
• *Arya Wirabhuana*
• *Tutik Farihah*
• *Cahyono Sigit Pramudyo*

K **Analisis** **Keputusan:**

*Sebuah Pengantar dalam perspektif
Teknik Industri*



Diterbitkan oleh :

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA
TAHUN 2008

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim

Assalamu'alaikum. Wr.Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan KaruniaNya sehingga penulisan buku ajar dengan judul **ANALISIS KEPUTUSAN : Sebuah Pengantar dalam perspektif Teknik Industri** ini pada akhirnya dapat diselesaikan.

Buku ini dimaksudkan untuk dapat menunjang kegiatan pembelajaran pada mata kuliah **ANALISIS KEPUTUSAN** yang biasa diberikan dalam 2 atau 3 satuan kredit semester pada program studi Teknik Industri / Teknik dan Manajemen Industri atau sebagai pengantar untuk lebih mendalami topik metode Analisis Keputusan dalam perspektif Teknik Industri. Pokok – pokok bahasan yang tercakup dalam buku ini dimulai dari tinjauan teoritis dan implementasi akan berbagai metode Pengambilan Keputusan dan kaitannya dengan konsep sistem dalam bidang ilmu Teknik / Manajemen Industri, sampai pada penggunaan paket aplikasi pengambilan keputusan dan beberapa contoh kasus penyelesaiannya.

Adapun sistematika pemulisan dibagi dalam dua belas BAB yang terdiri dari :

Bab.1. Pengenalan pada Analisis Pengambilan Keputusan

Bab.2. Model Keputusan pada kondisi resiko dan ketidakpastian

Bab.3. Nilai Utilitas pada Pengambilan Keputusan

Bab.4. Teori Permainan

Bab.5. Simulasi Monte Carlo

Bab.6. Teknik Keputusan Statistik

Bab.7. Metode Analisis Pohon Keputusan

Bab.8. Metode Analisis Hirarki Proses

Bab.9. Pendekatan Dinamika Sistem dalam Analisis Keputusan

Bab.10. Analisis Keputusan dengan Influenced Diagram

Bab. 11. Pengenalan Sistem Pendukung Keputusan

Bab. 12. Beberapa Studi Kasus Analisis Keputusan

Dalam proses penyusunan buku ini, telah banyak pihak yang turut serta membantu dan memberikan kontribusi sehingga buku ini pada akhirnya dapat

terselesaikan. Oleh karena itu, perkenankan kami selaku penulis untuk menyampaikan Ucapan Terimakasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. **Dekan Fakultas Sains dan Teknologi** UIN Sunan Kalijaga yang bersedia memfasilitasi terbitnya buku ini.
2. **Kaprodi Teknik Industri** UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan buku ini.
3. **UIN Sunan Kalijaga** yang telah memberikan bantuan dan dukungan moril maupun materiil dalam penulisan buku ajar ini.
4. **Rekan-rekan di Prodi Teknik Industri** UIN Sunan Kalijaga yang telah senantiasa memberikan masukan, input, dan saran yang berharga.
5. **Rekan-rekan di Laboratorium Terpadu** UIN Sunan Kalijaga.
6. **Pihak – pihak lain** yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Tiada gading yang tak retak, kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki banyak sekali kekurangan disana – sini. Untuk itu, semua masukan, saran, kritik, dan nasehat dari khalayak tentu sangat diharapkan.

Akhirnya, perkenankan kami menyampaikan harapan semoga buku ini dapat bermanfaat bagi siapapun yang ingin mempelajari Metode pengambilan Keputusan maupun sebagai penunjang proses pembelajaran Mata Kuliah ANALISIS KEPUTUSAN, terimakasih atas seluruh perhatian yang diberikan dan mohon maaf atas segala kekurangan.

Wassalamu'alaikum. Wr.Wb.

Yogyakarta, Desember 2008

Ttd,

Tim Penyusun :

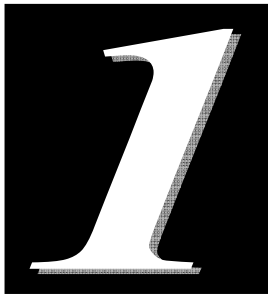
(Arya Wirabhuana , Tutik Fariyah, Cahyono Sigit P)

DAFTAR ISI

Bab	Pokok Bahasan	Hal
	Halaman Judul	<i>i</i>
	Kata Pengantar	<i>ii</i>
	Daftar isi	<i>iv</i>
BAB.1.	PENGENALAN PADA ANALISIS PENGAMBILAN KEPUTUSAN	001
	1. Pendahuluan	001
	2. Lingkungan Keputusan	002
	3. Ciri Analisis Keputusan	003
	4. Aspek Resiko dan Ketidakpastian dalam Pengambilan Keputusan	006
	5. Kaitan Investasi dan Hasil dalam Keputusan	009
BAB.2.	MODEL KEPUTUSAN PADA KONDISI RESIKO DAN KETIDAKPASTIAN	014
	1. Pendahuluan	014
	2. Model Keputusan dan Kondisi Resiko	014
	3. Keputusan dalam Kondisi Ketidakpastian	017
	4. Studi Kasus	021
BAB.3.	NILAI UTILITAS PADA PENGAMBILAN KEPUTUSAN	023
	1. Pendahuluan	023
	2. Pembuatan Kurva Utilitas	025
	3. Fungsi Utilitas terhadap Resiko	027
	4. Probabilitas Obyektif dan Subyektif	029
BAB.4.	TEORI PERMAINAN	032
	1. Pendahuluan	032
	2. Metode Penyelesaian dengan “Pure Strategy”	033
	3. Metode Penyelesaian dengan “Mixed Strategy”	035
BAB.5.	SIMULASI MONTE CARLO	038
	1. Pendahuluan	038
	2. Pembuatan Nilai Random Distribusi Normal	041
	3. Pembuatan Nilai Random Distribusi Uniform	042
BAB.6.	TEKNIK KEPUTUSAN STATISTIK	047
	1. Pendahuluan	047
	2. Statistik Bayesian	047

BAB.7.	METODE ANALISIS POHON KEPUTUSAN	056
	1. Pendahuluan	056
	2. Penggunaan Diagram Pohon dalam Persoalan Deterministik	057
	3. Penggunaan Metoda Bayesian dalam Diagram Pohon	060
	4. Metode Pemilihan Nilai dalam Analisis Keputusan	063
	5. Contoh Kasus Penyelesaian Menggunakan Pohon Keputusan	067
BAB.8.	METODE ANALISIS HIRARKI PROSES	071
	1. Pendahuluan	071
	2. Daftar Pertanyaan / Kuestioner	075
	3. Matrik (Attributes)	076
	4. <i>Matrix, Priority Weight, dan Consistency Ratio / CR</i>	079
	5. Bobot Prioritas untuk Alternatif	080
BAB.9.	PENDEKATAN DINAMIKA SISTEM DALAM ANALISIS KEPUTUSAN	084
	1. Pendahuluan	084
	2. Pengertian Konsep Dinamika Sistem	085
	3. Manajemen Tradisional	085
	4. <i>Cybernetics</i>	086
	5. Simulasi Komputer	086
	6. Filosofi	086
	7. Aplikasi Konsep Dinamika Sistem pada Masalah Manajerial	089
	8. Definisi Model Dinamika Sistem	089
	9. Klasifikasi Model Dinamika Sistem	093
	10. Metodologi Model Dinamika Sistem	094
	11. Bentuk Model Dinamika Sistem	099
	12. Prinsip Formulasi Model	101
BAB.10.	ANALISIS KEPUTUSAN DENGAN INFLUENCED DIAGRAM	104
	1. Pendahuluan	104
	2. Aturan Dasar <i>Influenced Diagram</i>	106
	3. Beberapa Konsep <i>Influenced Diagram</i>	108
	4. <i>Deterministic Node</i>	112
BAB.11.	PENGENALAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN	115
	1. Pendahuluan	115
	2. Bagian – Bagian SPK	117
	3. Teknik Perancangan dan Pengembangan SPK	122
	4. Seputar APK	127

BAB.12	BEBERAPA STUDI KASUS ANALISIS KEPUTUSAN	132
	1. Studi Kasus 1	132
	2. Studi Kasus 2	135
	3. Studi Kasus 3	139
	4. Studi Kasus 4	141
	5. Studi Kasus 5	146
DAFTAR PUSTAKA		151



BAB. 1. PENGENALAN PADA ANALISIS PENGAMBILAN KEPUTUSAN

1. PENDAHULUAN

Proses pengambilan keputusan sangat dikenal secara umum dan secara sadar maupun tidak pernah dilakukan oleh setiap orang pada keadaan dan kesempatan yang berbeda satu dengan yang lainnya. Namun demikian pada hakekatnya keputusan yang diambil oleh seseorang akan mempunyai makna, tujuan maupun akibat yang sangat bervariasi tergantung dari banyak faktor, seperti tingkat kepentingan dari masalah yang sedang dihadapi, lingkungan eksternal pada proses pengambilan keputusan dan kondisi internal individu pengambil keputusan itu sendiri. Pengambilan keputusan bagi sebagian orang merupakan suatu seni karena banyak mengkombinasikan faktor yang bersifat kualitatif yang dikombinasikan dengan situasi dimana keputusan nantinya akan berperan. Memang sangat tidak mungkin suatu pengambilan keputusan dapat seluruhnya dipelajari sehingga seseorang nantinya akan mampu memunculkan suatu keputusan yang baik, tepat dan bermakna karena banyaknya faktor yang terlibat didalamnya serta adanya keterbatasan tingkat kemampuan dari pengambil keputusan itu sendiri.

Dalam pembicaraan ini pengambilan keputusan yang akan dibahas difokuskan pada jenis keputusan yang dapat didekati dengan analisis kuantitatif atau dengan pendekatan suatu metoda dengan melibatkan beberapa asumsi masalah yang

bersifat kualitatif yang diusahakan untuk dapat ditransfer menjadi masalah yang terkuantifikasi. Dengan demikian analisis keputusan dapat diartikan sebagai suatu prosedur logis dan kuantitatif pada proses dan pengambilan keputusan dengan yang terjadi pada situasi yang kompleks, dinamis, dan tidak pasti, serta adanya persaingan yang disebabkan oleh adanya keterbatasan sumber.

2. LINGKUNGAN KEPUTUSAN

Pada dasarnya lingkungan / situasi keputusan dapat dibagi menjadi :

- ***Certainty*** : adalah suatu kondisi lingkungan keputusan dimana parameter yang mempengaruhi terjadinya keputusan bersifat pasti (deterministik). Metoda pengambilan keputusan pada situasi ini banyak dibicarakan dalam riset operasional (*operational research*). Contoh : pengalokasian material dengan linier programming, optimasi persediaan dengan EOQ (*Economic Order Quantity*) dsb.
- ***Risk*** : adalah suatu kondisi lingkungan keputusan dimana parameter yang mempengaruhi terjadinya keputusan bersifat probabilistik. Dengan demikian dalam proses kuantifikasinya akan melibatkan juga estimasi tentang nilai kemungkinan yang terjadi.
- ***Uncertainty*** : adalah suatu kondisi lingkungan keputusan dimana parameter yang mempengaruhinya bersifat tidak pasti . Umumnya kondisi ini juga disertai dengan kurangnya informasi pendukung keputusan serta kejadiannya bersifat tidak berulang.
- ***Conflict*** : adalah suatu kondisi lingkungan keputusan dimana parameter yang mempengaruhi sifatnya sama dengan pengambil keputusan lain sehingga

memunculkan situasi kesamaan kepentingan. Kondisi ini dapat terjadi akibat adanya persaingan, keterbatasan sumber daya dan sebagainya.

3. CIRI ANALISIS KEPUTUSAN

Dalam pengambilan keputusan seringkali kita perlu untuk menentukan metode/teknik pengambilan keputusan, apakah dengan program linier atau program dinamis, atau analisis jaringan, atau analisis persediaan, atau analisis keputusan. Pada dasarnya semua bisa digunakan, akan tetapi keefektifannya yang menurun. Analisis keputusan sangat efektif dalam menghadapi permasalahan yang bersifat unik, tak pasti, jangka panjang dan kompleks. Sehingga apabila permasalahan manajemen usaha dan proyek dapat digambarkan dengan tabel berikut:

Tabel 1.1. : Permasalahan Manajemen dalam konteks Analisis Keputusan

	Jangka	Lingkungan	Sifat	Misal
Strategis	Panjang	Dinamis dan mempengaruhi faktor-faktor dengan ketidakpastian yang sangat rendah	Kurang bisa di program karena preferensi pengambil keputusan dapat masuk secara utuh	<ul style="list-style-type: none">• Pemilihan teknologi• Penentuan jenis investasi
Taktis	Menengah	Dinamis dan mempengaruhi faktor-faktor dengan ketidakpastian yang tinggi	Bisa di program dengan memasukkan preferensi pengambil keputusan	<ul style="list-style-type: none">• penentuan tata letak fasilitas• membeli atau membuat produk
Operasional	Pendek	Statis dan tidak mempengaruhi faktor-faktor	Bisa di program karena sifatnya berulang/continuous.	<ul style="list-style-type: none">• penentuan beban mesin• penentuan tata cara kerja

Analisis keputusan akan memiliki keefektifan yang sangat tinggi apabila jenis permasalahannya adalah permasalahan-permasalahan yang strategis dan memiliki jangka waktu panjang atau setidaknya pada level taktis. Sedangkan teknik lainnya

akan efektif di jalankan bila permasalahan operasional-lah yang dihadapi.

Ciri-ciri Analisis Keputusan adalah:

1. Adanya pengambil keputusan yang belum dapat memutuskan langkah yang sebaiknya diambil dalam menyelesaikan suatu permasalahan
2. Adanya penstrukturan analisis keputusan. Penjabaran dilakukan terhadap semua alternatif yang mungkin dapat diambil, segala informasi yang menyertai alternatif dan studi pendahuluan/eksperimentasi yang mungkin dilakukan. Semua informasi yang ada tersebut digambarkan dalam diagram keputusan yang menjabarkan seluruh perspektif permasalahan.
3. Pengambil keputusan memasukkan besaran kemungkinan dalam diagram keputusan yang mencerminkan ketidakpastian. Penjajagan kemungkinan ini dilakukan dengan menggunakan informasi yang ada, tingkat kepercayaan/pendapat para ahli serta pertimbangan subyektif dari pengambil keputusan
4. Menjabarkan preferensi pengambil keputusan terhadap resiko dalam bentuk *utility* sehingga ekspektasi *utility* tersebut dapat menjadi dasar kriteria penetapan tindakan yang optimal
5. Memilih alternatif terbaik dengan memaksimumkan harapan yang dinyatakan dalam ekspektasi *utility*. Ini merupakan dasar strategis bagi pengambil keputusan pada saat-saat tertentu dalam seluruh perspektif masalah.

Pendekatan sistematika seluruh permasalahan inilah yang membedakan dengan metode pengambilan keputusan tradisional atau intuitif dengan analisis keputusan.

Kemampuan dan keterbatasan manusia selama ini dianggap membatasi keefektifan pengambilan keputusan. Keterbatasan manusia dalam mengkaji, menganalisis,

memperoleh informasi dan memilih walaupun melalui analisis keputusan inilah yang seringkali dianggap tidak menjadikan keputusan efektif.

Uraian pendekatan di atas adalah uraian pendekatan deskriptif dalam pengambilan keputusan yakni pendekatan yang berusaha mencari jawaban keputusan dengan mengikuti perilaku sebenarnya dari manusia dalam menghadapi permasalahan.

Jenis pendekatan lain yang akan kita gunakan adalah pendekatan normatif, yaitu suatu usaha untuk memaksimalkan ekspektasi utility melalui pilihan keputusan yang optimal.

Melalui pendekatan ini maka dapatlah dirasakan bahwa kriteria yang tepat untuk digunakan dalam menyatakan suatu keputusan baik atau buruk adalah:

- Apakah seluruh informasi yang didapatkan secara tepat
- Apakah seluruh informasi telah dimanfaatkan secara penuh
- Apakah dasar-dasar rasionalitas telah diikuti dengan baik
- Apakah proses perpindahan dari satu tahap ke tahap berikutnya telah dilakukan dengan konsisten

Mengambil atau membuat keputusan adalah suatu proses yang dilaksanakan oleh pengambil keputusan berdasarkan pengetahuan, informasi yang ada untuk memaksimalkan harapan.

Dalam jenis pengambilan keputusan dimana alam mengambil peranan yang sangat penting, maka sesuatu terjadi bukan karena kemampuan orang tersebut untuk

menjadikannya tapi karena kuasa Tuhan yang menginginkannya. Jadi setelah keputusan dibuat, maka sebenarnya pengambil keputusan tidak berdaya untuk mengendalikan alam supaya keinginnya tercapai. Sehingga sangat tidak bijaksana untuk mengaitkan keputusan terbaik dengan hasil terbaik. Misalnya pengambilan keputusan membawa jas hujan atau tidak, berdasarkan keadaan saat ini dan jenis musim yang ada maka jenis keputusan yang diambil adalah tidak membawa jas hujan, akan tetapi keputusan hujan atau tidak tetap ada pada Tuhan. Hal ini sesuai dengan firman Allah S. Yassin ayat 82 :

Sesungguhnya keadaan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu hanyalah berkata kepadanya: "Jadilah!" maka terjadilah ia.

