

PENGAMBILAN KEPUTUSAN



Pendahuluan

Dalam lingkungan bisnis yang sangat kompetitif, para manajer dalam suatu organisasi bisnis harus memiliki kekuatan besar dalam menghasilkan kinerja keuangan untuk dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya. Para manajer dihadapkan pada berbagai pilihan yang harus diambil dalam menentukan langkah-langkah bagi perjalanan organisasinya. Oleh karena itu diperlukan alat bantu bagi para manajer dalam mengambil keputusan.

Modul ini akan membahas Teori Pengambilan Keputusan dan salah satu alat untuk mengambil keputusan yaitu *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

Setelah mempelajari modul ini, secara umum Anda dapat merangkaikan proses pengambilan keputusan. Secara khusus Anda dapat mengkategorikan jenis dan teknik pengukuran pengambilan keputusan.

Teori Pengambilan Keputusan

A. ALAT PENGAMBILAN KEPUTUSAN

Para manajer operasi merupakan para pengambil keputusan. Untuk membawa organisasinya sampai pada tujuan, manajer harus mengerti bagaimana keputusan harus dibuat dan mengetahui alat-alat apa yang tersedia bagi pengambil keputusan itu. Pada umumnya keberhasilan atau kegagalan suatu perusahaan tergantung pada kualitas keputusan yang mereka ambil. Pada kegiatan belajar ini kita akan menjelaskan pentingnya suatu model sebagai pengambil keputusan. Model ialah pernyataan sederhana dari suatu realitas, atau dapat juga dikatakan model merupakan karikatur dari suatu fenomena kompleks. Model dan teknik-teknik manajemen sains dapat membantu manajer untuk:

- (a) Memahami dengan mendalam sifat perilaku hubungan bisnis.
- (b) Menemukan cara terbaik untuk menilai hubungan-hubungan yang ada.
- (c) Melihat cara untuk mengurangi atau paling tidak memahami rencana bisnis dan tindakan-tindakannya.

Proses Keputusan

Pengambilan keputusan menggunakan analisis yang ilmiah didasarkan atas logika, mempertimbangkan semua data yang tersedia, semua alternatif yang mungkin dan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Tetapkan masalahnya dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
- b. Konstruksikan kriteria keputusan dan tujuan.
- c. Rumuskan hubungan antara tujuan dan variabel-variabel yang ada.
- d. Identifikasi dan evaluasi alternatif yang ada.
- e. Pilih alternatif terbaik.
- f. Laksanakan keputusan.

Teori Keputusan

Teori keputusan merupakan pendekatan analitik untuk memilih alternatif terbaik atau cara terbaik untuk bertindak. Ini digunakan secara luas bukan saja didalam manajemen produksi dan operasional seperti analisis produk baru, tetapi juga digunakan untuk analisis apa saja yang berkaitan dengan pengambilan keputusan manajerial.

Ada empat teori keputusan:

1. Pengambilan keputusan di bawah kondisi kepastian.
Dalam hal ini pengambil keputusan mengetahui dengan pasti konsekuensi atau hasil dari setiap alternatif keputusan yang dipilih. Sebagai contoh pengambil keputusan mengetahui dengan pasti bahwa Rp. 1 juta disimpan didalam rekening bank akan menambah Rp. 1 juta pada neraca pembukuannya.

2. Pengambilan keputusan dibawah risiko.
Pengambil keputusan mengetahui kemungkinan (*probabilitas*) akan terjadinya suatu kejadian atau konsekuensi dari tiap pilihan.
Contoh : kemungkinan terjadi hujan esok adalah 0.3 atau 30 persen.
3. Pengambilan keputusan di bawah ketidakpastian
Pengambil keputusan tidak mengetahui probabilitas kejadian yang akan terjadi untuk tiap alternatif. Misalnya Mr. X yang akan menjadi presiden pada pemilihan umum yang akan datang tidak diketahui probabilitasnya.
4. Pengambilan keputusan dengan hierarki
(*Analytical Hierarchy Process dari THOMAS SAATY*)
Pengambilan keputusan dengan hierarki disini didasarkan atas prioritas, dimana penyusunan prioritas itu memuat tiga prinsip: prinsip menyusun hierarki, prinsip menetapkan prioritas dan prinsip konsistensi logik.

Dasar-dasar Teori Keputusan

Tanpa memandang seberapa kompleks atau seberapa sulit teknik yang digunakan untuk menganalisis suatu keputusan, semua pengambil keputusan menghadapi alternatif dan situasi (*state of nature*). Notasi-notasi berikut digunakan dalam menganalisis pengambilan keputusan.

1. Terminologi

- a. Alternatif adalah pilihan strategi yang dapat diambil oleh pengambil keputusan.
- b. Situasi adalah suatu kejadian atau suatu gejala dimana pengambil keputusan mempunyai sedikit atau tidak punya kontrol sama sekali. (Contoh: cuaca esok hari atau minggu depan, tidak diketahui dengan pasti bagaimana keadaannya).

2. Lambang

Lambang (simbol) yang digunakan pada pohon keputusan (*decision tree*):

- a.  tanda bagi pengambil keputusan untuk memilih satu dari berbagai alternatif yang ada.
- b.  kejadian (*state of nature*) atau situasi dimana satu situasi akan terjadi.

Dalam menyatakan alternatif keputusan yang diambil oleh manajer, dapat dibangun suatu pohon keputusan (*decision tree*) dan tabel keputusan (*decision tables*) dengan menggunakan simbol-simbol.

Dalam mengkonstruksi pohon keputusan kita harus yakin bahwa semua alternatif dan situasi (*state of nature*) berada dalam tempat yang benar dan logik dan kita menyimpulkan semua kemungkinan alternatif dan semua situasi.

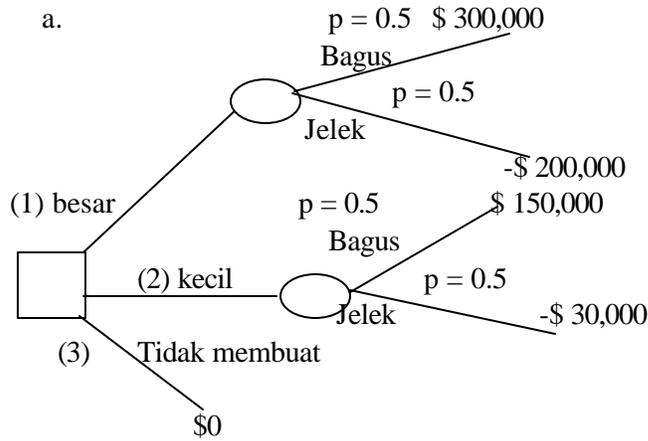
Keputusan dibawah Risiko

Contoh 1:

Perusahaan "DOYAN UNTUNG" ingin memproduksi suatu produk "A" dan sedang meneliti kemungkinan untuk memproduksi dan memasarkannya. Untuk melaksanakannya diperlukan pembuatan pabrik besar atau kecil. Pasar bagi produk tersebut dapat berhasil baik atau dapat juga rugi. Perusahaan ini tentu saja mempunyai alternatif lain yakni tidak memproduksi sama sekali. Probabilitas kejadian, imbalan atau kerugian yang didapat tertera didalam diagram pohon yang dikonstruksi.

- a. Buatlah diagram pohon keputusan produksi A tersebut!
- b. Tentukan alternatif yang dipilih!

