurawal. Bentuk lain dari tipe constraint adalah

   relasi OR yang ditulis dengan {or} dalam garis putus-putus yang menghubungkan dua garis asosiasi.

3. Kelas Asosiasi (Association Class)

   Sebuah asosiasi dapat memiliki atribut dan operasi sepertinya halnya sebuah class. Sebuah association class sebenarnya diperlukan apabila salah satu dari kelas yang terhubung mempunya sebuah atau beberapa atribut yang tidak layak dimiliki kelas tersebut, karena secara logis atribut tersebut lebih layak

   dimiliki oleh asosiasi yang menghubungkan kedua kelas tersebut.

4. Multiplisitas (Multiplicity)

Multiplisitas atau kardinalitas adalah jumlah banyaknya objek sebuah class yang berelasi dengan sebuah objek lain pada class lain yang berasosiasi pada class tersebut.

2. Use Case Diagram

Use case adalah deskripsi fungsi dari sebuah sistem dari perspektif / sudut pandang para pengguna sistem. Use case mendefenisikan "apa" yang dilakukan oleh sistem dan elemen-elemennya saling berinteraksi. Use case bekerja dengan menggunakan "scenario", yaitu deskripsi urutan-urutan langkah yang menerangkan apa yang dilakukan pengguna terhadap sistem maupun sebaliknya.

Fungsi dari diagram use case adalah menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem, dengan menekankan aspek-aspek apa yang dilakukan sistem bukan bagaimana sistem melakukannya. Sebuah use case merepresentasikan sebuah interaksi antara actor dengan sistem.

3. Activity Diagram

Activity diagram digunakan untuk mendokumentasikan alur kerja pada sebuah sistem, yang dimulai dari pandangan business level hingga ke operational level.

Pada dasarnya, activity diagram merupakan variasi dari statechart diagram. Activity diagram mempunyai peran seperti halnya flowchart, akan

tetapi perbedaannya dengan flowchart adalah activity diagram bisa mendukung perilaku parallel sedangkan flowchart tidak bisa.

4. Sequence Diagram

Sequence diagram menurut Munawar adalah grafik dua dimensi dimana objek ditunjukkan dalam dimensi horizontal sedangkan *lifine* diajukan dalam dimensi vertical.