Akan tetapi bila jenis keputusan dimana hasil terbaik tergantung pada strategi yang kita gunakan, maka analisis keputusan berdasarkan semua informasi yang kita miliki sangat menentukan hasil yang akan diperoleh. Misalnya jenis teknologi mesin yang akan kita gunakan untuk memenuhi target, apakah tender *market share* perusahaan mampu menembus 40% pasaran total. Meskipun kita tetap tidak berperan menentukan hasil akhirnya akan tetapi dengan analisis keputusan yang tepat dan pemilihan alternatif terbaik maka hasil terbaik akan lebih mudah kita capai. Hal ini berdasarkan firman Allah S. Ar Ra'd ayat 11:

Bagi manusia ada malaikat-malaikat yang selalu mengikutinya bergiliran, di muka dan di belakangnya, mereka menjaganya atas perintah Allah^[767]. Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan^[768] yang ada pada diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap sesuatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya; dan sekali-kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia

4. ASPEK RESIKO DAN KETIDAKPASTIAN DALAM KEPUTUSAN

Proses pengambilan keputusan dalam lingkungan yang melibatkan resiko dan ketidakpastian umumnya tidak terjadi secara rutin dengan demikian tingkat kepentingan yang terjadi juga lebih tinggi dibandingkan proses keputusan yang bersifat berulang dan dalam lingkungan yang terkendali. Beberapa penyebab resiko dan ketidakpastian adalah :

1. Keterbatasan sumber daya : kepentingan dalam satu perusahaan terhadap sumber daya yang terbatas sangat umum terjadi. Untuk itulah pengaturan yang dilakukan dalam mendistribusikan sumber daya tersebut akan menimbulkan ketidakpastian bagi yang berkepentingan.
2. Bias data : data jika dalam proses pengumpulannya terjadi penyimpangan dari kaidah yang ada sangat mungkin tidak mampu menggambarkan keadaan populasi yang sesungguhnya. Hal ini bisa terjadi pada saat pengumpulan data atau analisis data
3. Perubahan lingkungan ekonomi eksternal : lingkungan eksternal umumnya bersifat '*uncontrolable*' sehingga perubahan yang terjadi seringkali sulit untuk diantisipasi dan memunculkan ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan yang terkait dengan lingkungan eksternal tersebut.
4. Kesalahan interpretasi data : seringpula terjadi karena keterbatasan kemampuan seseorang/pengambil keputusan, maka interpretasi data mengalami penyimpangan dari semestinya, dan akibat yang ditimbulkan adalah terjadinya bias data yang menyebabkan penyimpangan kesimpulan atau keputusan yang diambil.
5. Kesalahan analisis : proses analisis data sebenarnya dipengaruhi oleh 2 hal yaitu

: akurasi sumber data sebagai bahan analisis serta kemampuan individu untuk melakukan penterjemahan atas hasil olah data tersebut. Jika seorang pengambil keputusan karena keterbatasan kemampuannya melakukan kekeliruan analisis maka unsur ketidakpastian dalam keputusan yang dibuat akan semakin meningkat. Kendati demikian, tentu saja tidak menutup kemungkinan akan tingginya tingkat kesalahan pengambilan data bila data tidak akurat.

6. Perbedaan kemampuan manajerial : perbedaan kemampuan jelas akan menyebabkan akurasi keputusan yang berbeda atau dapat dikatakan bahwa semakin tinggi kemampuan manajerial umumnya akan mengakibatkan tingkat ketidakpastian yang lebih rendah.
7. Ketertinggalan jaman : dalam pengumpulan data kadang terjadi ketersediaan data yang sangat terbatas dan kedaluwarsa sehingga jika dipaksakan melakukan keputusan atas kondisi ini konsekuensinya keputusan yang diambil menjadi kurang bermakna. Masalah ketertinggalan ini dapat juga terjadi saat seseorang melakukan pilihan terhadap alat analisis yang kurang tepat padahal masih dimungkinkan adanya alat analisis lain yang lebih andal dan akurat.

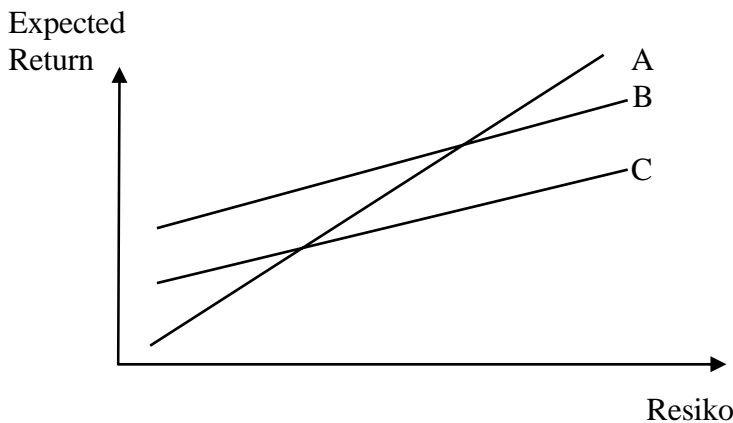
Dari masalah ketidakpastian dan resiko maka seorang pengambil keputusan dituntut untuk mereduksi masalah tersebut melalui beberapa cara sehingga hasil keputusan akan lebih dapat dipertanggungjawabkan. Beberapa cara untuk mempengaruhi ketidakpastian adalah sebagai berikut :

- Melengkapi informasi sebelum membuat keputusan : informasi yang lengkap umumnya akan menghasilkan kualitas keputusan yang lebih baik walaupun disertai dengan biaya yang lebih besar untuk pengumpulan informasi tersebut.

- Memperbesar skala operasi : skala operasi yang besar dan menghasilkan unit produksi yang lebih murah per unit produknya. Dengan meningkatkan skala operasi maka akan meningkatkan pula skala investasi yang terlibat sehingga akan meningkatkan ekspektasi hasil yang akan diperoleh (lihat gambar 1).
- Diversifikasi produk : dengan melakukan pemilihan lini produksi yang berbeda maka unjuk kerja aktivitas penjualan juga akan berbeda-beda. Keadaan ini jika suatu produk mengalami penurunan hasil, maka dapat ditutup oleh produk lain yang hasilnya lebih baik.

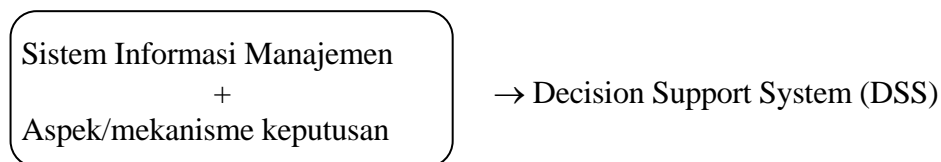
5. KAITAN INVESTASI DAN HASIL DALAM KEPUTUSAN

Kaitan antara besarnya investasi yang terlibat terhadap hasil yang diperoleh dapat digambarkan pada gambar berikut. Jika seseorang menanamkan investasi yang lebih besar (kurva A) maka pada tingkat resiko yang sama akan memperoleh hasil (*expected return*) yang lebih tinggi dibanding kurva B dan C. Demikian juga seharusnya investasi yang tinggi (kurva A) jika diberikan suatu hasil yang sama dengan investasi yang lebih rendah (kurva B dan C), sudah selayaknya resiko yang ditanggung harus lebih kecil dibanding kurva B dan C.

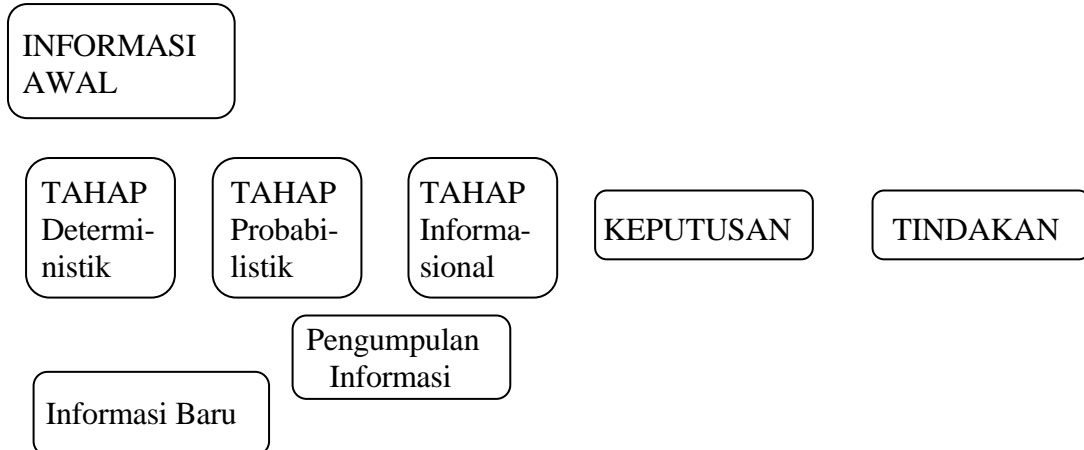


Gambar 1.1. Keterkaitan antara hasil dan resiko terhadap jumlah investasi.

Dengan demikian jika ditelaah lebih lanjut, maka analisis pengambilan keputusan akan lebih bermanfaat jika diaplikasikan pada masalah yang mempunyai karakteristik : unik (tidak berulang/*non repetitive*), pada lingkungan ketidakpastian, bersifat jangka panjang serta kombinasi masalahnya bersifat kompleks. Hubungan antara ketersediaan informasi dan keputusan yang akan dibuat secara sederhana sebenarnya merupakan kombinasi antara sistem informasi manajemen dan mekanisme keputusan sehingga menghasilkan suatu sistem pendukung keputusan (*decision support system*).



Dalam proses pembuatan keputusan jika dirinci dapat disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 1.2. Proses pengambilan keputusan.

Beberapa tahap pengambilan keputusan tersebut adalah :

- a. Deterministik : adalah proses identifikasi variabel, interaksi, penetapan nilai dan pengukuran hasil tanpa unsur ketidakpastian.
- b. Probabilistik : adalah penetapan besarnya faktor ketidakpastian pada variabel-variabel yang berperan dan penetapannya (estimasi) pada suatu nilai.

- c. Informasional : adalah penentuan nilai ekonomis atas tahap sebelumnya dikaitkan dengan tingkat ketidakpastian yang diinginkan (perlu informasi tambahan atau tidak).
- d. Keputusan : adalah tahap penentuan hasil atau solusi yang akan ditempuh sebelum dilakukannya tindakan.
- e. Pengumpulan informasi : adalah tahap dimana pengambil keputusan akan berusaha untuk memperbaiki atau meyakinkan keputusan yang akan diambil dengan melakukan pengumpulan data tambahan. Tahap ini dapat terus menerus dilakukan sampai pengambil keputusan merasa puas atas keputusan yang terjadi.

Proses pengambilan keputusan sebenarnya merupakan suatu proses yang wajar dan dapat ditelusuri (*logical analysis*) yang secara sistematis berusaha mengantisipasi kejadian masa mendatang. Untuk itulah dalam pengambilan keputusan masalah penaksiran/peramalan (*forecasting*) merupakan bagian integral yang tidak terpisahkan. Secara umum peramalan terdapat beberapa metoda :

- a. Estimasi tunggal (*single estimate*) : estimasi ini mendasarkan pada nilai rerata tunggal, sehingga kemungkinan terjadinya kesalahan cukup besar.
- b. Estimasi tunggal beserta kisaran (*single estimate and range*) : cara ini digunakan untuk melakukan penaksiran atas dasar nilai kisaran tertentu yang didasarkan pada prakiraan tunggal yang diambil.
- c. Distribusi probabilistik subyektif : cara ini dilakukan untuk mengubah kondisi ketidakpastian menggunakan interval kepercayaan tertentu untuk memunculkan suatu nilai kemungkinan tertentu.
- d. Metoda statistik dan matematik : banyak metoda yang dapat digunakan untuk

peramalan berdasar metoda matematik dan statistik, misal : korelasi, regresi, eksponential smoothing, moving average dan sebagainya.

- e. Metoda *Delphi* : metoda ini merupakan suatu estimasi bertahap yang dilakukan beberapa orang yang relevan pada bidangnya pada suatu permasalahan yang tidak dapat diperoleh data pendukungnya secara lengkap.

Perubahan dari kondisi ketidakpastian menjadi probabilistik yang terjadi dalam analisis keputusan, dilakukan berdasar pada beberapa metoda kuantitatif seperti : penentuan nilai probabilitas berdasar nilai penalti (*penalty point analysis*), *delphi method* dan sebagainya.

UNDETERMINED RISK → *PROBABILISTIK*
(*CALCULATED RISK*)

QUANTITATIVE APPROACH : merubah kualitatif → kuantitatif

Beberapa metoda yang dapat digunakan untuk melakukan analisis pada kondisi resiko dan ketidakpastian adalah :

- a. Intuisi : intuisi sering digunakan bagi pengambil keputusan yang berpengalaman, namun demikian kadang-kadang sulit ditelusuri proses pengambilan keputusan yang ditempuh. Kelemahan metoda ini adalah bersifat sangat subyektif sehingga variasi keputusan yang terjadi antar individu sangat tinggi .
- b. Metoda Konservatif : metoda ini mencirikan seorang pengambil keputusan yang bersifat '*risk avoider*' (penghindar resiko). Keputusan yang dihasilkan seringkali pesimistik sehingga sangat sering keputusannya ke arah yang *non-favorable*. Sebagai contoh jika dihadapkan pada penerimaan tahunan (*annual*

receipt) maka akan di setimasi rendah, sedangkan pada sisi pengeluaran tahunan (*annual disbursement*) akan di estimasi lebih tinggi dari keadaan normalnya.

- c. Metoda Pesimistik-Optimistik : metoda ini menggambarkan sifat seorang pengambil keputusan yang kadang-kadang bersifat pesimis (konservatif) atau pada sisi lainnya bersifat optimistik (*risk seeker*). Beberapa pendekatan di antara kedua ekstrim ini adalah : metoda Hurwicz, La Place dan sebagainya.
- d. Metoda sensitivitas : metoda ini sering digunakan dalam pengambilan keputusan secara cepat dalam waktu yang singkat. Seorang pengambil keputusan akan menentukan parameter yang sensitif terhadap perubahan, sehingga pada parameter tersebut analisis dipusatkan untuk menentukan besarnya pengaruh yang terjadi.
- e. Metoda *Breakeven* : kondisi impas (*breakeven*) adalah keadaan total biaya akan sama dengan penerimaan yang diperoleh. Dengan demikian umumnya seorang pengambil keputusan tidak akan mengambil resiko tentang apa yang dilakukan (konservatif) saat belum mencapai kondisi impas tersebut.
- f. Metoda pengurangan resiko (*risk discounting method*) : adalah metoda yang dikaitkan dengan tingkat resiko yang akan dialami oleh suatu penanaman investasi. Resiko ini dapat dituangkan dalam bentuk pengenaan tingkat suku bunga pinjaman tergantung dari kondisi internal dan eksternal atas aktivitas yang dilakukan.

2

BAB. 2. MODEL KEPUTUSAN PADA KONDISI RESIKO DAN KETIDAKPASTIAN

1. PENDAHULUAN

Beberapa model keputusan yang sederhana dapat digunakan pada kondisi yang melibatkan resiko (disertai beberapa nilai kemungkinan) dan ketidakpastian. Formulasi masalah dalam proses pengambilan keputusan akan lebih mudah disajikan dalam bentuk tabel 'pay-off' yang menggambarkan keadaan nilai tunggal kejadian kombinasi antara alternatif yang akan diambil serta kondisi yang terjadi. Dalam pembuatan pay-off matrix, harus benar-benar dipahami perbedaan antara alternatif dan kondisi, untuk itu acuan paling mudah adalah: keadaan disebut alternatif jika kondisinya dapat dikendalikan (*controlable*) oleh pengambil keputusan, sedangkan jika sebaliknya / tidak dapat dikendalikan (*uncontrolable*) maka disebut dengan kondisi.

2. MODEL KEPUTUSAN DAN KONDISI RESIKO

Untuk menyelesaikan persoalan dalam pengambilan keputusan maka dapat dilakukan tindakan awal sebagai berikut :

- identifikasi tindakan yang tersedia.
- pendugaan probabilitas
- membuat matriks *pay off*.

2.1. Expected Value

Metoda ini mendasarkan perhitungannya atas hasil perkalian antara nilai probabilitas terhadap nilai pada setiap sel perpotongan antara alternatif dan kondisi pada tabel pay-off. Sebagai contoh perhatikan matriks sebagai berikut :

Alternatif Investasi	Kondisi 1 (P=0.5)	Kondisi 2 (P=0.5)
A	-1000000	1060000
B	20000	30000

Secara sederhana alternatif tersebut di atas dapat dihitung dengan nilai harapan (*Expected Value*) sebagai berikut :

$$E(A) = -1000000(0.5) + 1060000(0.5) = 30000$$

$$E(B) = 20000(0.5) + 30000(0.5) = 25000$$

Dari hasil yang diperoleh, secara logika akan dipilih alternatif A karena memberikan hasil yang lebih besar dari alternatif B. Namun dalam keadaan nyata keputusan tersebut terasa tidak realistis karena investasi yang terlibat pada alternatif A sangat besar jika dibanding B (ingat hubungan antara tingkat investasi terhadap hasil dan resiko) untuk itu perlu dipertimbangkan aspek lainnya seperti : suku bunga, resiko dan sebagainya.

2.2. EOL (Expected Opportunity Loss)

Prinsip yang digunakan dalam metoda EOL adalah meminimumkan kerugian karena adanya pemilihan alternatif tertentu. Dengan demikian dari matrik pay-off awal yang berisi keuntungan yang dialami harus dilakukan transformasi ke matriks kerugian (*Opportunity Loss Matrix*). Hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan matriks kerugian adalah dalam penyusunan pay-off dilakukan dengan mengidentifikasi tindakan terbaik untuk tiap kondisi/peristiwa. Sebagai contoh perhatikan contoh pay-off matriks sebagai berikut :

Alternatif	Kondisi 1 (P=0.4)	Kondisi 2 (P=0.6)
A	50000	- 10000
B	15000	60000
C	100000	10000

Jika matriks ini dirubah ke OLM, maka pada setiap kondisi dipilih alternatif terbaik kemudian dicari selisih antara alternatif terbaik dan alternatif yang akan dihitung. Dengan demikian hasil OLM menjadi :

(dalam ribuan)

Alternatif Investasi	Kondisi 1 (P=0.4)	Kondisi 2 (P=0.6)
A	50	70
B	85	0
C	0	50

$$EOL_A = 0.4(50000) + 0.6(70000) = 62000$$

$$EOL_B = 0.4(85000) + 0.6(0) = 34000$$

$$EOL_C = 0.4(0) + 0.6(50000) = 30000$$

Dengan demikian disimpulkan bahwa alternatif yang dipilih adalah C, karena meminimumkan kerugian. Perhatikan pada OLM pada setiap kolom kondisi selalu terdapat nilai nol yang mencerminkan alternatif terbaik seandainya pada kondisi tersebut terjadi.