Penyelesaian :



b. *Expected value* (nilai harapan) di (1) = $(0.5)(\$300,000) + (0.5) (-\$200,000) = \$50,000$

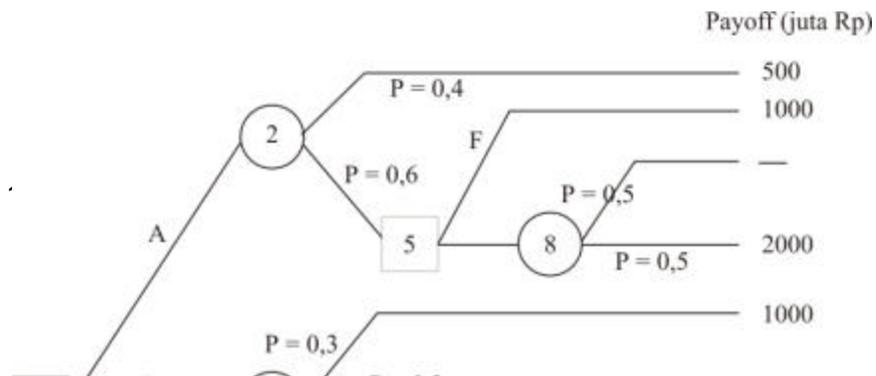
Expected value di (2) = $(0.5)(\$150,000) + (0.5)(-\$30,000) = \$60,000$

Expected value di (3) = \$0

Kesimpulannya pabrik kecil yang harus dibuat.

Contoh 2:

Divisi Pengembangan Usaha PT. HEMAT menyimpulkan adanya tiga alternatif pengembangan produk baru yang dapat digambarkan dalam bentuk pohon keputusan sebagai berikut:



1100

Biaya investasi untuk alternatif A, B, dan C masing-masing sebesar 100, 150, dan 50 milyar rupiah. Tentukan alternatif mana yang harus dipilih agar memperoleh pendapatan yang maksimal!

Penyelesaian:

$$E_8 = (0,5)(0) + (0,5)(2000) = 1000$$

$$E_5 = (1)(1000) + 1000 = 2000$$

$$E_2 = (0,4)(500) + (0,6) E_5 = 200 + (0,6)(2000) = 1400$$

$$E_A = 1400$$

$$E_9 = (0,5)(1500) + (0,5)(900) = 750 + 450 = 1200$$

$$E_6 = 1200 + 1000 = 3200$$

$$E_3 = (0,3)(1000) + (0,2)(0) + (0,5) E_6$$

$$= 300 + 0 + (0,5) (3200) = 300 + 1600 = 1900$$

$$E_B = 1900$$

$$E_7 = (0,2)(0) + (0,8)(1100) = 880$$

$$E_4 = (700)(1) + E_7 = 700 + 880 = 1580$$

$$E_C = 1580$$

Biaya investasi A = 100, maka $E_A = 1400 - 100 = 1300$

Biaya investasi B = 150, maka $E_B = 1900 - 150 = 1750$

Biaya investasi C = 50, maka $E_C = 1580 - 50 = 1530$

Jadi yang dipilih pengembangan B, karena memiliki nilai harapan terbesar yakni 1750.

Keputusan di Bawah Ketidakpastian

Kita dapat juga membuat tabel keputusan untuk membantu manajer perusahaan DOYAN UNTUNG seperti terlihat pada Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1

Alternatif	State of Nature	
	Pasar Bagus	Pasar Jelek
Bangun pabrik besar	\$ 300,000	-\$ 200,000
Bangun pabrik kecil	\$ 150,000	-\$ 30,000
Tidak usah bangun pabrik (do nothing)	\$ 0	\$ 0

Apabila kita tidak dapat melihat sama sekali situasi bisnis (*state of nature*) mengenai probabilitas pasar bagus dan jelek, ini berarti keputusan harus diambil dalam keadaan sepenuhnya tidak ada kepastian (*completely uncertain*). Untuk keperluan ini kita perlu mengetahui 3 macam kriteria untuk pengambilan keputusan dalam keadaan tidak pasti (*uncertain*):

1. *Maximax* (disebut juga *optimistic criterion*)

Kriteria ini ialah memilih maksimum dari hasil maksimum yang didapat dari berbagai alternatif.

2. *Maximin* (*pessimistic criterion*)

Kriteria ini memilih memaksimumkan hasil yang minimum bagi tiap alternatif. Dengan kata lain *least possible loss*, artinya memilih kerugian yang paling kecil.

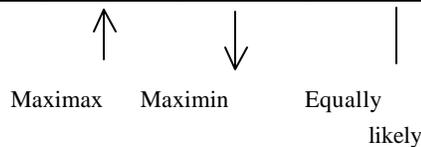
3. *Equally likely*

Kriteria ini memilih alternatif yang rata-rata imbalannya paling banyak. Kriteria ini mengasumsikan probabilitas masing-masing situasi adalah sama. Mula-mula tentukan rata-rata imbalan tiap alternatif dimana jumlah imbalan dibagi dengan banyaknya imbalan. Kemudian ambil alternatif yang terbesar.

Perhatikan Tabel 1.2. yang dilengkapi dengan *maximum row*, *minimum row* dan *row average*.

Tabel 1.2

Alternatif	State of nature		Kriteria		Rata-rata baris (Row Average)
	Pasar bagus	Pasar jelek	Max in row	Min in row	
Pabrik besar	\$ 300,000	-\$ 200,000	\$ 300,000	-\$ 200,000	\$ 50,000
Pabrik kecil	\$ 150,000	-\$ 30,000	\$ 150,000	-\$ 30,000	\$ 60,000
Do nothing	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0



Ini berarti apabila kriteria *maximax* \$300,000, berarti harus dibangun pabrik besar, kalau kriteria *maximin* -\$30,000, berarti yang dipilih pabrik kecil. Kalau kriterianya *equally likely* \$60,000, berarti yang dipilih pabrik kecil.

Expected Value of Perfect Information (EVPI) (Nilai Harapan dari Informasi Sempurna)

EVPI = Expected value under certainty - Max EMV

$$\begin{aligned}
 \text{Expected value under certainty} &= (\text{Best outcome for 1st state of} \\
 &\quad \text{nature}) \\
 &\quad \times (\text{Probability of 1st state of nature}) \\
 &\quad + (\text{best outcome for 2nd state of nature}) \\
 &\quad \times (\text{probability of 2nd state of nature}) \\
 &\quad + (\text{best outcome for last state of nature}) \\
 &\quad \times (\text{probability of last state of nature})
 \end{aligned}$$

Sebagai contoh kita gunakan data dalam kasus perusahaan DOYAN UNTUNG.

$$\begin{aligned}
 \text{Expected value under certainty} &= (0.5) (\$3,000) + (\$0) (0.5) \\
 &= \$150,000
 \end{aligned}$$

Jadi apabila kita mempunyai informasi sempurna, kita akan mengharapkan (rata-rata) \$150,000 jika keputusan dapat diulang berkali-kali.

Maximin EMV = \$60,000 yakni hasil yang diharapkan tanpa informasi sempurna.

$$\text{EVPI} = \$150,000 - \$60,000 = \$90,000$$

Contoh 3:

Manajer suatu perusahaan sedang dalam proses pengambilan keputusan apakah akan ekspansi kapasitas pabrik (20%), mempertahankan skala yang ada, atau mengurangi kapasitasnya (20%). Situasi bisnis (*state of nature*) dari hasil yang akan didapat tertera dalam Tabel 1.3 berikut.