2.3. EVPI (Expected Value of Perfect Information)

Merupakan selisih antara informasi yang sempurna dengan resiko yang mungkin terjadi pada suatu kondisi. Secara cepat sebenarnya nilai EVPI selalu sama dengan nilai EOL paling optimal. Pada perhitungan di atas diperoleh nilai EOL optimal sebesar 30.000, maka hal tersebut dapat pula dihitung sebagai berikut :

$$EV \text{ (Sempurna)} = 0.4(100000) + 0.6(60000) = 76000$$

$$EV \text{ (alternatif C)} = 0.4(100000) + 0.6(10000) = 46000$$

$$EVPI = 76000 - 46000 = 30000$$

Jika dimisalkan untuk memperoleh tambahan informasi seseorang harus mengeluarkan biaya tambahan, maka jumlah maksimum biaya yang dibayarkan untuk memperoleh informasi yang sempurna sebesar nilai EOL minimum.

3. KEPUTUSAN DALAM KONDISI KETIDAKPASTIAN

Dalam kondisi ketidakpastian, maka persoalan yang diberikan tidak disertai dengan besarnya nilai kemungkinan yang terjadi. Perhatikan contoh soal dan pay-off matrix berikut ini :

Misalkan terdapat dana sebesar 100.000 yang akan diinvestasikan pada 3 alternatif yaitu : saham, obligasi atau tabungan.

Alternatif	Pertumbuhan		
	Cepat	Normal	Lambat
Saham	10000	6500	- 4000
Obligasi	8000	6000	1000
Tabungan	5000	5000	5000

3.1. Kriteria La Place

Kriteria La Place mendasarkan pada asumsi bahwa semua peristiwa (kondisi) mempunyai peluang kejadian yang sama. Oleh karena nilai probabilitas tidak diketahui, maka nilai probabilitas masing-masing kondisi sebesar 1/ jumlah kondisi. Dengan demikian dari persoalan di atas, maka besarnya probabilitas adalah 1/3 karena terdapat 3 peristiwa/kondisi.

$$EV_{\text{Saham}} = 1/3(10000) + 1/3(6500) + 1/3(-4000) = 4.167$$

$$EV_{\text{Obligasi}} = 1/3(8000) + 1/3(6000) + 1/3(1000) = 4.167$$

$$EV_{\text{Tabungan}} = 1/3(5000) + 1/3(5000) + 1/3(5000) = 4.167$$

Berdasarkan kriteria La Place, maka penggunaan modal untuk saham, obligasi dan tabungan adalah sama menguntungkan.

3.2. Kriteria Maximin

Penggunaan kriteria ini mendasarkan pada asumsi pengambil keputusan bersifat 'risk avoider'. Prosedur yang dilakukan adalah :

- Dipilih nilai terkecil untuk setiap alternatif
- Diantara alternatif terpilih diambil nilai terbesar sebagai pilihan terbaik.

Alternatif	Pay Off Terkecil
Saham	- 4000
Obligasi	1000
Tabungan	5000 (*)

Dengan demikian alternatif terpilih berdasar kriteria Maximin adalah alternatif tabungan.

3.3. Kriteria Maximax

Kriteria Maximax mendasarkan pada asumsi pengambil keputusan bersifat '*risk taker*' (optimistik). Prosedur yang digunakan adalah :

- Dipilih nilai terbesar untuk masing-masing alternatif

Diantara alternatif terpilih diambil nilai terbesar sebagai pilihan yang terbaik.

Alternatif	Pay Off Terkecil
Saham	10.000 (*)
Obligasi	8.000
Tabungan	5.000

Dengan demikian berdasar kriteria Maximax seorang pengambil keputusan akan memilih alternatif saham.

3.4. Kriteria Hurwicz

Kriteria ini merupakan kompromi antara kriteria Maximin dan Maximax karena diasumsikan pengambil keputusan jarang sebagai 'risk avoider' atau 'risk taker' yang sempurna. Untuk itu diberikan koefisien optimisme 'a'.

Alternatif	Maximax	Maximin
Saham	10.000	- 4.000
Obligasi	8.000	1.000
Tabungan	5.000	5.000

Jika diketahui $a = 0.6$, maka nilai tiap alternatif adalah :

$$\text{Saham} = 10000(0.6) + (-4000(0.4)) = 4400$$

$$\text{Obligasi} = 8000(0.6) + 1000(0.4) = 5200$$

$$\text{Tabungan} = 5000(0.6) + 5000(0.4) = 5000$$

Sehingga dapat disimpulkan berdasar kriteria Hurwicz akan dipilih alternatif obligasi.

3.5. Kriteria Regret (Minimax Regret)

Kriteria ini mengasumsikan bahwa pengambil keputusan mengalami kerugian bila suatu peristiwa terjadi. Prosedur yang digunakan adalah :

- Hitung 'Opportunity Loss' pada pay off matrix.
- Pilih nilai maximal tiap alternatif, kemudian pilih yang minimal sebagai yang terbaik.

(dalam ribuan)

Alternatif	Cepat	Normal	Lambat	pay off terbesar
Saham	0	0	9	9
Obligasi	2	0.5	4	4 (*)
Tabungan	5	1.5	0	5

Dengan demikian berdasarkan kriteria Minimax Regret, kesimpulan yang diambil adalah menanamkan investasi pada bentuk obligasi.

4. STUDI KASUS

Kasus 1:

Seorang petani mempunyai alternatif pilihan komoditas sebagai berikut:

	Kondisi Musim		
	Jelek	Normal	Baik
Tebu	75.000	125.000	225.000
Padi	115.000	160.000	200.000
Palawija	100.000	170.000	215.000
Buah-buahan	60.000	200.000	325.000

Tentukan pilihan dengan:

- Kriteria La Place
- Kriteria Maximin
- Kriteria Maximax
- Kriteria Hurwicz (dengan koef: 0,7)
- Kriteria Regret

Kasus 2

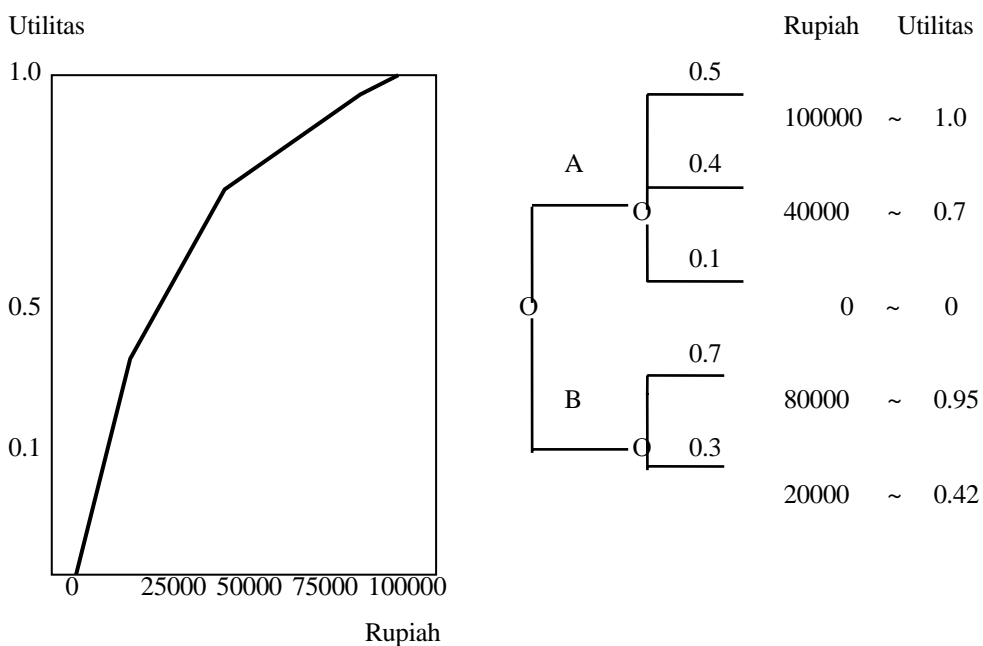
Panitia malam pengumpulan dana sedang menghadapi tiga alternatif pilihan untuk menentukan tema lawakan Asmuni cs yang akan dipentaskan di sebuah hotel berbintang, yaitu tema horor (X), percintaan (Y) atau perjudian (Z). Untuk itu Asmuni cs telah mempunyai tarif pertunjukan untuk masing-masing tema berturut-turut yaitu: Rp 8 juta; Rp 10,5 juta dan Rp 7 juta. Panitia memperkirakan ada korelasi antara tema lawakan dan besarnya dana yang terkumpul. Perkiraan dana terkumpul adalah Rp 60 juta (horor); Rp 85 juta (percintaan) dan Rp 70 juta (perjudian). Menurut panitia penyelenggara keberhasilan pengumpulan dana tsb berfluktuasi tergantung jumlah kursi yang terisi saat pertunjukan berlangsung, yaitu: Sangat Berhasil semua kursi terisi penuh sehingga 100% perkiraan dana dapat terkumpul (O1); Berhasil sehingga hanya 75% dana terkumpul (O2); Cukup Berhasil sehingga 50% dana terkumpul (O3) dan Gagal sehingga hanya 35% dana terkumpul (O4). Sebagai rasa solidaritasnya kelompok lawak Asmuni cs menyampaikan ke panitia bahwa jika dana tidak terkumpul penuh 100% maka mereka akan menyumbangkan 25% dari tarif pertunjukan mereka untuk malam dana tersebut.

3

BAB. 3. NILAI UTILITAS PADA PENGAMBILAN KEPUTUSAN

1. PENDAHULUAN

Nilai utilitas adalah pencerminan preferensi pengambil keputusan tentang suatu keadaan (misalnya: kesukaan, kegunaan, dan sebagainya). Umumnya nilai utilitas berkisar antara : 1 (utilitas sempurna) dan 0 (utilitas terjelek). Perhatikan contoh pada diagram pohon serta kurva nilai utilitasnya.



Jika diselesaikan dengan expected utility adalah :

$$\text{Alt. A Expected utility} = 0.5(1.0)+0.4(0.7)+0.1(0) = 0.780$$

$$\text{Alt. B Expected utility} = 0.7(0.95)+0.3(0.42) = 0.791$$

Maka berdasar kurva utilitas yang tersedia, maka :

$$EU = 0.780 \text{ ekuivalen dengan Ekuivalen Tetap} = 48000$$

$$EU = 0.791 \text{ ekuivalen dengan Ekuivalen Tetap} = 49000$$

Permasalahan yang muncul sekarang adalah bagaimana fungsi utilitas tersebut dapat dibuat ?

Fungsi utilitas berguna untuk :

- mempermudah permasalahan ketidakpastian
- membantu mengungkapkan preferensi
- menghindari ketidakpastian proses

Karena penghitungan nilai utilitas mempunyai batas, maka untuk menghitung nilai selain dari yang diketahui dapat digunakan cara intrapolasi dan ekstrapolasi. Contoh penentuan nilai utilitas adalah sebagai berikut :

1. Misalkan range yang dipilih : \$ 0 s/d \$ 10000

$$\text{dengan nilai utilitas } U[\$0] = 1 \text{ dan } U[\$10000] = 20$$

2. Misalkan $P(\$0) = 0.5$ dan $P(\$10000) = 0.5$

$$P(\$3000) = 0.4 \text{ dan } P(\$20000) = 0.6$$

3. Penentuan $U[\$3000]$:

$$U[\$3000] = P(\$0)U[\$0] + P(\$10000)U[\$10000]$$

$$= 0.5(1) + 0.5(20)$$

$$= 10.5$$

Penentuan $U[\$20000]$:

$$U[\$10000] = P(\$3000) U[\$3000] + P(\$20000) U[\$20000]$$

$$20 = 0.4 + 0.6 U[20000]$$

$$U[\$20000] = 26.3$$

Misalkan kurva utilitas suatu proyek mempunyai nilai seperti gambar di atas, dan diberikan kemungkinan keluaran adalah sebagai berikut :

Mendapat hasil \$ 20 juta (Prob: 0.05)

Mendapat hasil \$ 10 juta (Prob: 0.15)

Mendapat hasil \$ 0 juta (Prob: 0.30)

Mendapat hasil \$ 2 juta (Prob: 0.50)

Tentukan hasil dengan *expected monetary method* dan *expected utility method* !

Jawab :

Monetary Outcome	Prob.	MO x Probabilitas	Utilitas	Utilitas x Probabilitas
\$ 20 juta	0.05	\$ 1.0 juta	26.3	1.31
\$ 10 juta	0.05	\$ 1.5 juta	20.0	3.00
\$ 0 juta	0.05	\$ 0 juta	1.0	0.30
\$ - 2 juta	0.05	\$ - 1 juta	- 10.0	- 5.00
\$ 1.5 juta				- 0.39
<i>Expected Monetary</i>			<i>Expected Utility</i>	

Dari hasil pada tabel terlihat bahwa walaupun *expected utility* negatif, namun hal tersebut proyek tidak selalu membuat *expected monetary* mengalami nilai yang negative pula, terbukti pada perhitungan ini menunjukkan nilai *expected monetary* yang positif.

2. PEMBUATAN KURVA UTILITAS

Prosedur pembuatan fungsi utility adalah sebagai berikut :

- Penentuan Batas Nilai :

Batas nilai terendah dan tertinggi harus ditentukan lebih dulu sehingga tercatat dalam fungsi yang akan dibuat.

– Pengungkapan Fungsi Utility

Pada dasarnya fungsi utility terbentuk dari kumpulan titik ET (Ekuivalen Tetap) sehingga semakin banyak titik ET yang diketahui maka fungsi utility akan lebih mudah dibuat.

Contoh :

- Ditentukan besar kemungkinan berkisar Rp.10 juta s.d Rp.30 juta

Sehingga :

Rp.10 juta ~ utility = 0 → diperoleh titik (10j,0)

Rp.30 juta ~ utility = 1 → diperoleh titik (30j,1)

- Kemudian dilakukan penjajagan nilai ekuivalen tetap :

Penjajagan dilakukan dengan menanyakan kemungkinan terjadinya nilai Rp. 10 juta dan Rp. 30 juta.

(Misal: diperoleh P=0.5 untuk Rp.10 juta)

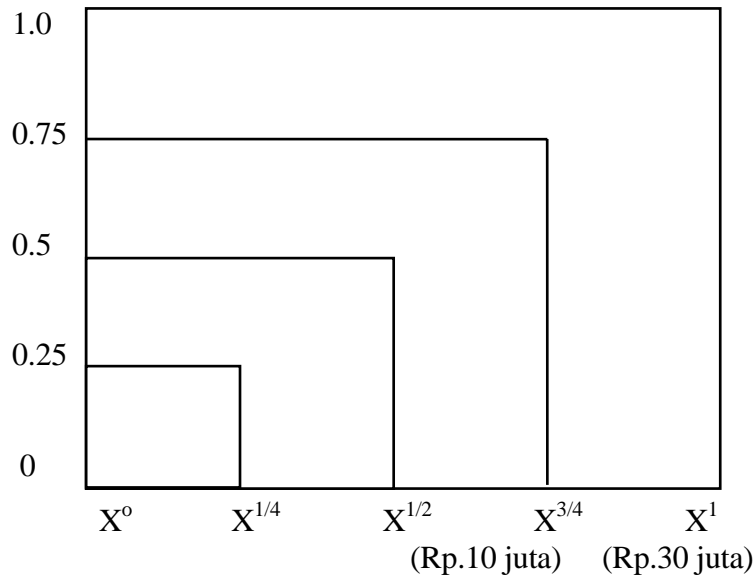
P=0.5 untuk Rp.30 juta).

Penentuan titik ekuivalen tetap :

$$\begin{aligned} - U(X^{1/2}) &= 0.5U(X^0) + 0.5U(X^1) \\ &= 0.5(0) + 0.5(1) = 0.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - U(X^{3/4}) &= 0.5U(X^1) + 0.5U(X^{1/2}) \\ &= 0.5(0) + 0.5(1) = 0.75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - U(X^{1/4}) &= 0.5U(X^{1/2}) + 0.5U(X^0) \\ &= 0.5(0) + 0.5(1) = 0.25 \end{aligned}$$



Gambar 3.1. kurva utilitas netral.

3. FUNGSI UTILITAS TERHADAP RESIKO

Pembuatan fungsi utilitas terhadap resiko lebih mudah jika dimisalkan seseorang mempunyai 1 lembar kupon hadiah langsung, dengan kemungkinan:

$P=0.5$, apabila menang mendapat hadiah senilai Rp. 1.000.000,-

$P=0.5$, apabila kalah tidak mendapatkan hadiah apapun Rp.0,-

Kemudian orang tersebut menjual kupon tersebut seharga :

- a. Rp. 300.000,- (Menghindar Resiko)
- b. Rp. 500.000,- (Netral)
- c. Rp. 700.000,- (Mengambil Resiko)

3.1. Menghindar Resiko (*Risk. Avider*)

Terdapat selisih antara nilai ekspektasi (Rp.500.000) dan nilai ekuivalen tetap (Rp. 300.000) yang disebut Premi Resiko (*Risk Premium*).

3.2. Netral

Netral adalah sebuah pilihan yang membuat pengambil keputusan memiliki Nilai Premi Resiko = 0.