Tabel 1.3

Keputusan	State of nature		
	Recovery	Stagnation	Recession
Ekspansi kapasitas pabrik (20%)	\$5 million	-\$1 million	-\$3 million
Tetap saja	\$3 miliion	\$2 million	\$0,5 million

Mengurangi kapasitas pabrik (20%)	\$2 million	\$1 million	\$0.75 million
-----------------------------------	-------------	-------------	----------------

Dengan menggunakan kriteria *maksimin*, keputusan apa yang akan diambil perusahaan?

Jawab:

Bagi manajer dengan pandangan yang pesimistik terhadap keputusan berbisnis, kriteria *maksimin* akan lebih sesuai daripada kriteria *maksimaks*. Dengan menggunakan kriteria *maksimin* perusahaan akan memilih mengurangi kapasitas perusahaan dengan 20 persen. Kriteria *maksimin* juga mudah diikuti, akan tetapi gagal untuk melihat mana pilihan yang "terbaik".

Contoh 4:

Bagaimana keputusan harus diambil perusahaan pada contoh 3 apabila kriterianya adalah *minimaks*?

Jawab:

Tabel berikut ini menunjukkan *potential regret* untuk tiap kombinasi keputusan dan *state of nature*. Tiap *state of nature* mempunyai suatu keputusan dimana tak ada *potential regret*. Ini terjadi jika keputusan yang benar dibuat dibawah suatu *state of nature* tertentu (khusus). Untuk mengaplikasikan kriteria *minimaks*, yang menuntut manajer membuat keputusan dengan meminimumkan kerugian *potential regret*, manajemen mengidentifikasi kemungkinan maksimum *potential regret* untuk tiap keputusan dari matriks (tabel) yang ada.

Tabel 1.4 Potential Regret Perusahaan

Keputusan	State of nature		
	Recovery	Stagnation	Recession
Ekspansi kapasitas pabrik (20%)	\$0	\$3 million	\$3.75 million

Tetap saja/mempertahankan kapasitas yang ada	\$2 million	\$0	\$0.25 million
Mengurangi kapasitas pabrik (20%)	\$3 million	\$1 million	\$0

Kemungkinan *pay off* (imbalan) terbaik jika terjadi *recovery* ialah \$5 million (lihat Tabel 1.3), yakni imbalan untuk ekspansi kapasitas 20%. Jika *recovery* betul-betul terjadi dan manajemen memutuskan untuk tidak ekspansi, atau mengurangi ekspansi, jadi mengambil pilihan "tetap saja", maka imbalan hanya \$3 million.

Ini berarti manajer mengalami *regret* $(\$5 - \$3)$ million = \$2 million.

Dengan demikian Tabel 1.4 (*Potential Regret*) didapat dari mengambil angka terbesar dari masing-masing kolom Tabel 1.3, dan menguranginya dengan angka-angka (elemen) yang ada pada tabel tersebut. Sebagai contoh, ekspansi kapasitas pabrik (20%) dengan *state of nature stagnasi*, menghasilkan \$3 million = $[2 - (-1)]$ million; dan dalam keadaan *recession* menghasilkan \$ 3.75 million = $[0.75 - (-3)]$ million, dan seterusnya. Manajemen akan memilih keputusan dengan *potential regret* yang terkecil dari matriks:

\$3.75 million untuk ekspansi kapasitas 20%

\$2 million untuk mempertahankan kapasitas yang ada (tetap saja)

\$3 million untuk mengurangi kapasitas 20%.

Ini berarti jika manajer menggunakan kriteria *minimaks*, akan memilih mempertahankan kapasitas yang ada sekarang (tetap saja), dengan minimumkan *potential regret*.

Contoh 5:

Tentukan keputusan yang akan diambil perusahaan pada contoh 3 apabila kriterianya adalah *equal probability rule*!

Jawab:

Diasumsikan masing-masing *state of nature* mempunyai kemungkinan yang sama untuk terjadi dan dihitung rata-rata

imbangan yang akan didapat. Keputusan yang diambil ialah yang mempunyai rata-rata imbalan terbesar.

Lihat Tabel 1.3.

$$\begin{aligned} \text{Ekspansi kapasitas (20\%)} &= \{[5+(-1) + (-3)] / 3\} = \$0.35 \\ &\text{million} \\ \text{Tetap seperti yang ada} &= \{[3+2+0.5] / 3\} = \$1.83 \\ &\text{million} \\ \text{Mengurangi kapasitas (20\%)} &= \{[2+1+0.75] / 3\} = \$1.25 \\ &\text{million} \end{aligned}$$

Latihan 1

Setelah mengadakan analisis yang cukup mendalam, maka "NONA ANA" manajer operasional stasiun pompa bensin ingin membangun stasiun pompa bensin dengan mempertimbangkan ukuran stasiun serta situasi pasar. Hasil analisis tertera dalam tabel berikut:

Ukuran Stasiun	Pasar Bagus (\$)	Pasar Sedang (\$)	Pasar Jelek (\$)
Kecil	50,000	20,000	-10,000
Medium	80,000	30,000	-20,000
Besar	100,000	30,000	-40,000
Sangat Besar	300,000	25,000	-160,000

Pertanyaan:

- Buatlah tabel keputusan!
- Tentukan keputusan dengan kriteria *maksimaks*!
- Tentukan keputusan dengan kriteria *maksim*!
- Tentukan keputusan dengan kriteria *equally likely*!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menyelesaikan soal ini, lihat kembali contoh-contoh pengambilan keputusan dibawah ketidakpastian.



Rangkuman

- Kualitas keputusan yang diambil oleh manajer sangat mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan suatu organisasi atau perusahaan. Untuk itu manajer harus mengerti dan mengetahui alat-alat yang digunakan dalam mengambil keputusan.
- Ada empat teori pengambilan keputusan yaitu:
 1. pengambilan keputusan dibawah kondisi kepastian
 2. pengambilan keputusan dibawah risiko
 3. pengambilan keputusan dibawah ketidakpastian, dan
 4. pengambilan keputusan dengan hierarki.



Tes Formatif 1

- 1) Sebuah perusahaan ingin membangun pabrik untuk memproduksi suatu produk tiga bulan yang akan datang, tetapi manajer perusahaan tidak mengetahui berapa harga produk itu dalam bulan yang akan datang. Dia berkeyakinan bahwa 40% kemungkinan harga akan menjadi \$15 dan 60% kemungkinan harga akan \$20. Manajer harus mengambil

keputusan apakah akan berproduksi 7000 unit atau 8000 unit. Tabel berikut menunjukkan empat kemungkinan keuntungan yang didapat, tergantung pada keputusan manajemen produksi yang bagaimana harus dipilih dan dengan harga berapa.