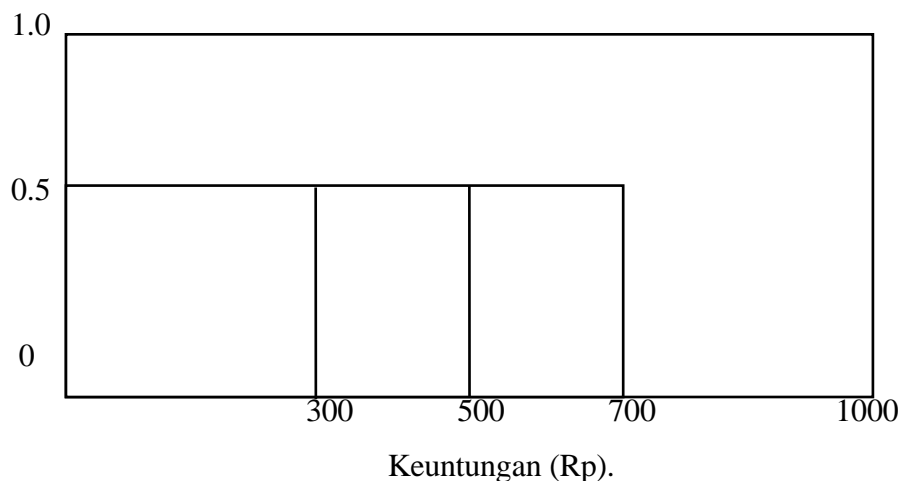
3.3. Mengambil Resiko (*Risk Seeker*)

Nilai Premi Resiko adalah negatif.

$$\text{PREMI RESIKO} = \text{NILAI EKSPRESI} - \text{EKUIVALEN TETAP}$$

Jika digambarkan kondisi hasil pertukaran pada persoalan di atas akan menjadi :

Utilitas



Gambar 3.2. Premi resiko pada kurva utilitas

4. PROBABILITAS OBYEKTIF DAN SUBYEKTIF

Pengertian dari probabilitas obyektif adalah nilai kemungkinan yang terjadi tanpa diikuti oleh campur tangan pengambil keputusan terhadap suatu kejadian tidak pasti. Sebagai contoh adalah :

- data historis → forecast
- distribusi frekuensi dll

Probabilitas obyektif untuk memperolehnya perlu percobaan yang berulang-ulang sehingga kurang cocok dengan karakteristik pengambilan keputusan karena umumnya keputusan bersifat subyektif dan memerlukan waktu yang singkat. Nilai kemungkinan dalam probabilitas obyektif bersifat sebagai '*state of thing*'.

Sedangkan probabilitas subyektif beberapa ciri sebagai berikut :

- adalah nilai kemungkinan yang terjadi sebagai pecerminan
- tingkat keyakinan keputusan terhadap suatu kejadian yang tidak pasti.
- untuk memperolehnya didasarkan atas : informasi yang diperoleh, pengetahuan, intuisi/sense dll.

nilai kemungkinan sebagai '*state of mind*'.

$$\begin{array}{l} \text{Persyaratan teknis} \rightarrow \begin{cases} P(A) \geq 0, P(B) \geq 0 \\ \text{Bila } A \text{ n } B = 0, \text{ maka } P(A \cup B) = P(A) + P(B) \\ P(\text{Ruang Hasil}) = 1 \end{cases} \end{array}$$

Keputusan secara individual seringkali mempunyai ciri yang berbeda dengan keputusan kelompok. Dasar pengambilan keputusan subyektif jika diterapkan dalam skala yang besar (kelompok) umumnya akan mengarah pada probabilitas yang bersifat obyektif. Dalam pembuatan keputusan secara ekstrim terdapat 2 ciri

seseorang yaitu : ‘*selfish*’ (seorang individu mempunyai preferensi sendiri tanpa menghargai apa yang diinginkan kelompok) dan ‘*altruistic*’ (seorang individu mempertimbangkan keinginan kelompok untuk kebaikan dalam penentuan preferensinya).

Prinsip-prinsip dalam penentuan preferensi kelompok :

1. *Kaidah Preferensi Individu*

- a. *Comparability* : $a \geq b$ atau $b \geq a$
- b. *Transitivity* : Bila $a > b$ dan $b > c$
maka $a > c$
- c. *Consistency of indifference*
 $a \sim b$, bila $a \geq b$ dan $b \geq a$
- d. *Consistency of strict preference*
 $a > b \iff b < a$

2. *Universal Domain*

Pembandingan preferensi tidak dipengaruhi oleh alasan yang dipergunakan.

3. *Binary Relevance*

Bila ada pilihan yang dibatalkan dalam kelompok, maka pilihan lain dalam kelompok masih tetap.

4. *Prinsip Pareto*

Bila setiap individu menyatakan $a > b$, maka kelompok juga menyatakan $a > b$.

5. No Dictatorship

Dalam sistem sosial bila tidak terjadi kondisi preferensi individu otomatis menjadi preferensi kelompok maka masalah kediktatoran tidak terjadi.

4

BAB. 4. TEORI PERMAINAN (GAME THEORY)

1. PENDAHULUAN

Strategi usaha dapat digambarkan sebagai 'permainan' (*game*) antara dua pihak yang berlawanan. Keadaan ini muncul karena adanya kesamaan kepentingan dalam situasi persaingan. Penggunaan sumber daya yang terbatas dalam satu perusahaan juga dapat disimulasikan dalam bentuk teori permainan. Apabila pihak pertama (A) menang sebesar Rp. X,- dan hal tersebut sekaligus sebagai kekalahan pihak kedua (B), maka kondisi permainan antara A dan B disebut '*Zero Sum Game*'. Kondisi '*Non Zero Sum Game*' juga dapat terjadi jika situasi persaingan antar kompetitor melibatkan lebih dari 2 pesaing atau jika terdapat nilai pertukaran (*trade off*) yang berbeda diantaranya. Pay off matrix yang digunakan dalam teori permainan :

- Sumbu x (horisontal) menunjukkan keuntungan yang diperoleh.
- Sumbu y (vertikal) menunjukkan kerugian yang dialami.

Dalam kuantifikasinya melibatkan beberapa asumsi sebagai berikut :

1. Masing-masing kompetitor mempunyai sejumlah strategi tertentu.
2. Kedua kompetitor mengetahui bahwa masing-masing strategi tersebut dapat digunakan.
3. Keuntungan dan kerugian dapat dihitung dengan angka tunggal.
4. Kedua kompetitor tahu tentang semua keuntungan dan kerugian.

Sebagai contoh perhatikan matriks teori permainan sebagai berikut :

Strategi	Y1	Y2	Y3
X1	4	1	0
X2	3	2	3
X3	2	1	4
X4	2	1	- 1

Prosedur penyelesaian dalam teori permainan harus dilakukan secara urut sampai ditemukannya solusi optimal. Prosedur penyelesaiannya adalah sebagai berikut :

1. Lakukan dominasi nilai dalam matriks baik untuk sumbu x maupun sumbu y.
2. Hilangkan baris dan kolom yang terdominasi dari langkah 1.
3. Carilah nilai '*saddle point*' yaitu nilai yang sama hasil perpotongan antara sumbu x dan sumbu y.
4. Jika tidak dapat diperoleh nilai '*saddle point*', maka diselesaikan dengan strategi campuran (*mix strategy*).

2. METODA PENYELESAIAN DENGAN 'PURE STRATEGY'

Jika dari contoh matriks di atas akan diselesaikan, maka untuk melakukan penyelesaiannya dilakukan dominasi yaitu tahap penghilangan strategi yang tidak dominan (berpengaruh) dari kompetitor X maupun Y. Cara melakukan dominasi adalah :

- dengan membandingkan antara strategi satu dengan yang lain untuk setiap kompetitor.
- untuk keuntungan, strategi yang harus dihilangkan adalah yang memberi keuntungan terkecil, demikian pula sebaliknya.

Contoh :

Strategi	Y1	Y2	Y3
X1	4	1	0
X2	3	2	3
X3	2	1	4
X4	2	1	- 1

Dari matriks di atas maka kolom yang terdominasi adalah strategi Y1 karena mempunyai nilai yang selalu lebih tinggi (ingat untuk kolom dilihat sebagai nilai kerugian) dari kolom Y2. Sedangkan baris yang terdominasi adalah strategi X4 karena mempunyai nilai yang lebih kecil (ingat untuk baris dilihat sebagai keuntungan) dari X2. Dengan demikian matriks sisanya setelah dilakukan dominasi adalah sebagai berikut :

Strategi	Y2	Y3
X1	1	0
X2	2	3
X3	1	4

Langkah selanjutnya adalah dicari nilai ‘saddle point’ dengan mencari nilai pada baris keuntungan dengan metoda Maximin dan pada kolom kerugian dengan metoda Minimax. Nilai optimal pada baris keuntungan adalah : 2 (pada strategi X2) sedangkan nilai optimal pada kolom kerugian adalah 2 (pada strategi Y2). Dengan demikian pada langkah ini telah didapat solusi optimalnya adalah 2, dimana kompetitor Y akan menggunakan strategi Y2 dan kompetitor X akan menggunakan strategi X2.

3. METODA PENYELESAIAN DENGAN ‘MIXED STRATEGY’

Metoda ini digunakan apabila tidak dapat ditemukan 'Saddle Point' dalam pemecahan masalahnya. Perhatikan matriks sebagai berikut :

Strategi	B1	B2
S1	5	2
S2	3	4

Jika matriks ini diselesaikan dengan ‘pure strategy’, maka tidak akan diperoleh nilai optimalnya karena tidak diperoleh strategi optimal. Untuk itu dapat diselesaikan dengan strategi campuran dengan langkah sebagai berikut :

1. Hitung nilai mutlak perbedaan untuk masing-masing baris dan kolom kemudian jumlahkan.
2. Untuk masing-masing strategi gunakan perbedaan pay off sebagai pembilang dan jumlah sebagai penyebut.
3. Pindahkan bilangan langkah ke-2 tersebut untuk setiap baris dan kolom.(dari S1 ke S2 dan sebaliknya) serta (dari B1 ke B2 dan sebaliknya).

Strategi	B1	B2	Jml
S1	5	2	3
S2	3	4	1

2 2 4

Strategi	B1	B2
S1	5	2 (3/4)
S2	3	4 (1/4)

(2/4) (2/4)

Strategi	B1	B2	
S1	5	2	(3/4)
S2	3	4	(1/4)
	(2/4)	(2/4)	

Berdasarkan prosedur di atas maka dapat dihitung nilai optimalnya dengan mengalikan nilai pada setiap selnya terhadap nilai perubah pada setiap baris dan kolomnya.

$$\begin{aligned} \text{Nilai optimal} &= 5(1/4)(2/4) + 2(1/4)(2/4) + 3(3/4)(2/4) + 4(3/4)(2/4) \\ &= 3,5 \end{aligned}$$

Dapat juga masalah diatas diselesaikan dengan melakukan langkah memisalkan probabilitas suatu kolom atau baris sehingga dapat dihitung probabilitas lainnya.

Perhatikan : apabila 'p' merupakan probabilitas T1, maka probabilitas T2 adalah (1-p) , dengan demikian nilai setiap strategi S adalah :

$$S1 = p(1) + (1-p)(4) = 4-3p$$

$$S2 = p(2) + (1-p)(3) = 3-p$$

$$S3 = p(6) + (1-p)(1) = 1+5p$$

Dari matriks tersebut jelas bahwa kompetitor T akan berusaha menggunakan strategi S1 dan S3 dengan tujuan supaya kompetitor S mendapat keuntungan yang minimal (meminimasi keuntungan kompetitor). Sehingga strategi yang diharapkan digunakan oleh kompetitor S tersebut digunakan untuk mencari nilai p, dengan melakukan perpotongan dua garis sebagai berikut :

$$4-3p = 1 + 5p$$

$$p = 3/8$$

Dengan demikian nilai optimalnya dapat dicari dengan melakukan substitusi nilai p terhadap strategi S1 atau S3 sebagai berikut :

$$= S1 \text{ atau } S3$$

$$= (4-3p) \text{ atau } (1+5p) = 4-3(3/8) \text{ atau } 1+5(3/8)$$

$$= 2,88$$

Jika telah dapat dilakukan dominasi dengan cara di atas sehingga terdapat 2 strategi sisa maka dapat juga diselesaikan sebagai berikut dengan pay off matrix 2×2 :

Strategi	T1	T2	Perbedaan	Probabilitas
S1	1	4	3	3/8
S2	6	1	5	5/8
Perbedaan	5	3		
Probabilitas	5/8	3/8		

Dengan demikian optimal strategi campurannya adalah :

$$= (5/8)(3/8)1 + (5/8)(5/8)4 + (3/8)(3/8)6 + (3/8)(5/8)1$$

$$= 2,88$$

Jika pada persoalan matriks $n \times n$ pada *game theory* setelah dilakukan dominasi dan saddle point tidak dapat diperoleh solusi optimal, maka penyelesaiannya dapat dibantu dengan menggunakan program linier.



BAB. 5. SIMULASI MONTE CARLO

1. PENDAHULUAN

Simulasi Monte Carlo sering digunakan untuk melakukan analisa keputusan pada situasi yang melibatkan resiko yang melibatkan beberapa parameter untuk dilakukan pertimbangan secara simultan. Metoda ini dapat digunakan secara luas karena didasarkan pada proses simulasi dengan pilihan kemungkinan secara random. Dengan demikian jumlah iterasi yang dilakukan sangat menentukan tingkat ketelitian atas jawaban yang diperoleh. Metoda ini seringkali juga disebut dengan metoda percobaan statistik (*method of statistical trials*).

Metoda ini mengasumsikan pola kejadian variabel perhitungannya pada dua model distribusi yaitu distribusi normal dan distribusi uniform. Asumsi ini dapat melemahkan suatu kasus yang mempunyai pola distribusi di luar kedua asumsi tersebut di atas. Namun dengan sedikit melakukan usaha manipulasi statistik dengan melakukan transformasi data mentah pada variabel yang bersangkutan untuk diubah untuk memenuhi dua asumsi distribusi tersebut dapat dilakukan dengan sederhana. Dengan demikian bagi pengambil keputusan hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu sebelum menggunakan metoda ini adalah melakukan uji distribusi atas variabel perhitungan yang akan digunakan sampai memenuhi asumsi distribusi yang dipersyaratkan baru kemudian melakukan perhitungan

berdasarkan prosedur yang ada. Metoda ini didasarkan pada perhitungan yang sederhana dan dapat diadaptasi dengan komputer. Keuntungan atas fasilitas uji coba (pengulangan) yang sangat cepat pada komputer sangat membantu dalam aplikasi metoda Monte Carlo ini.

Dalam implementasinya, Monte Carlo melibatkan pemilihan secara acak terhadap keluaran masing-masing secara berulang sehingga diperoleh solusi dengan nilai pendekatan tertentu. Oleh Canada dan White (1980) dinyatakan bahwa dengan semakin banyaknya jumlah ulangan percobaan yang dilakukan maka tingkat kesalahan atas hasil yang diperoleh akan semakin kecil. Dengan demikian tingkat ketelitian atas jawaban bagi seorang pengambil keputusan dapat ditentukan sendiri atas kisaran kesalahan yang terjadi dikaitkan dengan jumlah ulangan berdasar data yang ada.

Sebagai contoh perhitungan secara manual antara penghitungan nilai harapan (*expected value*) suatu proyek perhatikan contoh berikut. Jika diberikan suatu aliran kas (*cash flow*) sebuah proyek serta nilai kemungkinan masing-masing nilai dalam cash flow tersebut adalah sebagai berikut :

Net cash flow	P (Net cash flow)	P (NCP) kumulatif
\$ 10000	0.10	00-09
15000	0.50	10-59
20000	0.25	60-84
25000	0.15	85-99

Pada kolom ketiga tabel tersebut dicantumkan nilai probabilitas kumulatif dari Net Cash Flow yang ada berdasarkan nilai probabilitas dikaitkan dengan batasan

angka random yang ada. Untuk membuat probabilitas kumulatif tersebut dilakukan dengan melihat digit ketelitian di belakang koma pada probabilitas awal. Pada soal tersebut ketelitian probabilitas terdiri dari 2 digit, maka angka random juga dengan 2 digit dengan nilai maksimal 99 (jika 3 digit mempunyai nilai maksimal 999, dst). Dengan melakukan pemilihan secara acak terhadap angka random 2 digit, maka dapat dimunculkan nilai cash cash flow yang terjadi. Seandainya dilakukan sebanyak 10 kali ulangan angka random dapat dimunculkan susunan cash flow sebagai berikut :

Angka Random	Net Cash Flow
47	\$ 15000
91	25000
02	
88	
81	
74	
24	
05	
51	
74	20000

Perhatikan proses pemunculan setiap nilai dalam kolom cash flow akan selalu mengikuti tabel sebelumnya. Sebagai contoh nilai random 47 terletak di antara kisaran angka random 10 - 59 pada baris kedua dengan nilai cash flow \$ 15.000. Demikian pula untuk angka random 91 akan terletak pada kisaran angka random 85 - 99 (lihat pada kolom probabilitas kumulatif) dengan nilai \$ 25.000. Dengan melakukan rerata atas 10 kali ulangan, maka :

Rata-rata dari cash flow tersebut adalah :

$$= \frac{17500}{10} = \$17500 \text{ (bandingkan dengan rerata pada tabel di atas)}$$

Berdasarkan perhitungan *EV (expected value)*, ternyata dihasilkan nilai rerata \$ 17.250. Dengan demikian terdapat perbedaan nilai \$ 250, jika demikian keadaannya apakah penggunaan dasar perhitungan random menjadi lebih panjang dan kurang praktis ? Pertanyaan ini dapat dikomparasikan jika dilakukan perhitungan secara simultan terhadap beberapa parameter, maka cara perhitungan dengan dasar angka random tersebut justru akan lebih praktis dan akan memberikan ketelitian jawaban yang lebih baik.

2. PEMBUATAN NILAI RANDOM DISTRIBUSI NORMAL

Angka random yang dibentuk berdasarkan distribusi normal nilainya akan mengikuti nilai frekuensi kumulatif yang terjadi dikaitkan dengan nilai random normal atau umumnya dinyatakan dalam nilai deviasi yang terjadi pada distribusi normal. Nilai dasar yang digunakan untuk membuat keluaran nilai random disebut RND (*Random Normal Deviate*). RND adalah angka random berdasarkan deviasi standar dari rerata yang diperoleh langsung dari standar distribusi normal kumulatif. Pemunculan nilai RND ini dapat diperoleh melalui grafik atau Tabel yang telah disediakan. Untuk menghitung nilai keluaran berdasar distribusi normal dapat dilakukan dengan cara :

Nilai keluaran = Rata-rata + RND (Standar Deviasi)

Sebagai contoh jika suatu proyek mempunyai umur rata-rata 8 tahun dan standar deviasi 2 tahun, kemudian akan dihitung nilai proyek tersebut berdasar distribusi normal. Berdasar ekuivalensi nilai random terhadap nilai RND berdasar grafik, maka diperoleh nilai RND sebagai berikut.

Angka random	RND
405	- 0.24
877	1.16

→ dari grafik

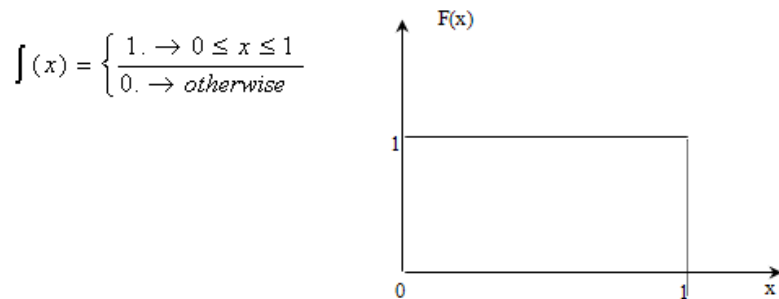
sehingga umur tersebut dapat digeneralisir :

$$- 8 - 0.24 (2) = 7.52 \text{ tahun}$$

$$- 8 + 1.16 (2) = 10.32 \text{ tahun}$$

3. PEMBUATAN NILAI DISTRIBUSI UNIFORM

Distribusi uniform mempunyai kemungkinan kejadian yang sama dengan demikian frekuensi keluaran akan konstan dan jika ditampilkan dalam bentuk distribusi frekuensi kumulatif maka akan mempunyai slope yang konstan seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 5.1. Pola distribusi uniform terhadap keluaran.

Untuk melakukan perhitungan nilai keluaran pada distribusi uniform digunakan nilai random (RN) dan dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Nilai keluaran} &= a + \frac{\text{RN}}{\text{RN}_m} (b - a) \quad \dots\dots\dots (1) \\ &= a + (\text{RN dalam desimal}) (b-a) \end{aligned}$$

$$= \frac{a + b}{2} - \frac{(b - a)}{2} + \frac{RN}{RN_m}(b - a) \dots\dots\dots (2)$$

catatan: RN = Random Number

RN_m = Random Number terbesar

a = Nilai terkecil

b = Nilai terbesar

Pada dasarnya dari kedua rumus tersebut adalah sama, tetapi ketepatan penggunaan akan ditentukan oleh jenis ketersediaan datanya. Sebagai contoh jika data disediakan dalam bentuk kisaran maka akan lebih mudah digunakan rumus (1) tetapi jika disediakan dalam bentuk rerata maka dapat digunakan rumus (2). Sebagai contoh jika suatu variabel berdistribusi uniform dengan mean = 8 dan Range = 6, maka kalau akan dihitung keluaran randomnya sebagai berikut :

$$KeluaranRandom = 8 + \frac{6}{2} + \frac{RN}{RN_m} \quad (6)$$

$$= 5 + (RN \text{ dlm desimal}) \quad (6)$$

Contoh soal : Pemakaian teknik Monte Carlo untuk analisa ekonomi proyek tunggal.

Diketahui investasi suatu mesin mempunyai distribusi normal, dengan rerata sebesar \$ 100.000 dan mempunyai standar deviasi sebesar \$ 5.000. Umur mesin tersebut berdistribusi uniform dengan umur minimal 4 tahun dan umur maksimal 16 tahun. Jika diperkirakan nilai sisa mesin (*salvage value*) sebesar \$ 10.000 pada akhir tahun pemakaian serta mempunyai nilai *Annual net cash Flow* (ANCF) dengan probabilitas sebagai berikut :

- ANCF : \$ 14.000 dgn prob : 0,4
- : \$ 16.000 dgn prob : 0,4
- : \$ 20.000 dgn prob : 0,2

Hitunglah nilai Annual Worth dengan teknik Monte Carlo dengan melakukan 5 kali pengulangan serta perhitungan didasarkan pada suku bunga (i) = 10%

Jawab :

Jawaban dari soal di atas akan terlihat lebih mudah bila ditampilkan dalam bentuk tabel. Hal yang harus diperhatikan dalam soal tersebut adalah, jika seseorang akan melakukan perhitungan dalam bentuk nilai tahunan (*Annual Worth*), maka komponen penyusunnya (investasi, umur dan penerimaan) harus diselesaikan lebih dahulu.

RND	Investasi (1)	RN	Umur Proyek (2)	N	RN	Penerimaan Tahunan (3)	Net Annual Worth (4)
0.30	\$ 101500	693	4+8.32	12	3	14000	- 400
- 0.92	95400	192	4+2.30	6	6	16000	- 4700
0.13	100650	924	4+4.10	8	1	14000	- 9000
- 0.16	99200	490	4+5.87	10	7	16000	500
0.54	102700	314	4+3.77	8	2	14000	- 4400
							Σ = - 18000

Catt :

$$(1) \text{Investasi} = [\$100.000 + \text{RND} (\$5.00)]$$

$$(2) \text{Umur} = 4 + \frac{\text{RN}}{999} (16 - 4)$$

$$(3) \text{Penerimaan / thn} = \begin{cases} \$ 14.000 \text{ untuk } 0 - 3 \\ \$ 16.000 \text{ untuk } 4 - 7 \\ \$ 20.000 \text{ untuk } 8 - 9 \end{cases}$$

$$(4) \text{NetAW} = -P\left(\frac{A}{P}, i\%, n\right) + A + 5\left(\frac{A}{P}, i\%, n\right)$$

Contoh soal : Penggunaan Simulasi Monte Carlo untuk variabel yang saling berkaitan.

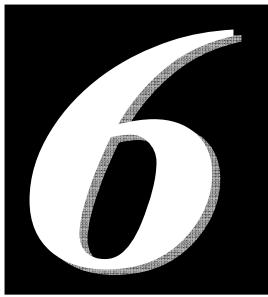
Suatu proyek mempunyai elemen umur yang berkaitan dengan distribusi ANCF (Annual Net Cash Flow) yang terjadi. ANCF diperkirakan berdistribusi normal dengan rerata \$ 10.000 dan standar deviasi \$ 2.000. Umur proyek diperkirakan berdistribusi uniform dengan nilai sebesar 0,0005 dari nilai ANCF, dengan kisaran (*range*) 6 tahun. Hitunglah nilai PW (*Present Worth*) bila $i = 10\%$.

Jawab :

RND	ANCF [10000+RND (2000)]	RN	Umur Proyek [0.0005(ANCF) -3+RN/999.6]	Umur Proyek	(P/A,i%,n)	PW = ANCF x (P/A,i%,n)
- 0.944	\$ 8112	443	3.65	4	3170	\$ 25700
- 1.140	7720	511	3.64	4	3170	24500
1.353	12706	549	6.54	7	4868	62000
0.466	10912	469	3.48	3	2487	27100
0.732	11464	656	6.65	7	4868	56000
- 1.853	6394	955	5.84	6	4355	27800
- 0.411	9188	783	6.29	6	4355	40100
0.488	10976	197	5.92	6	4355	48000
- 0.351	9298	842	6.75	7	4868	45400
- 1.336	7328	372	2.89	3	3170	18200
						$\Sigma = 374800$

$$\text{Nilai PW (rata – rata)} = \frac{374.800}{10} = 37.480$$

Dari perhitungan di atas jelas terlihat urutan yang harus dikerjakan, dimana ANCF harus dihitung terlebih dahulu karena akan mempengaruhi nilai umur proyek, sedangkan elemen umur proyek akan mempengaruhi berapa nilai suku bunga yang terjadi pada setiap baris perhitungan nilai Present Worthnya.



BAB. 6. **TEKNIK KEPUTUSAN STATISTIK**

1. PENDAHULUAN

Metoda ini seringkali dicirikan dengan penggunaan analisis statistik dalam pembuatan keputusan pada kondisi ketidakpastian dan informasi tambahan belum dapat diperoleh dengan percobaan. Kualitas suatu keputusan umumnya akan meningkat sejalan dengan lengkapnya informasi yang diperlukan untuk mengambil keputusan yang bersangkutan. Kesulitan yang sering dihadapi oleh pengambil keputusan adalah tidak adanya informasi pendukung sebelum keputusan tersebut dibuat, oleh karena itu seringkali digunakan probabilitas subyektif untuk menyatakan tingkat keyakinan pengambil keputusan. Namun dengan cara lain yang sering ditempuh untuk lebih mengurangi unsur subyektifitas tersebut adalah dengan meminta saran dari konsultan, tenaga ahli atau sekelompok orang yang mengetahui masalah yang akan diputuskan (*Delphi Method*).

2. STATISTIK BAYESIAN

Statistik Bayes (*Bayesian Statistics*) saat ini sering digunakan untuk memperbaiki kualitas keputusan dengan syarat dapat dimunculkan suatu prediksi tambahan tentang situasi yang terkait dengan keputusan yang akan diambil. Pengertian

‘perbaikan keputusan’ seharusnya dipahami sebagai suatu hal yang akan terjadi jika prediksi yang dijadikan dasar pengambilan keputusan memang mendekati kenyataan dari kejadian yang sesungguhnya terjadi. *Bayesian Statistics* dicirikan dengan terdapatnya nilai kemungkinan awal (*prior probabilities*) dan nilai kemungkinan akhir (*posterior probabilities*). Pengertian nilai kemungkinan prior adalah nilai kemungkinan awal sebelum adanya studi tambahan. Sedangkan nilai kemungkinan posterior adalah nilai kemungkinan yang terjadi setelah diketahuinya (dilakukannya) studi /percobaan tambahan.

Pemahaman perbaikan probabilitas akan lebih mudah jika dimulai dari pengertian probabilitas gabungan (*joint probability*) antar dua kemungkinan kejadian. Notasi

joint probability adalah : $P(A,B) = P(A | B) P(B)$

$P(A,B)$ = probabilitas kejadian A dan B bersama-sama.

$P(A | B)$ = probabilitas kejadian A dengan terjadinya B.

$P(B)$ = probabilitas kejadian B.

Dapat dibayangkan probabilitas gabungan dalam satu set kartu yang terdiri dari probabilitas munculnya kartu Ace dan probabilitas munculnya kartu Spade. Hal tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P(\text{Ace, Spade}) &= P(\text{Ace} | \text{Spade}) \cdot P(\text{Spade}) \\ &= (1/13) (13/52) = 1/52 \end{aligned}$$

Dengan demikian peluang munculnya kartu Ace Spade bersama-sama adalah sebesar 1/52. Sekarang dapat dicoba apakah peluang dari munculnya kartu Spade

Ace juga sama dengan $1/52$? Ternyata hasilnya setelah dicoba dengan rumus diatas adalah sama dengan demikian maka :

$$P(A,B) = P(B,A)$$

$$P(A/B).P(B) = P(B/A).P(A)$$

Apabila $P(A)$ dan $P(B) \neq 0$, maka :

$$P(A|B) = \frac{P(B|A).P(A)}{P(B)}$$

$$P(B|A) = \frac{P(B|A).P(A)}{P(B)}$$

Dari kedua *joint probability* akhirnya dapat dipahami suatu probabilitas bersyarat $P(A/B)$ dan sebaliknya sehingga mudah kita pahami tentang Teorema Bayes sebagai berikut :

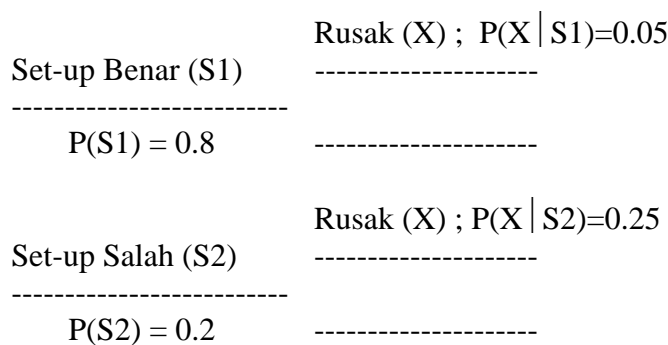
Apabila S_1, S_2, \dots, S_n adalah kejadian yang saling bertentangan (*mutually exclusive*) dan lengkap (*collectively exhaustive*), serta X adalah kejadian dalam ruang hasil tersebut dengan $P(X) = 0$, maka :

$$P(S_i|X) = \frac{P(X|S_i).P(S_i)}{\sum_i^n P(X|S_i).P(S_i)}$$

Maksud dari ‘mutually exclusive’ dan ‘collectively exhaustive’ adalah dari S_1, S_2, \dots, S_n semuanya mempunyai peluang yang sama untuk terjadi serta jika dan hanya jika satu kemungkinan akan terjadi (artinya meniadakan kemungkinan kejadian lainnya).

Sebagai contoh jika suatu peralatan diatur untuk dapat menghasilkan 200 unit produk. Apabila dalam melakukan *set-up* peralatan tersebut benar maka probabilitas produk yang rusak sebesar 0.05, sedangkan bila *set-up* peralatan tersebut adalah salah maka probabilitas produk yang rusak akan meningkat menjadi sebesar 0.25. Apabila probabilitas *set-up* peralatan secara benar sebesar 0.8 dan probabilitas *set-up* peralatan salah sebesar 0.2. Hitunglah *posterior probability* berdasarkan produk yang rusak.

Untuk mempermudah menggambarkan persoalan tersebut, maka dapat ditampilkan dalam bentuk diagram pohon sebagai berikut :



Berdasarkan pengertian probabilitas bersyarat yang ada, maka dapat dicari peluang kejadian *set-up* peralatan yang benar serta *set-up* yang salah berdasarkan produk yang rusak atau $P(S1/X)$ dan $P(S2/X)$ sebagai berikut :

$$P(S1 | X) = \frac{P(X | S1).P(S1)}{P(X | S1).P(S1) + P(X | S2).P(S2)}$$

$$= \frac{0.25 (0.8)}{0.05 (0.8) + 0.25 (0.2)} = \frac{0.04}{0.09} = 0.44$$

$$P(S2|X) = \frac{0.25 (0.2)}{0.05 (0.8) + 0.25 (0.2)} = \frac{0.05}{0.09} = 0.56$$

maka : - P(S1) sebesar 0.8 menjadi P(S1/X)

sebesar 0.44 berdasarkan X

- P(S2) sebesar 0.2 menjadi P(S2/X)

sebesar 0.56 berdasarkan X

Dengan demikian seorang pengambil keputusan tentunya menjadi ragu apakah set-up mesin tersebut memang telah baik atau belum berdasarkan perubahan hasil yang diperoleh. Dari hasil di atas menunjukkan adanya penurunan peluang kejadian set-up peralatan yang benar serta terjadinya kenaikan peluang kejadian set-up peralatan yang salah. Jika diperhatikan dalam soal di atas, maka akan memenuhi kaidah dalam teorema Bayes, dimana :

$$\sum_{i=1}^n P(S_i) = 1.0 \quad \sum_{i=1}^n P(S_i|X) = 1.0$$

Sekarang diberikan contoh soal jika dua alternatif proyek S1 dan S2 mempunyai kemungkinan terjadinya keuntungan (X1) dan kerugian (X2) serta besarnya nilai masing-masing dinyatakan dalam Present Worth (PW). Dalam persoalan ini akan dicari besarnya posterior probability berdasarkan keuntungan dan kerugian yang terjadi serta nilai ekspektasi yang terjadi dari proyek. Kondisi selengkapnya disajikan dalam diagram pohon sebagai berikut.

	Untung (X1)
Proyek S1 terjadi	PW=6000, P(X1 S1) = 0.8
PW=6000, P(S1) = 0.4	Rugi (X2)
	PW=4000, P(X2 S1) = 0.2
	Untung (X1)
Proyek S2 terjadi	PW=6000, P(X1 S2) = 0.4
PW=4000, P(S2) = 0.6	Rugi (X2)
	PW=4000, P(X2 S2) = 0.2

Jawab :

Dari keadaan awal proyek, dapat dihitung nilai ekspektasi yang terjadi sbb :

$$E(R) = 0.4 (6000) + 0.6(-4.000) = 0 \text{ (artinya proyek tersebut impas)}$$

Probabilitas posterior berdasarkan X1 (keuntungan) adalah :

$$P(S1 | X1) = \frac{P(X1 | S1) \cdot P(S1)}{P(X1 | S1) \cdot P(S1) + P(X1 | S2) \cdot P(S2)}$$

$$= \frac{0.8 (0.4)}{0.4 (0.6) + 0.4 (0.6)} = 0.57$$

$$P(S2 | X1) = \frac{0.4 (0.6)}{0.4 (0.6) + 0.8 (0.4)} = 0.43$$

Perhatikan bahwa jumlahan antara P(S1/X1) dan P(S2/X1) sama dengan 1,0 dan hal ini sesuai dengan teorema Bayes seperti di atas.

$$P(S1 | X2) = \frac{P(X2 | S1).P(S1)}{P(X2 | S1).P(S1) + P(X2 | S2).P(S2)}$$

$$= \frac{0.2 (0.4)}{0.2 (0.6) + 0.6 (0.6)} = 0.18$$

$$P(S2 | X2) = \frac{0.6 (0.6)}{0.2 (0.4) + 0.6 (0.6)} = 0.82$$

Dengan diketahuinya nilai probabilitas posterior maka dapat dihitung nilai ekspektasi bersyarat dengan terjadinya keuntungan (X1) dan kerugian (X2) sebagai berikut :

$$E(R | X1) = 0.57 (6000) + 0.43(-4000) = 1714$$

$$E(R | X2) = 0.18 (6000) + 0.82(-4000) = -2182$$

Bagi seorang pengambil keputusan, maka nilai ekspektasi negatif tentunya tidak akan dipilih sebagai tindakan yang akan dilakukan, sehingga jika diingat bahwa :

$$P(X1) = P(X1/S1) P(S1) + P(X1/S2).P(S2)$$

$$P(X2) = P(X2/S1) P(S1) + P(X1/S2).P(S2)$$

$$E(R) = \begin{cases} \$ 0 & \text{Jika } X = X2 \\ \$ 1.714 & \text{Jika } X = X1 \end{cases}$$

maka dapat diketahui nilai ekspektasi secara keseluruhan [E(R)] berdasarkan posterior probability sebagai berikut :

$$E(R) = E(R/X1).P(X1) + E(R/X2).P(X2)$$

$$= 1714 (0.56) + 0 (0.44)$$

$$= 960$$

Dari hasil tersebut di atas dapat diartikan bahwa dilakukannya penambahan informasi akan terjadi perubahan *expected return* dari 0 menjadi 960.