	Keuntungan (kerugian) jika harga	
	\$15	\$20
Pilihan A : Produksi 7000	-\$3,730	+ \$31,770
Pilihan B : Produksi 8000	-\$6,000	+ \$34,000

- a. Berapa output produksi harus dipilih, jika kriterianya *expected profit* (harapan keuntungan) yang tinggi?
 - b. Misalkan perusahaan sama sekali tidak mengetahui tentang probabilitas terjadinya harga-harga tersebut. Pilihan mana yang akan diambil manajer jika kriterianya adalah: *maksimaks*, *maksimn*, *minimaks* dan *equal probability* (*equally likely*)?
- 2) Direktur Utama industri "XYZ" sedang mempertimbangkan apakah akan membangun pabrik di daerah A. Keputusannya disajikan dalam tabel berikut:

Alternatif	Situasi Pasar	
	Bagus	Jelek
Bangun pabrik besar	\$400,000	-\$300,000
Bangun pabrik kecil	\$80,000	-\$ 10,000
Tidak membangun pabrik	\$ 0	\$ 0
Probabilitas Pasar	0.4	0.6

Pertanyaan:

- a. Gambar pohon keputusan!

- b. Tentukan strategi terbaik dengan menggunakan expected monetary value (EMV)!
- c. Hitung EVPI (*Expected Value of Perfect Information*)!

2

Analitical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) diperkenalkan oleh Thomas Saaty 1971-1975 ketika di Wharton School of Economics (USA) kemudian berkembang di University of Pitsburg (USA) dan sejak 1984 diperkenalkan di Indonesia.

Prinsip Pemikiran Analitik

Untuk memecahkan masalah dengan analisis yang logik, terdapat tiga prinsip, yaitu:

- a. prinsip menyusun hierarki,
- b. prinsip menetapkan prioritas, dan
- c. prinsip konsistensi logik.

Penyusunan Hierarki

Manusia mempunyai kemampuan untuk mempersepsi benda dan gagasan, kemudian mengidentifikasinya dan mengkomunikasikan apa yang diamati. Untuk memperoleh pengetahuan yang rinci, pikiran kita menyusun realitas yang kompleks kedalam bagian yang menjadi elemen-elemen pokok, kemudian membagi bagian-bagian ini kedalam bagian-bagian lagi dan seterusnya secara hierarki. Jumlah bagian-bagian ini biasanya berkisar antara lima sampai sembilan.

Penentuan Prioritas

Manusia juga mempunyai kemampuan untuk mempersepsi hubungan antara hal-hal yang mereka amati, membandingkan sepasang benda atau hal yang serupa berdasarkan kriteria tertentu, dan membedakan kedua anggota pasangan itu dengan menimbang intensitas preferensi mereka terhadap yang satu dengan yang lainnya. Sesudah itu mereka mensintesis penilaian mereka melalui imajinasi atau dalam hal menggunakan AHP

melalui proses yang logik dan memperoleh pengertian yang lebih baik tentang keseluruhan sistem.

Konsistensi Logik

Manusia mempunyai kemampuan untuk menetapkan relasi antar objek atau antar pemikiran sedemikian sehingga koheren atau pemikiran itu saling terkait dengan baik, dan kaitan mereka menunjukkan konsistensi.

Apa yang akan dicapai dengan AHP?

Tindakan yang dilakukan oleh pemerintah, perusahaan besar, atau institusi apa saja, seringkali memberikan berbagai pengaruh pada banyak segi kehidupan. Yang menjadi masalah ialah, bagaimana mengatakan bahwa suatu tindakan adalah lebih baik dibandingkan dengan tindakan yang lain. Kesulitan menjawab pertanyaan ini disebabkan dua alasan:

1. Pengaruh-pengaruh itu kadang-kadang tidak dapat dibandingkan karena satuan ukurannya atau bidangnya berbeda.
2. Pengaruh-pengaruh itu kadang-kadang saling konflik, artinya kebaikan pengaruh yang satu hanya dapat dicapai dengan keburukan pengaruh lainnya.

Kedua alasan inilah yang menyulitkan kita dalam membuat ekivalensi antarpengaruh. Oleh karena itu diperlukan suatu skala yang luwes yang disebut prioritas yakni suatu ukuran abstrak yang berlaku untuk semua skala. Penentuan prioritas inilah yang akan dilakukan dengan menggunakan AHP.

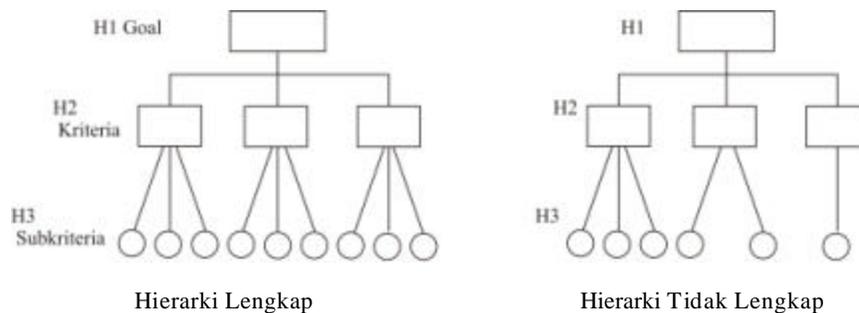
Dalam menyelesaikan persoalan dengan AHP beberapa prinsip harus dipahami, yakni: *dekomposisi*, penyesuaian komparatif, sintesis prioritas, dan konsistensi logik.

A. Dekomposisi (Memecah, Menguraikan)

Setelah mendefinisikan persoalan, lalu dilakukan dekomposisi, yakni memecah persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya, sampai tidak mungkin dilakukan pemecahan lebih lanjut, sehingga didapatkan beberapa tingkat dari persoalan tadi.

Maka dari itu proses ini dinamakan hierarki (*hierarchy*). Ada dua jenis hierarki yaitu lengkap dan tak lengkap. Yang dimaksud dengan hierarki lengkap, semua elemen pada suatu tingkat memiliki semua elemen yang ada pada tingkat berikutnya. Jika tidak demikian, dinamakan hierarki tak lengkap.

Contoh:



B. Comparative Judgement (Penyesuaian Perbandingan)

Konsep ini memberikan penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkat di atasnya. Penilaian ini merupakan inti dari AHP, karena ia akan berpengaruh terhadap prioritas elemen-elemen. Hasil penilaian ini lebih mudah dilihat bila disajikan dalam bentuk matriks (tabel) yang diberi nama matriks berpasangan (*pairwise comparison*).

Pertanyaan yang biasa dilakukan dalam menyusun skala kepentingan adalah.

1. Elemen mana yang lebih (penting/disukai/mungkin/...), dan
2. Berapa kali lebih (penting/disukai/mungkin/...)?

Dalam menentukan skala dipakai patokan sebagai berikut:

Tingkat Kepentingan	Arti
1	Sama penting satu sama lain.
3	Agak penting dibanding yang lain.
5	Lebih penting dibanding yang lain.
7	Sangat penting dibanding yang lain.
9	Mutlak penting dibanding yang lain.
2, 4, 6, 8	Nilai diantara dua penilaian yang berdekatan.

Dalam penilaian kepentingan relatif dua elemen berlaku aksioma berbalikan (*reciprocal*) yakni: jika A dinilai 3 kali B maka otomatis B adalah sepertiga A. Dalam bahasa matematika $A = 3B \quad B \rightarrow 1/3 A$.

C. Sintesis Prioritas

Dari setiap matriks berpasangan (*pairwise comparison matrix*) dicari *eigen vector*-nya untuk mendapatkan prioritas lokal (*local priority*). Untuk mendapatkan prioritas menyeluruh (*global priority*) harus dilakukan sintesis di antara prioritas lokal. Prosedur melakukan sintesis berbeda menurut bentuk hierarki.

D. Konsistensi Logik

Manusia mempunyai kemampuan untuk menetapkan relasi antar objek atau pikiran sedemikian sehingga koheren atau pemikiran itu saling terkait dengan baik, dan kaitan mereka menunjukkan konsistensi.

Ada dua arti konsistensi:

1. Objek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi.

Contoh: anggur dan kelereng dapat dikelompokkan dalam ukuran yang seragam (sama-sama bulat), tetapi jika hierarkinya adalah rasa, maka mereka tidak dapat dikelompokkan dalam satu kelompok yang sama.

2. Menyangkut tingkat hubungan antara objek yang didasarkan atas hierarki tertentu.

Contoh: Madu 5 x lebih manis daripada gula.
Gula 2 x lebih manis daripada sirup.

Jadi madu 10 x lebih manis daripada sirup.

Kalau madu hanya 3 x lebih manis daripada sirup, maka penilaian dianggap tidak konsisten, dan proses penilaian harus diulangi untuk memperoleh sintesis penilaian yang lebih tepat.

Pengukuran

Orang umumnya was-was, malah mungkin curiga, kalau bilangan dipakai dalam proses pengambilan keputusan tradisional. Tetapi bilangan yang dipilih dengan tepat, dapat menggambarkan variasi perasaan dengan lebih tepat ketimbang kata-kata ataupun pidato. Menghadapi kompleksitas, kita sering kehabisan kata-kata untuk mengekspresikan secara memadai kesadaran penuh kita akan apa yang kita rasakan sedang terjadi. Kata-kata membatasi perspektif perasaan kita.

Bilangan digunakan dengan cara berlainan dalam peradaban kita untuk mengukur segala macam pengalaman fisik. Aplikasi ini

dapat kita terima. Yang menjadi pertanyaan adalah, apakah kita memperluas dan membenarkan penggunaan bilangan secara masuk akal, mudah dimengerti, untuk mencerminkan perasaan kita tentang berbagai permasalahan sosial, ekonomi dan politik? Kiranya perlu direnungkan, apakah bilangan merupakan sekedar barang antik yang memberi ilusi ketepatan yang lebih besar daripada yang kita mampu rasakan? Atau memang kita telah rugi besar karena tidak menyadari bahwa bilangan merupakan kreasi dari pikiran kita untuk mencerminkan berbagai perasaan dan kekhususan. Rasanya kita belum menyadari dan menghargai nilai bilangan dalam memecahkan persoalan kompleks dan tak terstruktur.

Segera akan kita lihat secara singkat bagaimana asal-usul bilangan digunakan dalam kehidupan untuk mengukur persepsi kita tentang berbagai stimulan fisik. Kemudian kita akan melihat bahwa bilangan juga dapat digunakan untuk mencerminkan dengan akurat pertimbangan subjektif kita serta intensitasnya. Bilangan dapat digunakan untuk membedakan antar stimulan yang tidak berwujud maupun stimulan fisik. Pada bagian berikutnya dibahas tentang kebutuhan akan skala baru yang memaparkan satu cara sederhana pemakaian bilangan untuk *mensintesis* hasil-hasil. Cara ini dengan tepat menggambarkan perasaan intuitif serta pemahaman kita tentang hasil yang kita rasa akan keluar. Keuntungannya adalah bahwa perbedaan penilaian yang lebih halus dapat diidentifikasi pengaruhnya pada hasilnya, dan bahwa kita dapat menampung pendapat yang berbeda-beda dalam kerangka pengambilan keputusan.

Kebutuhan akan Skala Baru

Sama seperti kita dapat membedakan dan mengukur berbagai hubungan fisik, misalnya meter untuk panjang dan detik untuk waktu, kita juga mampu berbuat yang sama pada hubungan yang abstrak. Kita memiliki kemampuan untuk serangkaian perasaan dan diskriminasi, yang memungkinkan kita untuk mengembangkan hubungan antar elemen dari suatu persoalan,

serta menetapkan elemen mana yang mempunyai pengaruh terbesar pada pemecahan yang diinginkan. Dalam menangani hal kongkret, seperti mereparasi mobil, kita menangkap intensitas pengaruh yang berbeda-beda melalui indera kita, dengan mendengarkan sebuah motor yang rusak atau melihat suatu kebocoran, atau setelah diperhalus melalui penggunaan instrumen ilmiah seperti *voltmeter* atau pengukur tekanan. Proses pengukuran prioritas pengaruh inilah yang kita gunakan untuk memecahkan persoalan.

Jadi, untuk menetapkan intensitas pengaruh dari berbagai komponen suatu sistem, kita harus melakukan sejenis pengukuran pada suatu skala dengan satuan semacam pon, detik, mil dan dolar. Tetapi, skala-skala seperti ini membatasi sifat dari gagasan yang dapat kita tangani. Faktor sosial, politik dan kualitatif lainnya tidak dapat secara masuk akal ditaksir dengan pengukuran fisik atau ekonomi. Lalu, apa yang kita perbuat?

Kita dapat merancang skala yang memungkinkan kita mengukur berbagai sifat yang tidak berwujud, sebagaimana skala untuk mengukur suatu ciri fisik. Pada bagian sebelumnya memperlihatkan skala demikian untuk mengukur pengaruh prioritas dalam sistem yang tidak terstruktur. Cara baru untuk menaksir sifat yang tidak berwujud ini harus dapat tetap berlaku dalam bidang di mana satuan ukurnya sudah diketahui, sehingga dapat digunakan untuk memeriksa validitas dari suatu metode. Sesungguhnya banyak contoh menunjukkan bahwa rancangan untuk mengukur prioritas ini dapat digunakan untuk memberi hasil yang sesuai dengan pengukuran skala rasio klasik pada fisika, ekonomi, dan bidang lain, di mana ukuran standarnya sudah ada.

Untuk mengukur prioritas, kita membandingkan elemen yang satu dengan yang lain. Peribahasa lama bahwa orang tidak dapat membandingkan apel dengan jeruk adalah keliru. Apel dan jeruk mempunyai banyak persamaan sifat: ukuran, bentuk, rasa, aroma, warna, banyak kulit, banyak cairan dan seterusnya. Kita mungkin lebih menyukai jeruk karena beberapa sifatnya dan

lebih menyukai apel karena sifat-sifat lainnya; selain itu, kekuatan preferensi kita dapat berbeda-beda. Kita mungkin tak acuh terhadap ukuran dan warna, tetapi mempunyai preferensi kuat untuk rasa, yang mungkin berubah lagi sepanjang hari. Perbandingan yang rumit ini muncul dalam kehidupan nyata berulang kali dan sejenis pendekatan matematis diperlukan untuk membantu kita menetapkan prioritas-prioritas dan melakukan pertimbangan. Inilah pendekatan *Proses Hierarki Analitik*.

Eigen Vector Sebagai Prioritas

Ada banyak cara menentukan prioritas untuk matriks berpasangan. Akan tetapi karena penekanan pada *konsistensi*, menyebabkan digunakan *eigen value*.