Secara umum Expected Return (ER) keseluruhan dengan adanya studi tambahan / sampel informasi X_j dinyatakan dalam :

$$E(R | S1) = \sum_j \max [E(\text{alternatif}) | X_j].P(X_j)$$

Perbedaan nilai antara $E(R/SI)$ dengan $E(R)$ seringkali disebut dengan EVSI (*Expected Value Sample Information*) yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$EVSI = E(R/SI) - E(R).$$

SOAL :

Suatu perusahaan elektronik mempunyai matriks pay-off sebagai berikut :

KEADAAN EKONOMI	MODEL		
	MAHAL	MEDIUM	MURAH
MENINGKAT	10	7	5
STABIL	6	8	6.5
MENURUN	2	4	7

Apabila konsultan perusahaan membuat peluang ramalan sebagai berikut :

JIKA KEADAAN EKONOMI	RAMALAN KEADAAN EKONOMI		
	MAHAL	MEDIUM	MURAH
MENINGKAT	0.7	0.2	0.1
STABIL	0.4	0.3	0.3
MENURUN	0.2	0.3	0.5

Jika diketahui probabilitas keadaan ekonomi meningkat dan stabil masing-masing sebesar 0,3. Hitung *Expected Loss Posterior* berdasar ramalan keadaan ekonomi yang meningkat.

SOAL : (314 -14,5)

Nilai sekarang dari tiga alternatif investasi (A_1, A_2, A_3) adalah :

ALTERNATIF	RAMALAN KEADAAN EKONOMI		
	BAIK P=0.25	CUKUP P=0.55	BURUK P=0.20
MENINGKAT	120	60	100
STABIL	90	70	40
MENURUN	-30	50	90

Bila X_2 ataupun X_1 terjadi, maka berdasarkan informasi sampel tambahan dapat diperkirakan kondisi sebagai berikut :

ALTERNATIF	KONDISI USAHA		
	BAIK	CUKUP	BURUK
PRIOR PROB.	0.25	0.55	0.20
POST PROB bila X_1 terjadi	0.40	0.50	0.10
POST PROB bila X_2 terjadi	0.10	0.60	0.30

Kemungkinan terjadinya X_1 ataupun X_2 masing-masing sebesar 0.5

- Tentukan $E(R)$ untuk tiap alternatif bila X_1 terjadi dan X_2 terjadi.
- Tentukan $E(R)$ berdasarkan informasi sampel yang diperoleh.
- Berapa nilai informasi sampel (EVSI)?
- Bila biaya studi/riset untuk mendapatkan informasi sampel tadi sebesar Rp.500.000,- tentukan nilai ENVSI (*Expected Net Value of Sample Information*).



BAB. 7. METODE ANALISIS POHON KEPUTUSAN (*DECISION TREE ANALYSIS*)

1. PENDAHULUAN

Decision tree sering disebut dengan pohon keputusan atau diagram pohon merupakan suatu model diagram yang menggambarkan hubungan antara beberapa alternatif tindakan serta peluang kejadian yang menyertainya dan ditujukan untuk mempermudah pengambilan keputusan. Keuntungan yang diperoleh dengan digambarkannya suatu persoalan dengan diagram pohon adalah kemudahan untuk memahami keseluruhan persoalan secara simultan. Namun demikian, dalam diagram pohon data yang disertakan umumnya merupakan data tunggal hasil perhitungan (biaya, keuntungan, jumlah unit produksi, dsb), sehingga sulit bagi pengambil keputusan untuk melakukan evaluasi ulang atas proses terjadinya data yang digunakan untuk analisis perhitungan yang dilakukan.

Pada diagram pohon dikenal adanya 3 buah simbol yang sering digunakan yaitu :

■ : simpul keputusan / tindakan

O : simpul kejadian tidak pasti

Rp : biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan keputusan.

Bagi seorang pengambil keputusan jika dalam analisisnya bertemu dengan simpul keputusan maka diharuskan membuat pilihan atas tawaran alternatif yang tersedia.

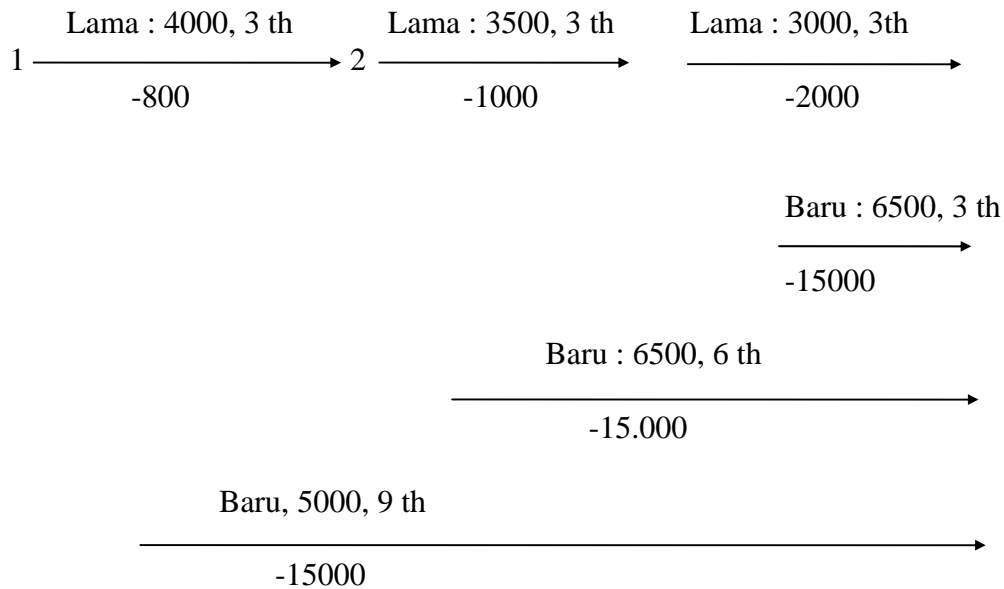
Sedangkan simpul kejadian tidak pasti menggambarkan peluang kejadian yang menyertai setiap alternatif yang ditawarkan dan akan dijadikan pertimbangan dalam pemilihan alternatif. Aturan yang sering digunakan dalam penggambaran diagram keputusan adalah pemberian nilai keuntungan di atas garis lurus penghubung antar simpul serta nilai kerugian di bawah garis lurus penghubung.

Diagram pohon dalam proses penghitungannya dilakukan secara '*rolling back*' artinya perhitungan dilakukan dari bagian paling belakang (ekor) secara berurutan ke arah depan (simpul keputusan) untuk setiap alternatif. Dari keseluruhan hasil perhitungan akhir pada setiap alternatif yang terjadi pengambil keputusan akan menentukan pilihannya. Walaupun secara teoritis keputusan terbaik selalu diusahakan pada hasil terbaik dengan nilai tertinggi (untuk keuntungan) dan terendah (untuk biaya), namun dalam praktiknya seorang pengambil keputusan kadang-kadang memilih selain yang terbaik karena beberapa pertimbangan yang sifatnya non-kuantitatif. Masalah '*intangible benefit / cost*' walaupun secara teoritis nilainya dapat diperoleh dengan pendekatan beberapa metoda, namun akurasi nilai yang diperoleh tidak selalu dapat memuaskan pengambil keputusan.

2. PENGGUNAAN DIAGRAM POHON DALAM PERSOALAN DETERMINISTIK

Suatu persoalan dimana variabel penyusunnya bersifat deterministik umumnya akan lebih mudah diselesaikan. Pada persoalan seperti ini tentu saja jika dinyatakan dalam diagram pohon tidak akan melibatkan simpul kejadian tidak pasti. Berikut ini terdapat persoalan pemilihan penggunaan mesin yang

menawarkan pilihan apakah akan tetap menggunakan mesin yang lama atau melakukan penggunaan mesin baru (peremajaan mesin).



Simpul	Monetary Outcome	Pilihan
3	Lama : 3 juta (3) - 2 juta = 7.0 juta	Lama
	Baru : 6.5 juta (3) - 15 juta = 4.5 juta	
2	Lama : 7 juta + 3.5 juta (3) - 1 juta = 16.5 juta	Baru
	Baru : 6.5 juta (6) - 15 juta = 24.0 juta	
1	Lama : 24 juta + 4 juta (3) - 0.8 juta = 35.2 juta	Lama
	Baru : 5 juta (9) - 15 juta = 30.0 juta	

Penyajian perhitungan secara ‘rolling back’ dalam bentuk tabelnya akan dimulai dari simpul ke-3 kemudian berurutan ke arah depan. penghitungan dalam bentuk tabel ini akan lebih digunakan karena akan diketahui urutan pilihan dari setiap simpul keputusannya (lihat kolom paling kanan). Dari persoalan deterministik di atas akhirnya dapat diambil **kesimpulan** : *sebaiknya menggunakan mesin yang lama selama 3 th, kemudian mengganti dengan mesin yang baru untuk waktu 6*

tahun. Harus diingat bahwa pengambilan kesimpulan selalu dinyatakan dalam kurun waktu selama 9 tahun sesuai dengan lama pembandingan mesin pada soal.

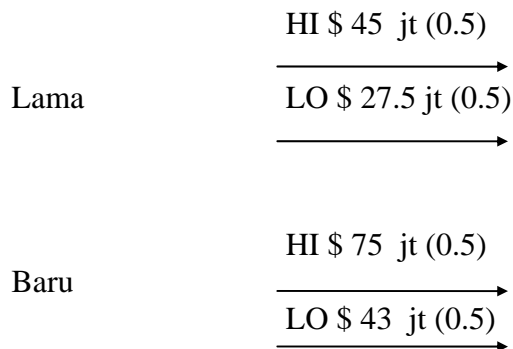
Jika persoalan deterministik tersebut dikombinasikan dengan waktu maka dalam proses perhitungannya akan memasukkan unsur 'time value of money'. Untuk perhitungan pada kasus demikian disarankan dihitung dalam basis nilai sekarang (*present value*) sehingga akan lebih mudah dalam pembandingannya. Perhitungan juga dilakukan pada setiap simpul dengan melakukan pilihan terbaik untuk pertimbangan pada simpul di depannya. Jika diasumsikan tingkat suku bunga sebesar 25 % per-tahun maka jawaban dapat ditampilkan dalam bentuk tabel menjadi sebagai berikut :

Simpul Keputusan	Alternatif	Monetary Outcome	Pilihan
3	Lama	$\$ 3 \text{ jt (P/A,3)} - \$ 2 \text{ jt}$ $3 \text{ jt (1.95)} - 2 \text{ jt} = 3.85 \text{ jt}$	Lama
	Baru	$\$ 6.5 \text{ jt (3)} - 15 \text{ jt} = 4.5 \text{ jt}$	
2	Lama	$\$3.85\text{jt(P/F,3)}+\$3.5\text{jt(P/A,3)}-1\text{jt}$ $3.85(0.512) + 3.5(1.95)-1 = 7.89 \text{ jt}$	Lama
	Baru	$\$6.5\text{jt(P/A,6)} - \$15\text{jt} = 4.20 \text{ jt}$	
1	Lama	$\$7.89\text{jt(P/F,3)}+\$4\text{jt(P/a,3)}-\$0.8\text{jt}$ $7.89(0.512) + 4(1.95) - 0.8 = 11.05 \text{ jt}$	Lama
	Baru	$\$0.5\text{jt(P/A,9)} - \$15 \text{ jt} = 2.30 \text{ jt}$	

Kesimpulan yang diperoleh adalah : *sebaiknya menggunakan mesin yang lama untuk keputusan ke 1,2 dan 3 (artinya mesin lama digunakan terus-menerus selama 9 thn).*

3. PENGGUNAAN METODA BAYES DALAM DIAGRAM POHON

Dalam pengambilan keputusan melalui diagram pohon karena juga melibatkan kejadian tak pasti (probabilistik) maka kualitas keputusan dapat diperbaiki dengan melakukan tambahan informasi sehingga dapat dibentuk probabilitas posterior. Untuk ini perhatikan persoalan yang ditampilkan dalam diagram pohon sebagai berikut :



*Catt : HI : demand tinggi
LO : demand rendah*

Persoalan sederhana ini jika diselesaikan dengan cara mencari *Expected Monetary Value* adalah :

$$\text{Lama} = \$ 45 \text{ jt}(0.5) + \$ 27.5(0.5) - 10 \text{ jt} = 26.25 \text{ juta}$$

$$\text{Baru} = \$ 75 \text{ jt}(0.5) + \$ 43(0.5) - 35 \text{ jt} = 24.0 \text{ juta}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka dipilih alternatif tetap menggunakan mesin yang lama. Walaupun demikian kita dapat mendekati persoalan tersebut dengan metoda Bayesian dengan menetapkan probabilitas-probabilitas yang terjadi.

Masalah penentuan nilai probabilitas yang terjadi ini dapat diperoleh melalui studi tambahan atau menggunakan jasa konsultan yang relevan untuk menjamin adanya suatu arah perkiraan probabilitas yang lebih akurat. Jika dihasilkan perkiraan keyakinan dari hasil penelitian lanjutan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P(h|H) &= 0.70 && \text{Ket : Prediksi demand :} \\
 P(h|D) &= 0.20 && h = \text{Tinggi (High)} \\
 P(d|H) &= 0.30 && d = \text{Rendah (Low)} \\
 P(d|D) &= 0.80 && \text{Aktual demand :} \\
 &&& H = \text{Tinggi (High)} \\
 &&& D = \text{Rendah (Low)}
 \end{aligned}$$

Dengan set probabilitas bersyarat tambahan ini maka dapat digunakan metoda Bayes untuk mencari nilai probabilitas posterior sebagai berikut :

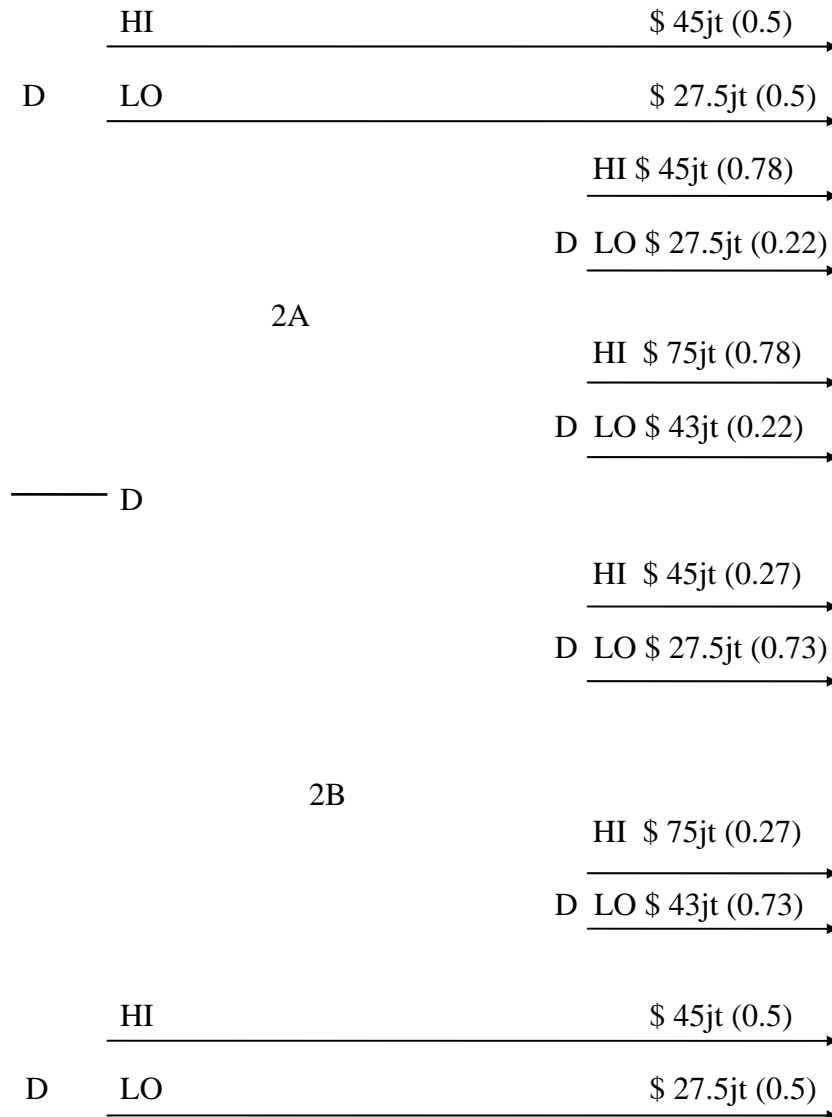
$$\begin{aligned}
 P(H|h) &= \frac{P(h|H).P(H)}{P(h|H).P(H) + P(h|D).P(D)} = \frac{P(h|H).P(H)}{P(h)} \\
 &= \frac{0.7(0.5)}{0.7(0.5) + 0.2(0.5)} = \frac{0.35}{0.45} = 0.78
 \end{aligned}$$

$$P(D|h) = \frac{P(h|D).P(D)}{P(h)} = \frac{0.2(0.5)}{0.45} = 0.22$$

$$\begin{aligned}
 P(H|d) &= \frac{P(d|H).P(H)}{P(d|H).P(H) + P(d|D).P(D)} = \frac{P(d|H).P(H)}{P(d)} \\
 &= \frac{0.3(0.5)}{0.3(0.5) + 0.8(0.5)} = \frac{0.15}{0.55} = 0.27
 \end{aligned}$$

$$P(D|d) = \frac{P(d|D).P(D)}{P(d)} = \frac{0.8(0.5)}{0.55} = 0.73$$

Dari probabilitas posterior tersebut maka bentuk diagram pohon awal dapat ditambahkan satu cabang alternatif (dengan tambahan informasi), dengan demikian pengambil keputusan sekarang mempunyai 3 alternatif yang dipertimbangkan. Diagram selengkapnya menjadi sebagai berikut.