Contoh (1) matriks A

$$\begin{matrix}
 E & \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \end{bmatrix} \\
 P & \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 1 & 2 \end{bmatrix} \\
 K & \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

Harus dicari suatu *vector* (bilangan yang akan dijadikan bobot prioritas) w_1, w_2, w_3 sehingga berlaku:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (1.1)$$

Seandainya dapat dicari nilai w_1, w_2, w_3 maka w_1, w_2, w_3 itu dinamakan *eigen vector* dari matriks berpasangan itu, dan n adalah suatu bilangan yang dinamakan *eigen value*.

Kalau hubungan (1.1) tidak dipenuhi untuk suatu nilai w_1, w_2, w_3 , maka matriks berpasangan itu dikatakan *tidak konsisten*.

Sekarang kita coba secara manual menentukan w_1, w_2, w_3 .

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{11}{6} \quad \frac{7}{2} \quad 6$$

jumlah menurut kolom

$$\begin{matrix} \mathbf{E} \\ \mathbf{P} \\ \mathbf{K} \end{matrix} \begin{bmatrix} \frac{6}{11} & \frac{4}{7} & \frac{3}{6} \\ \frac{3}{11} & \frac{2}{7} & \frac{2}{6} \\ \frac{2}{11} & \frac{1}{7} & \frac{1}{6} \end{bmatrix}$$

Langkah pertama: jumlahkan bilangan-bilangan yang ada pada tiap kolom.

Langkah kedua : tiap bilangan yang ada dalam masing-masing kolom dibagi dengan bilangan menurut kolom.

Contoh: kolom 1

$$1: 11/6 = 6/11$$

$$1/2 : 11/6 = 3/11$$

$$1/3 : 11/6 = 2/11$$

Langkah ketiga: Jumlahkan masing-masing baris dan dibagi tiga (sebab kolomnya ada tiga)

$$E = 1/3 (6/11 + 4/7 + 3/6) = 0.538$$

$$P = 1/3 (3/11 + 2/7 + 2/6) = 0.296$$

$$K = 1/3 (2/11 + 1/7 + 1/6) = 0.166$$

$$\text{Jadi } eigen \text{ vector-nya diperkirakan } \begin{cases} 0.538 \rightarrow E \\ 0.296 \rightarrow P \\ 0.166 \rightarrow K \end{cases}$$

Artinya bobot/prioritas E terhadap matriks berpasangan adalah sekitar 54%; bobot P = 30% dan K = 16%.

Catatan: Cara ini hanya melalui pendekatan dan sepanjang masih sederhana dapat digunakan. Apabila kolom dan baris banyak dan hierarkinya juga banyak maka perhitungan menggunakan *computer program EXPERT CHOICE*.

Hubungan Eigen Vector sebagai Prioritas dengan Konsistensi

Ada banyak cara untuk mencari *eigen vector* (prioritas) suatu matriks berpasangan. Mengingat perhitungan harus memenuhi azas konsistensi, maka digunakan rumus *eigen value*. Misalkan elemen-elemen dari suatu tingkat hierarki ialah E_1, E_2, \dots, E_n dan bobot pengaruh mereka adalah w_1, w_2, \dots, w_n . Misalkan $a_j = w_i/w_j$ menunjukkan kekuatan (bobot) E_i jika dibandingkan dengan E_j . Matriks dengan angka-angka a_{ij} ini dinamakan matriks berpasangan (*pairwise comparison*) yang diberi simbol A. Matriks A ini adalah matriks *reciprocal*, mengingat $a_{ij} = 1/a_{ji}$. Ingatlah jika $A = 2B$, maka $B = 1/2 A$. Apabila pemikiran kita sempurna, artinya tiap elemen matriks berpasangan memenuhi aturan $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}$ untuk semua i, j, k ; maka matriks A dinamakan *konsisten*. Kemudian perhatikanlah manipulasi matematik berikut:

$$a_{ij} = w_i/w_j \quad \text{dimana } i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$a_{ij} (w_j/w_i) = 1$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \cdot 1/w_i = n \quad \text{dimana } i = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{atau } \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j = n w_i \quad \text{dimana } i = 1, 2, \dots, n$$

Jika ditulis dalam bentuk matriks, maka hubungan terakhir ini adalah $A_w = n_w$. Bentuk terakhir ini menunjukkan bahwa w merupakan *eigen vector* dari matriks A dengan *eigen value* n .

Apabila a_j tidak didasarkan atas ukuran mutlak (seperti w_1, w_2, \dots, w_n), tetapi pada penilaian subjektif, maka a_{ij} akan menyimpang dari ratio w_i/w_j yang sesungguhnya, akibatnya $A_w = n_w$ tidak dipenuhi lagi.

Untunglah ada dua sifat dalam teori matriks memberikan bantuan:

Pertama, jika Z_1, \dots, Z_n adalah bilangan-bilangan yang memenuhi persamaan $A_w = Z_w$ dimana Z merupakan *eigen value* dari matriks A , dan jika $a_i = 1$ untuk tiap i , maka

$$\sum_{i=1}^n Z_i = n$$

Karena itu jika $A_w = Z_w$ dipenuhi, maka semua *eigen value* sama dengan nol, kecuali *eigen value* yang satu, yaitu sebesar n . Maka jelas dalam kasus konsistensi, n merupakan *eigen value* A terbesar.

Kedua, jika salah satu a_{ij} dari matriks *reciprocal* A berubah sangat kecil, maka *eigen value* juga berubah sangat kecil. Kombinasi keduanya menjelaskan bahwa jika diagonal matriks A terdiri dari $a_{ii} = 1$ dan jika A konsisten, maka perubahan kecil pada a_{ij} menahan *eigen value* terbesar, Z_{maks} dekat dengan n , dan *eigen value* sisanya dekat ke nol. Karena itu masalahnya adalah jika A merupakan matriks berpasangan (*pairwise comparison*), untuk mencari vector prioritas, harus dicari w yang memenuhi $A_w = Z_{\text{maks}} w$.

Perubahan kecil a_{ij} menyebabkan perubahan Z maksimum, penyimpangan Z maksimum dari n merupakan ukuran konsistensi. Indikator konsistensi diukur dengan *Consistency Indeks* (CI) yang dirumuskan $CI = (Z_{\text{maks}} - n)/(n-1)$. AHP mengukur seluruh konsistensi penilaian dengan menggunakan *Consistency Ratio* (CR) yang rumusnya:

$$CR = \frac{CI}{\text{Random Consistency Index}} \text{ atau}$$

Biasa ditulis $CR = CI/RI$.

Suatu tingkat konsistensi yang tertentu diperlukan dalam menentukan prioritas untuk mendapatkan hasil yang sah (*valid*). Nilai CR mestinya tidak lebih dari 10%. Jika tidak penilaian yang telah dibuat mungkin dilakukan secara random dan perlu direvisi.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

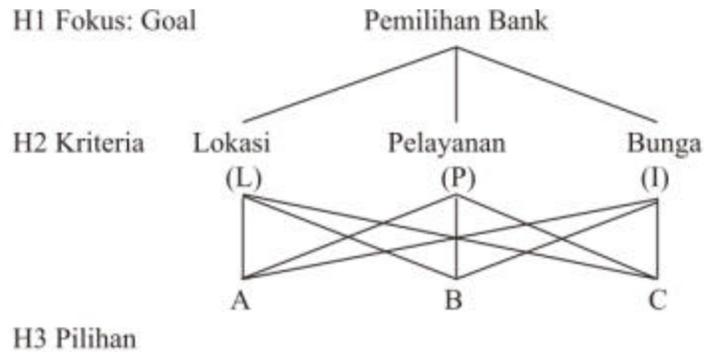
Salah satu cara melakukan revisi penilaian ialah: Susunlah matriks rasio prioritas w_i/w_j . Buat matriks selisih absolut $a_j - w_i/w_j$ dan berusaha merevisi penilaian pada elemen (elemen-elemen) dengan selisih terbesar. Dalam hal ini tidak perlu diperhatikan bahwa w_i/w_j dapat lebih besar dari 9.

Contoh (2)

$$\text{Suatu matriks } A = \begin{pmatrix} 1 & 9 & 7 \\ 1/9 & 1 & 1/5 \\ 1/7 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

memiliki *eigen vector* (bobot prioritas) $(w_1, w_2, w_3) = (0.77, 0.06, 0.17)$ dan $CR = 17.25\%$. Oleh karena itu A perlu direvisi, sebab CR lebih besar dari 10%. Selisih absolut terbesar adalah antara a_{12} dengan w_1/w_2 . Jadi kita ganti a_{12} dengan $w_1/w_2 = 13$, dan diperhitungkan kembali bobot prioritas, menghasilkan $(w_1, w_2, w_3) = (0.81, 0.04, 0.15)$ dan $CR = 3.5\%$. Tampak ada perbaikan konsistensi.

Contoh (3)



Matriks berpasangan untuk GOAL

GOAL	L	P	I	Eigen Vector (Prioritas)
L	1	1/2	1/4	0.14
P	2	1	1/2	0.29
I	4	2	1	0.57

CR=0

Untuk L sebagai acuan suatu matriks dan dihitung *eigen value*

L	A	B	C	Eigen Vector
A	1	1/2	1/4	0.13
B	2	1	1/4	0.21 CR = 0,08
C	4	2	1	0.66

Lakukan juga untuk P sebagai acuan

P	A	B	C	Eigen Vector
A	1	1/3	1/5	0.109 CR = 0,003
B		1	1/2	0.309
C			1	0.582

Demikian juga untuk I sebagai acuan dan hitung *eigen value*.

I	A	B	C	Eigen Vector
A	1	7/5	2/3	0.312 CR = 0,00
B		1	1/2	0.227
C			1	0.461

Sintesis disusun sebagai berikut:

L	P	I
0.13	0.109	0.312
0.21	0.309	0.227
0.66	0.582	0.461

L	P	I	Vector prioritas menyeluruh
---	---	---	-----------------------------

	(0.14)	(0.29)	(0.57)	
A	0.13 (0.14) +	0.109 (0.29) + 0.312 (0.57) =		0.23
B	0.21 (0.14) +	0.309 (0.29) + 0.227 (0.57) =		0.25
C	0.66 (0.14) +	0.582 (0.29) + 0.461 (0.57) =		<u>0.52</u>
				1.00

Karena tiap matriks mempunyai $CR < 10\%$, maka hasil akhir jelas $CR < 10\%$, jadi konsisten A = 23%; B = 25%; C = 52%.

Dengan demikian bank C lebih dipilih (52%), kemudian baru bank B (25%) dan terakhir bank A (23%).

Latihan 2

- 1) Tuan Ahmad ingin mengambil keputusan dalam hal pembelian mobil. Untuk keperluan tersebut ia mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi keputusannya yakni:

Harga (H), biaya pemeliharaan (S), kenyamanan (N), simbol status (gengsi) (G). Mobil-mobil yang akan menjadi pilihan adalah merk A, B, dan C.

Pertanyaan

- Buatlah struktur hierarki keputusannya!
- Buatlah susunan matriks berpasangan masing-masing hierarki serta berikan angka-angka menurut pendapat Anda, lalu tetapkan alternatif mana yang dipilih!

Petunjuk Jawaban Latihan

Pelajari kembali contoh-contoh pada Kegiatan Belajar 2.



Rangkuman

- Dalam pengambilan keputusan dengan AHP, terdapat tiga prinsip pemikiran analitik yaitu: (1) prinsip menyusun hierarki, (2) prinsip menetapkan prioritas, dan (3) prinsip konsistensi logik.
- Beberapa prinsip yang harus difahami dalam menyelesaikan persoalan dengan menggunakan AHP adalah: (1) dekomposisi, (2) penyesuaian komparatif, (3) sistesis prioritas, dan (4) konsistensi logik.



Tes Formatif 2

- 1) Jika Anda diminta untuk memutuskan pembelian rumah, maka:
 - a. Tuliskanlah kriteria (faktor) yang menjadi pertimbangan utama bagi seseorang untuk membeli rumah (paling sedikit empat faktor)!
 - b. Buatlah matriks berpasangan dan isilah tiap sel matriks itu dengan angka yang Anda pilih, kemudian tentukan bobot prioritas atau eigen vektornya!

Petunjuk Penggunaan Program EXPERT CHOICE

Program ini menggunakan satu disket kerja dalam versi DOS.

Langkah-langkah penggunaan programnya adalah sebagai berikut:

1. Munculkan A prompt pada layar A:\>
2. Ketik EC kemudian tekan enter A:\> ec ↓
3. Muncul di layar paling bawah model name:
4. Ketik nama file yang diinginkan, misal model name: pilih

5. Muncul dalam layar paling bawah (new model) A:\ pilih ok Y or N
6. Ketik Y kemudian tekan enter Y ↵
7. Muncul dalam layar



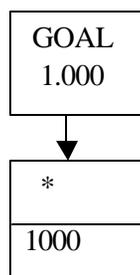
8. Di layar bagian bawah muncul perintah:

Redraw, Compare, Synthesize, Print, Edit, Mark, Jump, Global, Quit/?

9. Ketik E untuk memilih Edit, di layar akan muncul:

Insert, Delete, Replicate, Cut, Paste, Node, Name, Glossary or (ESC)

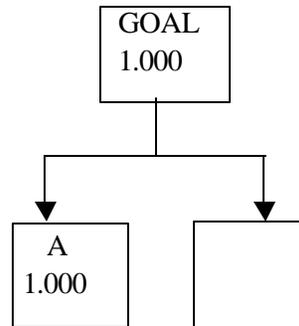
10. Ketik **I** untuk memilih Insert, maka di layar akan muncul kotak kriteria :



Letakkan kursor pada * Ketik inisial kriteria, misalnya A ↵

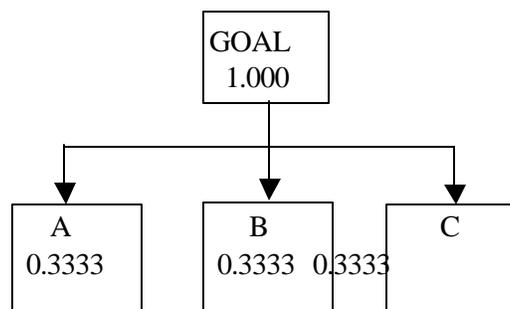
Muncul definisi dalam layar. Ketik definisinya, misalnya definisi: pelayanan ◀