Jika diasumsikan bahwa dalam upaya melakukan studi tambahan memerlukan biaya \$ 0.1 juta, maka tabel hasil perhitungan diagram pohon hasil perbaikan adalah sebagai berikut :

Kep	Alter-native	Monetary Outcome	Pilihan
2A	Lama Baru	$\$45jt(0.78)+\$27.5jt(0.22)-\$10jt = 31.13 jt$ $\$75jt(0.78)+\$43jt(0.22)-\$35jt = 31.13jt$	Baru
2B	Lama Baru	$\$45jt(0.27)+\$27.5jt(0.73)-\$10jt$ $\$75jt(0.27)+\$43jt(0.73)-\$35jt$	Lama
1	Studi Lanjutan Ttp Lama Ttp Baru	$\$32.95jt(0.45)+\$21.20jt(0.55)-0.1jt =$ 26.40jt (lihat tabel sebelum perbaikan) = 26.25jt (lihat tabel sebelum perbaikan) = 24.00jt	Studi Lanjutan

Dari tabel hasil perhitungan di atas ternyata dengan adanya set probabilitas tambahan hasil informasi lanjutan dapat dihasilkan kesimpulan yang berbeda dari awalnya. Kesimpulan dari persoalan di atas adalah *dipilih alternatif dengan melakukan studi lanjutan karena dapat memberikan keuntungan yang lebih besar.* Penggunaan metoda Bayes untuk analisis perbaikan dalam diagram pohon dapat dilakukan dengan baik jika akurasi informasi tambahan dapat dipertanggungjawabkan.

4. METODA PEMILIHAN NILAI DALAM ANALISIS KEPUTUSAN

Dalam pelaksanaan analisis suatu keputusan, persoalan seringkali didekati dengan melakukan perhitungan nilai yang ada. Namun demikian nilai seringkali juga tidak selalu bersifat deterministik, untuk itulah beberapa metoda yang dapat digunakan dalam penilaian untuk perbandingan beberapa alternatif adalah sebagai berikut :

4.1. Pilihan Langsung

Pilihan langsung adalah metoda yang digunakan untuk menentukan pilihan di antara beberapa alternatif dengan membandingkan secara langsung antar alternatif yang ada kemudian menentukan pilihan berdasarkan intuisi pengambil keputusan. Metoda ini terdiri atas :

a. Dominasi Nilai

Dominasi nilai adalah kondisi nilai pada suatu alternatif selalu lebih baik dari alternatif

yang lainnya. (Misalnya : alternatif A mendominasi alternatif B).

Contoh Dominasi Nilai :

	Sukses	→ Rp. 200 juta
	0.5	
	Gagal	→ Rp. 80 juta
	0.5	
	Sukses	→ Rp. 80 juta
	0.8	
	Gagal	→ Rp. -2 juta
	0.2	

b. Dominasi Stokastik

adalah dominasi yang secara probabilistik antara alternatif satu terhadap

lainnya. Contoh Dominasi Stokastik :

	Prob	Sales (Unit)	Kontribusi (Ribu)
C <hr style="width: 100px; margin: 0 auto;"/>	0.1	2000	
			→ 2000
	0.1	3000	
			→ 3000
	0.2	4000	
		→ 4000	
		0.6	5000
		→ 5000	
B <hr style="width: 100px; margin: 0 auto;"/>	0.1	0	0
			→
	0.2	1000	2000
			→
	0.2	2000	4000
		→	
		0.4	3000
		→ 6000	
		0.1	4000
		→ 8000	
C <hr style="width: 100px; margin: 0 auto;"/>	0.1	0	0
			→
	0.3	1000	2000
			→
	0.3	2000	4000
		→	
		0.2	3000
		→ 6000	
		0.1	4000
		→ 8000	

c. Tingkat Aspirasi

adalah pilihan langsung berdasarkan suatu target yang harus dicapai. Contoh

tingkat aspirasi :

Produk	Kemungkinan
A	0.9
B	0.7
C	0.6

c.2. Nilai Ekspektasi

Adalah menentukan pilihan di antara beberapa alternatif dengan melakukan penghitungan nilai harapan (ekspektasi) yang ada.

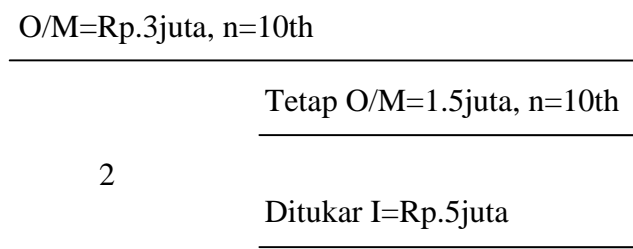
c.3. Nilai Ekuivalen Tetap

Adalah penentuan pilihan berdasarkan nilai tertentu dimana pengambil keputusan merasa tidak berbeda antara menerima hasil yang dicerminkan dalam ketidakpastian dengan menerima dalam kepastian pada suatu nilai tertentu.

c.4. Utilitas

Adalah melakukan pilihan pada banyak alternatif sehingga dilakukan pentahapan pilihan pada setiap alternatif penyusunnya. (misalnya : melakukan analisa bertahap pada diagram keputusan). Untuk setiap tahap, dapat dilakukan cara pilihan langsung, nilai ekspektasi, ekspektasi utility dll.

1



O/M:0,75juta,5=2,5juta, n=10th

1

O/M=Rp.2.5juta, n=10th

Dirawat Bengkel
P=0.3

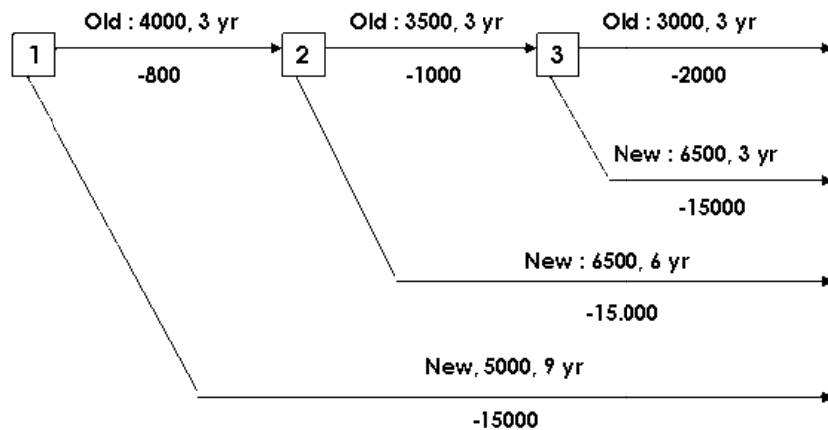
3

Sering O/M=5juta, n=10th

Jarang O/M=Rp.3juta, n=10th

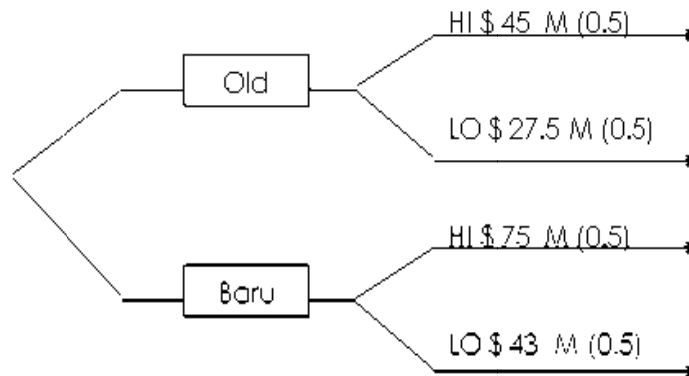
i = 10 %

5. CONTOH KASUS PENYELESAIAN MENGGUNAAN POHON KEPUTUSAN



Node	Monetary Outcome	Alt
3	Old : 3 M (3) - 2 M = 7.0 M New : 6.5 M (3) - 15 M = 4.5 M	Old
2	Old : 7 M + 3.5 M (3) - 1 M = 16.5 M New : 6.5 M (6) - 15 M = 24.0 M	New
1	Old : 24 M + 4 M (3) - 0.8 M = 35.2 M New : 5 M (9) - 15 M = 30.0 M	Old

Contoh Pengambilan Keputusan dengan Decision Tree Bayesian



Notes: HI : high demand
LO : low demand

Expected Monetary Value:

$$\text{Old} = \$ 45 \text{ M}(0.5) + \$27.5(0.5) - 10 \text{ M} = 26.25 \text{ M}$$

$$\text{New} = \$ 75 \text{ M}(0.5) + \$43(0.5) - 35 \text{ M} = 24.0 \text{ M}$$

Posterior probability:

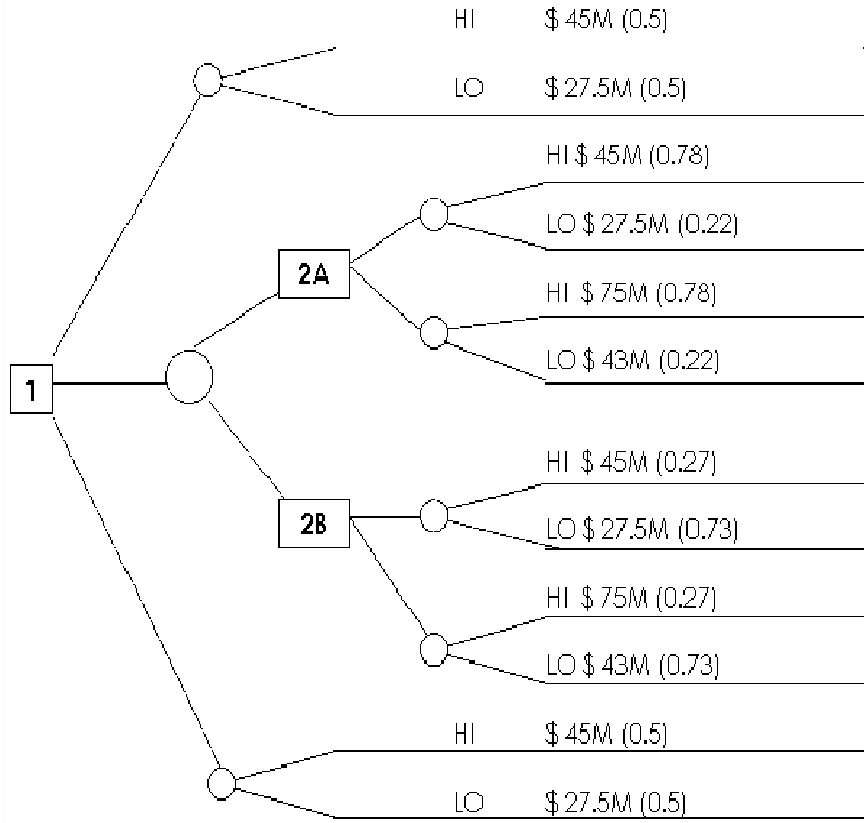
$P(h | H) = 0.70$ Notes : Prediction of demand :
 $P(h | D) = 0.20$ h = High
 $P(d | H) = 0.30$ d = Low
 $P(d | D) = 0.80$ Actual demand :
 H = High
 D = Low

$$\begin{aligned}
 P(H | h) &= \frac{P(h | H).P(H)}{P(h | H).P(H) + P(h | D).P(D)} = \frac{P(h | H).P(H)}{P(h)} \\
 &= \frac{0.7(0.5)}{0.7(0.5) + 0.2(0.5)} = \frac{0.35}{0.45} = 0.78
 \end{aligned}$$

$$P(D | h) = \frac{P(h | D).P(D)}{P(h)} = \frac{0.2(0.5)}{0.45} = 0.22$$

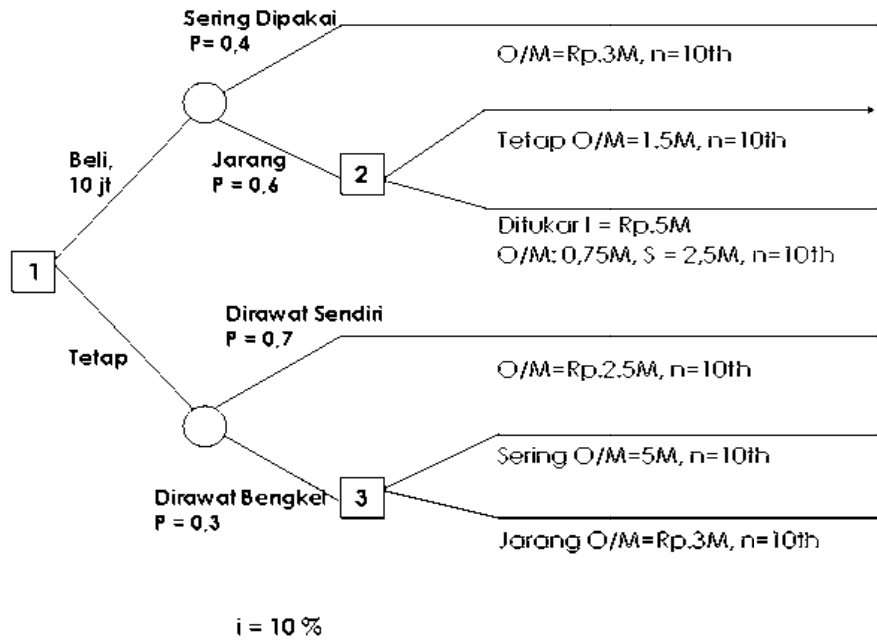
$$\begin{aligned}
 P(H | d) &= \frac{P(d | H).P(H)}{P(d | H).P(H) + P(d | D).P(D)} = \frac{P(d | H).P(H)}{P(d)} \\
 &= \frac{0.3(0.5)}{0.3(0.5) + 0.8(0.5)} = \frac{0.15}{0.55} = 0.27
 \end{aligned}$$

$$P(D|d) = \frac{P(d|D).P(D)}{P(d)} = \frac{0.8(0.5)}{0.55} = 0.73$$

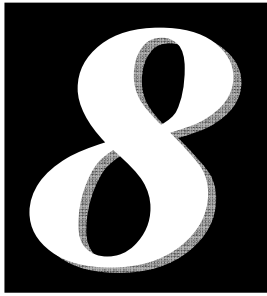


Node		Monetary Outcome	Alt
2A	Old	$\$45M(0.78) + \$27.5M(0.22) - \$10M = 31.13M$	New
	New	$\$75M(0.78) + \$43M(0.22) - \$35M = 31.13M$	
2B	Old	$\$45M(0.27) + \$27.5M(0.73) - \$10M$	Old
	New	$\$75M(0.27) + \$43M(0.73) - \$35M$	
1	Add Study	$\$32.95M(0.45) + \$21.20M(0.55) - 0.1M = \mathbf{26.40M}$	Add Study
	Old	(check the Table) = 26.25M	
	New	(check the Table) = 24.00M	

Contoh Pengambilan keputusan menggunakan Decision Tree



Simpul	Alternatif	Ekspektasi AW	Pilihan
3	Sering	$5 M (P/A,10) = 30,72$	Jarang
	Jarang	$3 M (P/A,10) = 18,43$	
2	Tetap	$1,5 M (P/A,10) = 9,22$	Ditukar
	Ditukar	$5 M + 0,75 M (P/A,10) - 2,5 M = 7,11 M$	
1	Beli	$10 M + \{3 M (P/A,10)\} 0,4 + 7,11 M (0,6) = 21,64 M$	Tetap
	Tetap	$2,5 M (P/A,10) \cdot 0,7 + 18,43 M \cdot 0,3 = 16,28$	



BAB. 8. METODE ANALISIS HIRARKI PROSES (*ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS*)

1. PENDAHULUAN

Pada beberapa tipe persoalan, seorang pengambil keputusan akan mengalami kesulitan apabila informasi yang tersedia kurang lengkap atau persoalan yang dihadapi bersifat kualitatif. Kadang-kadang terjadi pula kombinasi antara persoalan yang sebenarnya dapat dikuantifikasikan melalui beberapa metoda tetapi menyangkut masalah kebijakan, aturan, performasi, dsb yang masing-masing masalah tersebut belum ada tolok ukurnya secara baik. Masalah yang kompleks umumnya terjadi karena adanya interaksi yang kuat antar elemen penyusun masalah tersebut tetapi tidak ada cara yang pasti untuk melakukan penghitungan.