11. Lanjutkan mengisi kriteria kedua



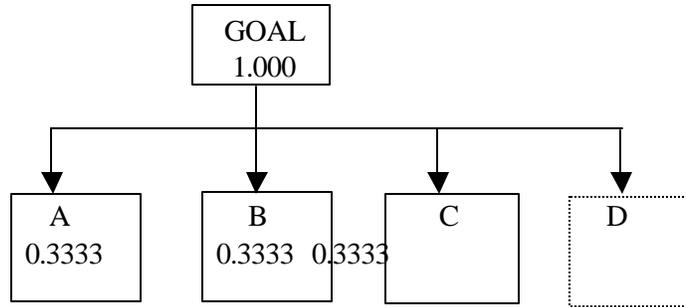
Ketik inisial kriteria, misalnya B
Muncul definisi dalam layar. Ketik definisinya, misalnya definisi: lokasi ◀

12. Lanjutkan mengisi kriteria ketiga:



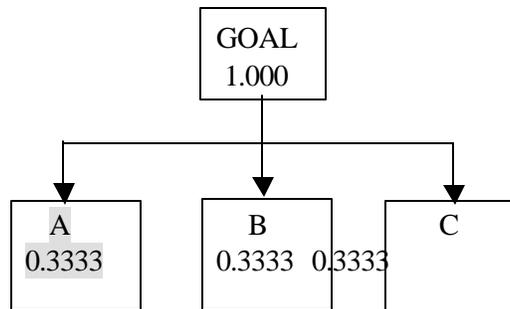
Ketik inisial kriteria, misalnya C
Muncul definisi dalam layar. Ketik definisinya, misalnya definisi: bunga ◀

13. Setelah definisi diketik kemudian ditekan enter, muncul layar:

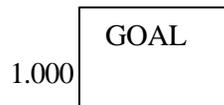


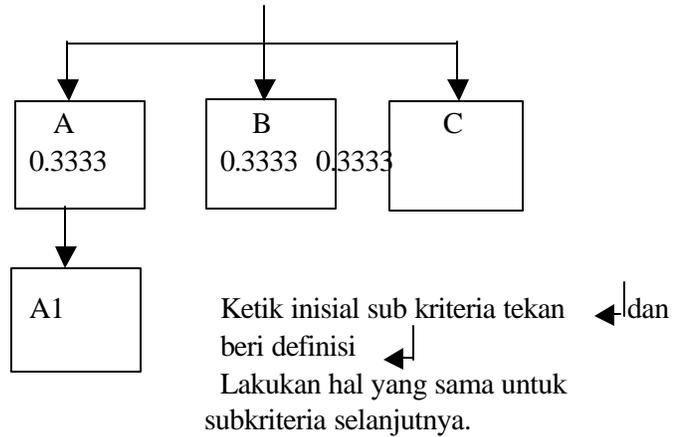
Jika tidak ada kriteria lagi tekan ESC, maka kotak keempat akan hilang.

14. Jika akan mengisi sub kriteria, letakkan kursor pada kotak A.

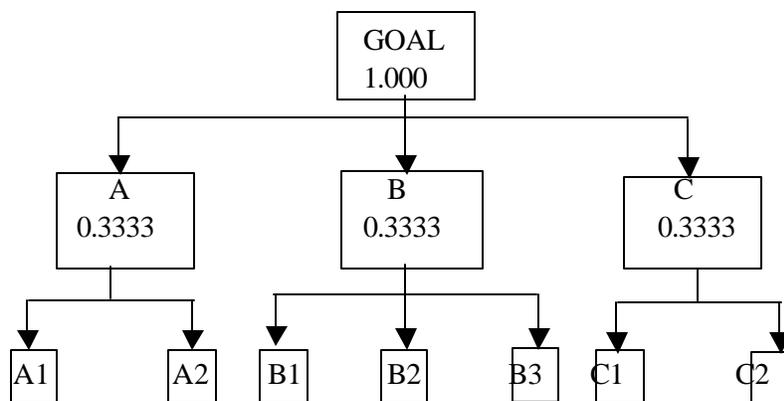


15. Ketik / kemudian ketik **E** (Edit), kemudian ketik **I** (Insert) dilayar akan muncul:

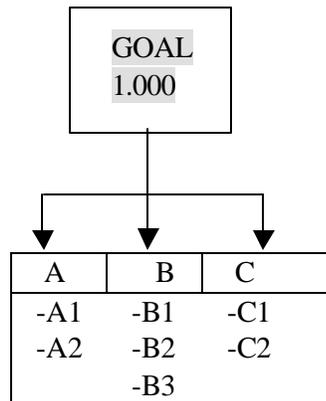




16. Misalnya subkriteria A ada 2 yaitu A1 dan A2, tekan ESC, kemudian pindahkan kursor ke B dan buat subkriteria dan definisinya. Lakukan hal yang sama untuk C.
17. Misalnya A mempunyai 2 subkriteria, B mempunyai 3 subkriteria dan C mempunyai 2 subkriteria, maka didapatkan gambar pada layar sebagai berikut:



18. Setelah selesai pindahkan kursor ke GOAL, tampak gambar lengkap sebagai berikut.



Selanjutnya dibuat matrik komparasi pada masing-masing hierarki, kemudian dilakukan sintesis.

Catatan:

- (1) Dalam mengisi sel-sel matriks dengan angka yang telah ditetapkan, tanyakan kepada instruktur yang mendampingi.
- (2) Untuk memperbaiki *inconsistency ratio*:
 - Tekan / kemudian pilih Computer, muncul matriks
 - Tekan Alt F1, dalam matriks akan muncul petunjuk saran perbaikan
- (3) Untuk mengetahui *Sensitivity Analysis*:
 - Tekan / kemudian pilih Utility, tekan Sensitivity
- (4) Untuk melihat kriteria alternatif tekan F6

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) a. Gunakan EV.
b. Lihat kembali sub bab keputusan dibawah ketidakpastian.
- 2) a. Silakan gambar sendiri.
b. Pabrik kecil.

c. $EVPI = \$ 134.000.$

Tes Formatif 2

1) a. Harga, lingkungan, jarak tempuh, model

b.

	H	L	J	M	Eigen Vector
H	1	.	.	.	
L		1	.	.	
J			1		
M				1	

Daftar Pustaka

- Adam, Everett E. Jr. and Ronald J. Ebert, 1995, *Production and Operations Management*, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Anderson, David R., Sweeney D.J., and Williams T.A., 1995, *Management Science*, Minnesota: West Publishing Co.
- Badan Pusat Statistik, 1996, Analisis Input – Output Indonesia 1995, Jakarta: BPS.
- Eppen, G.D., Gould F.J., and Schmidt C., 1989, *Quantitative Concepts For Management*, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Moore, Lee and Taylor, 1996, *Management Science*, New York: Allyn & Bacon.
- Render, Barry et al., 2002, *Quantitative Analysis For Management*, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Heizer and Render, B., 1999, *Production and Operations Management*, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Saaty, Thomas L., 1998, *Decision Making For Leader: AHP*, Pittsburgh: Pittsburgh University Press.

5. Muncul dalam layar paling bawah (new model) A:\ pilih ok
Y or N
6. Ketik Y kemudian tekan enter Y ←
7. Muncul dalam layar

GOAL 1.000

8. Di layar bagian bawah muncul perintah :

**Redraw, Compare, Synthesize, Print, Edit, Mark, Jump,
Global, Quit/?**

9. Ketik E untuk memilih Edit, di layar akan muncul :

**Insert, Delete, Replicate, Cut, Paste, Node, Name, Glossary
or (ESC)**

10. Ketik I untuk memilih Insert, maka di layar akan muncul
kotak kriteria :

3)