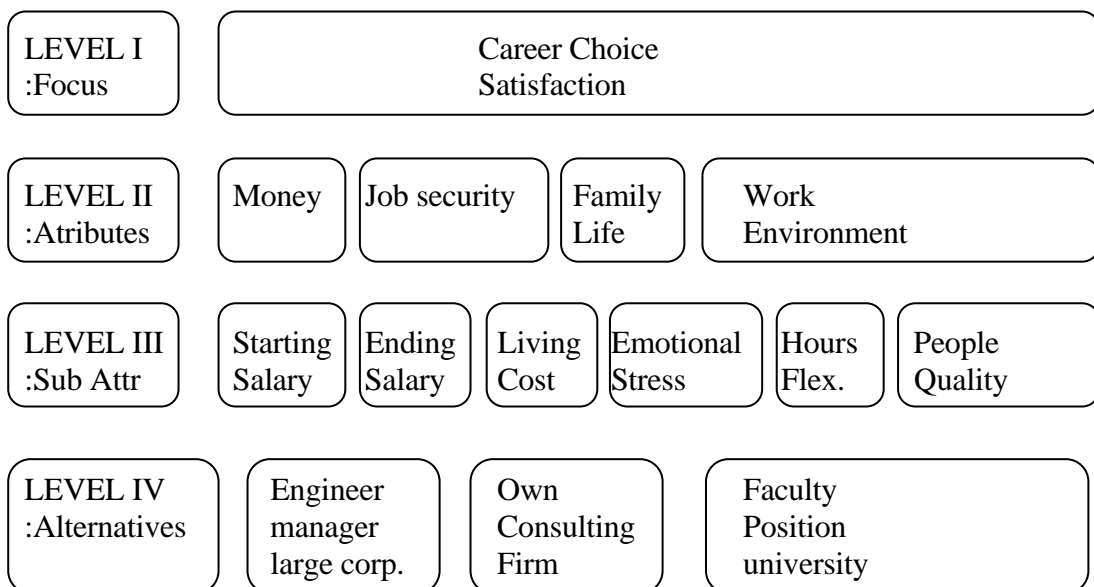
Jika masalah seperti ini muncul umumnya pengambil keputusan akan berusaha melakukan identifikasi tentang alternatif-alternatif yang mungkin diambil untuk menyelesaikan masalahnya. Oleh Thomas L. Saaty dimunculkan suatu metoda untuk menyelesaikan masalah dengan karakteristik tersebut di atas. Metoda Proses Analisis Hirarki (*The Analytical Hierarchy Process*) mempunyai dasar penyelesaian bahwa setiap faktor (kadang disebut atribut) penyusun masalah akan dibandingkan secara relatif diantaranya berdasar tingkat kepentingannya sehingga seorang pengambil keputusan akan terbimbing untuk memberikan prioritas perhatian pada

alternatif masalah yang tingkat kepentingan yang tinggi sampai pada masalah yang tingkat kepentingannya rendah. Keuntungan yang dirasakan dengan metoda ini adalah dapat dilakukannya evaluasi secara akurat berdasar daftar pertanyaan yang diberikan kepada responden tentang bobot prioritas penyelesaian masalah. Dengan demikian kombinasi masalah yang kompleks harus dilakukan strukturisasi persoalan terlebih dahulu sebelum dilakukan penyelesaian dengan metoda ini. Masalah strukturisasi masalah ini sangat penting karena menyangkut kelengkapan faktor-faktor penyusun masalah serta alternatif penyelesaiannya. Disarankan dalam strukturisasi masalah ini dilakukan dengan cara '*brainstorming*' dengan pihak yang terkait dengan masalah tersebut. Cara strukturisasi masalah ini juga dikenal dengan '*dekomposisi*' tujuan menjadi elemen penyusun. Dekomposisi yang dilakukan apabila semakin lengkap maka persoalan akan lebih nyata tetapi konsekuensinya responden akan mengalami kesulitan dalam melakukan penilaian. Untuk itulah dimunculkan suatu batas nilai konsistensi yang digunakan untuk menilai konsistensi responden dalam memberikan jawabnya. Preferensi responden dalam metoda ini merupakan dasar pengambilan keputusan yang akan diambil. Responden pada dasarnya diminta untuk membandingkan secara relatif pada pasangan faktor / atribut dengan skala kepentingan yang telah tersedia.

Sebagai batasan untuk melakukan penilaian apakah seorang responden jawabannya akan digunakan atau tidak digunakan nilai *Consistency Ratio* (CR). Jika seorang responden mempunyai nilai $CR < 0,10$ maka jawaban responden dalam pembandingan pasangan antar faktor dianggap baik. Dengan demikian validitas dan reliabilitas yang sering dijadikan basis untuk penilaian daftar pertanyaan

(*questionnaire*) dalam metoda AHP ini dihitung melalui nilai CR. Penilaian CR sebaiknya dilakukan pada setiap matriks pertanyaan yang diajukan ke responden sehingga penyaringan konsistensi dapat dilakukan lebih dini untuk menjamin akurasi hasil perhitungan.

Sebagai contoh aplikasi penggunaan metoda analisis hirarki proses ini dapat dilihat pada contoh persoalan sebagai berikut. Persoalan ini menggambarkan tujuan (*focus*) untuk pilihan karier seseorang berdasarkan beberapa faktor (atribut) seperti : uang, kepuasan kerja, lingkungan kerja dsb yang masing-masing diperinci lagi menjadi beberapa sub atribut (lihat pada level 3). Pada akhir skema hirarki ditampilkan alternatif yang mungkin ditempuh untuk pilihan karir tersebut. Perlu diingat bahwa cara pembuatan skema tidak harus dalam format seperti contoh ini (terdiri atas 4 level), dapat dimungkinkan penyusunan lebih ringkas atau lebih banyak tingkat rincian masing-masing atributnya.

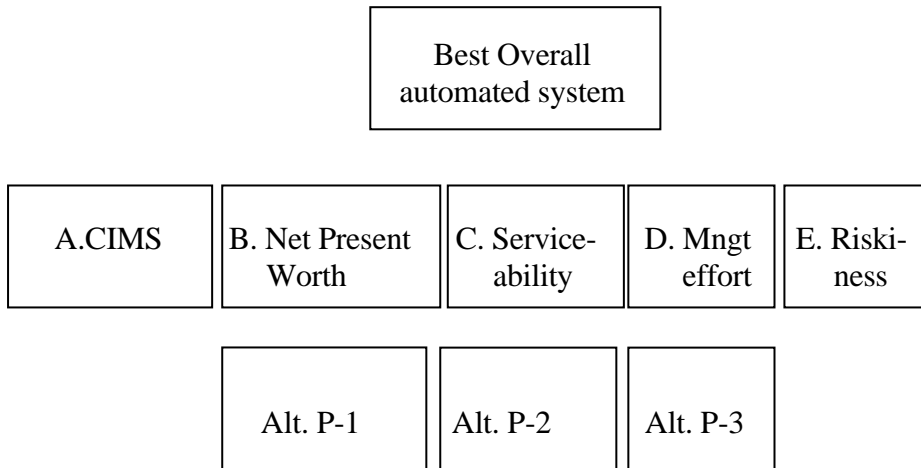


Dalam metoda AHP, kunci penyelesaian masalah sampai dapat dimunculkan bobot prioritas masing-masing atribut dan alternatif adalah dengan membandingkan secara relatif antar faktor dalam satu tingkat (level). Untuk itu telah diatur cara pembandingannya dengan memberikan nilai (skor) yang menunjukkan tingkat kepentingan antar faktor. Nilai pembandingan berkisar antara 1 sampai 9 atau kebalikannya (1 sampai 1/9) seperti terlihat pada tabel.

Tabel 8.1. Nilai pembandingan yang digunakan dalam AHP.

If X is than Y		
Equally Important	1	1
Weakly more important	3	1/3
Strongly more important	5	1/5
Very strongly important	7	1/7
Absolutely more important	9	1/9

Jika seseorang mempunyai pendapat bahwa faktor X mempunyai tingkat kepentingan 3 kali lebih penting dibanding faktor Y, maka dalam penilaiannya dituliskan nilai 3. Sebaliknya bila seseorang berpendapat bahwa faktor Y adalah 5 kali lebih penting dibanding dengan faktor X, maka dalam penilaiannya diberikan nilai 1/5. Dengan demikian jika faktor Y lebih penting dari faktor X maka nilai yang diberikan adalah nilai kebalikannya (*reciprocal*). Sekarang perbaikan contoh soal seperti pada gambar.



Gambar 8.1. Contoh soal AHP dengan hirarki terdiri dari 3 level .

Tujuan dari permasalahan tersebut di atas adalah memilih sistem otomatisasi yang terbaik dengan mempertimbangkan 3 alternatif yang dapat ditempuh. Dasar pertimbangan terdiri dari 5 atribut. Langkah untuk menganalisis permasalahan tersebut di atas sampai akhirnya akan diperoleh jawaban alternatif yang akan digunakan pada awalnya dilakukan penyusunan daftar pertanyaan yang akan menampung jawaban responden tentang perbandingan tingkat kepentingan antar atribut dan alternatif.

2. DAFTAR PERTANYAAN (QUESTIONNAIRE).

Daftar pertanyaan dapat disusun dengan membandingkan antar atribut pada kolom ke 2 dan terakhir. Perhatikan seorang responden menjawab 3 (dengan menyilang angka 3 pada angka sebelah kanan angka 1) untuk membandingkan faktor A (CIMS = *Computer Integrated Manufacturing System*) dan B (*Net Present Worth*) maka

responden tersebut menganggap faktor A 3 kali lebih penting dibanding faktor B. Sekarang perhatikan perbandingan faktor A dan C (*Serviceability*) , responden menjawab 5 (dengan menyilang angka 5 pada angka sebelah kiri dari angka 1) artinya responden menganggap faktor C 5 kali lebih penting dibandingkan dengan faktor A. Demikian seterusnya hingga semua faktor pada setiap aspeknya dibandingkan.

Pada perbandingan antar faktor yang berkebalikan (misalnya : B terhadap A, atau C terhadap A) tidak perlu ditampilkan karena jawaban B terhadap A merupakan kebalikan dari jawaban A terhadap B. Hasil keseluruhan jawaban seorang responden atas daftar pertanyaan yang disusun dapat dilihat pada gambar 7.

		9	7	5	3	1	3	5	7	9	Attributes
CIMS	A						x				B
	A			x							C
	A	x									D
	A			x							E
Net Present Worth	B			x							C
	B		x								D
	B			x							E
Service-ability	C				x						D
	C					x					E
Mngt. Eff.	D							x			E

Gambar 8.2. Jawaban responden atas perbandingan antar atribut.

3. MATRIX (*ATTRIBUTES*)

Langkah selanjutnya adalah membentuk matriks atas jawaban responden dengan menampilkan dalam bentuk angka desimal untuk mempermudah dan menjaga tingkat ketelitian. Selanjutnya lakukan penjumlahan secara vertikal pada setiap

kolomnya seperti terlihat pada tabulasi berikut.

	A	B	C	D	E	Decimal Equivalent				
						A	B	C	D	E
A. CIMS	1	1/3	5	6	5	1.00	0.33	5.00	6.00	5.00
B. Net Present Wrt	3	1	6	7	6	3.00	1.00	6.00	7.00	6.00
C. Serviceability	1/5	1/6	1	3	1	0.20	0.17	1.00	3.00	1.00
D. Mngt. Effort	1/6	1/7	1/3	1		0.17	0.14	0.33	1.00	0.25
E. Riskiness	1/4					0.20	0.17	1.00	4.00	1.00
	1/5	1/6	1	4	1	4.57	1.81	13.3	21.0	13.2

Dengan melakukan penilaian relatif pada setiap sel (perpotongan baris dan kolom) dengan cara nilai setiap sel dibagi dengan jumlah pada setiap kolomnya maka akan diperoleh nilai relatif per-sel. Akhirnya pada setiap faktor secara horisontal dijumlahkan dan dicari reratanya. Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa faktor yang diprioritaskan untuk dipertimbangkan adalah faktor B dengan bobot sebesar 0.489, kemudian diikuti faktor A (0.288), faktor E (0.096), faktor C (0.086) serta faktor D (0.041). Hasil selengkapnya dapat disajikan pada tabulasi berikut.

	A	B	C	D	E	Jumlah	Rerata
A	0.219	0.184	0.375	0.286	0.377	1.441	0.288
B	0.656					2.444	0.489
C	0.044					0.431	0.086
D	0.037					0.206	0.041
E	0.044	0.094	0.075	0.190	0.075	0.478	0.096
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

Selanjutnya untuk mengetahui apakah responden dalam memberikan jawabannya konsisten atau tidak terhadap daftar pertanyaan yang diberikan, maka harus dihitung rasio konsistensi (*consistency ratio*) pada setiap matriks yang disusun. Prosedur penghitungan nilai CR adalah sebagai berikut :

- a. Langkah : a. Matriks x Priority Weights
- b. Vektor (a) : Priority Weights
- c. Max. Eigenvalue = $\frac{\text{Vektor}(b)}{N}$
- d. Consistency. Index = $\frac{(c) - N}{N - 1}$
- e. Cari nilai Random Index (dr tabel)

$$C. R = \frac{CI}{RI}$$

Dari matriks di atas, sesuai prosedur penghitungan CR yang diberikan maka hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

$$a. \begin{vmatrix} 1.00 & 0.33 & 5.00 & 6.00 \\ 3.00 & 1.00 & 6.00 & 7.00 \\ 0.20 & 0.17 & 1.00 & 3.00 \\ 0.17 & 0.14 & 0.33 & 1.00 \\ 0.20 & 0.17 & 1.00 & 4.00 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0.288 \\ 0.489 \\ 0.086 \\ 0.041 \\ 0.096 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1.605 \\ 2.732 \\ 0.446 \\ 0.212 \\ 0.487 \end{vmatrix}$$

$$b. D = \frac{1.605 \quad 2.732 \quad 0.446 \quad 0.212 \quad 0.487}{0.288 \quad 0.489 \quad 0.086 \quad 0.041 \quad 0.096}$$

$$= \begin{vmatrix} 5.57 & 5.58 & 5.19 & 5.17 & 5.07 \end{vmatrix}$$

$$c. \tau_{\max} = \frac{(5.57 + 5.58 + 5.19 + 5.17 + 5.07)}{5} = 5.32$$

$$d. C.I = \frac{\tau_{\max} - N}{N - 1} = \frac{5.32 - 5}{5 - 1} = 0.08$$

e. $N = 5 \rightarrow$ dr. Tabel $N = 5$, maka $RI = 1.12$

$$f. \quad C.R = \frac{C.I}{R.I} = \frac{0.08}{1.12} = 0.07 \text{ (dinyatakan konsisten karena nilai CR < 0.1)}$$

4. MATRIX, PRIORITY WEIGHT, DAN CONSISTENCY RATIO / C.R. (ALTERNATIVES).

Langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian antar alternatif dengan melakukan kontrol atas salah satu atribut.

Tabel 8.2. Hasil perbandingan antar alternatif, bobot prioritas serta nilai consistency ratio (CR).

		P-1	P-2	P-3	Priority Weight	C.R
A. CIMS	P-1	1	1/3	1	0.21	0.20
	P-2	3	1	2	0.55	
	P-3	1	1/2	1	0.24	
					Σ=1.00	
B. Net Present Worth	P-1	1	1/3	1/5	0.12	0.26
	P-2	3	1	3	0.55	
	P-3	5	1/3	1	0.33	
					Σ=1.00	
C. Serviceability	P-1	1	2	2	0.50	0.00
	P-2	1/2	1	1	0.25	
	P-3	1/2	1	1	0.25	
					Σ=1.00	
D. Mng Effort	P-1	1	3	7	0.63	0.04
	P-2	1/3	1	6	0.30	
	P-3	1/7	1/6	1	0.07	
					Σ=1.00	
E. Riskiness	P-1	1	3	4	0.62	0.02
	P-2	1/3	1	2	0.24	
	P-3	1/4	1/2	1	0.14	
					Σ=1.00	

Cara pengumpulan jawaban responden dilakukan seperti pada langkah 1 (pembuatan daftar pertanyaan). Perhatikan pada Tabel bahwa perbandingan antar alternatif (P1, P2, dan P3) selalu dilakukan dengan mempertimbangkan salah satu aspek (ditulis pada kolom paling kiri). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel.

Prosedur penghitungan bobot prioritas (*priority weight*) dilakukan sama seperti pada langkah 2. Jika penghitungan bobot prioritas ini benar, maka penjumlahan setiap kolomnya akan sama dengan 1,00. Jika diperhatikan pada Tabel terdapat nilai $CR > 0.10$, yaitu pada faktor B (Net Present Worth) hal ini menunjukkan adanya kekurangkonsistenan responden dalam menjawab daftar pertanyaan. Terlihat saat responden memberikan pendapatnya dalam membandingkan P1 terhadap P2 dan P3, yang menjawab $1/3$ dan $1/5$ yang artinya P3 adalah yang paling penting dari ketiga alternatif yang disodorkan. Ternyata pada perbandingan P2 terhadap P3 diberikan nilai 3 yang artinya P2 3 kali lebih penting dari P3.

5. BOBOT PRIORITAS UNTUK ALTERNATIF

Selanjutnya dapat dilakukan penghitungan bobot prioritas untuk alternatif. Tahap ini sangat bermanfaat untuk menentukan alternatif manakah yang dipilih berdasarkan jawaban yang telah diberikan. Prosedur penghitungannya adalah sebagai berikut :

- (a) Gunakan priority weights (attributes) secara mendatar pada tabel.
- (b) Gunakan priority weights (alternatives) dihubungkan dengan atribut.
- (c) Hitung Evaluasi Bobot Alternatif = \sum priority weights (attributes)
x priority weights (alternatives)

Tabel 8.4. Hasil tabulasi penghitungan bobot alternatif.

	Attributes					Alternative Weighted Evaluation
	A	B	C	D	E	
Att. Weight	0.288	0.489	0.086	0.041	0.096	
Alt. P-1	0.21	0.12	0.50	0.63	0.62	0.248
Alt. P-2	0.55	0.55	0.25	0.30	0.24	0.484
Alt. P-3	0.24	0.33	0.25	0.07	0.14	0.268

$$\text{Alt. P-1} = 0.288 (0.21) + 0.489 (0.12) + 0.086 (0.50) + 0.041 (0.63) + 0.096 (0.62) = 0.248$$

$$\text{Alt. P-2} = 0.288 (0.55) + \dots + 0.096 (0.24) = 0.484$$

$$\text{Alt. P-3} = 0.288 (0.24) + \dots + 0.096 (0.14) = 0.268$$

Dari keseluruhan rangkaian perhitungan akhirnya dapat disimpulkan bahwa :

- Alternatif P-2 (bobot prioritas 0.484) lebih diinginkan/dipertimbangkan daripada Alt. P-1 dan P-3 (bobot prioritas 0.268 dan 0.248).
- Alternatif P-3 (bobot prioritas 0.268) lebih dipertimbangkan daripada Alt. P-1 (bobot prioritas 0.248).

Dalam penentuan hirarki tujuan ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu:

- (a) Apakah aspek dari tujuan yang lebih tinggi tercakup dalam sub tujuan ?
- (b) Dihindari pembagian sub tujuan yang terlalu banyak.
- (c) Melakukan 'tes kepentingan' sebelum penetapan hirarki yang lebih rendah. (tes kepentingan : apa dapat diperoleh hasil terbaik tanpa tujuan tersebut dilakukan)

SIFAT KRITERIA

- A. LENGKAP : Berkaitan dengan seberapa jauh tujuan dapat tercapai.
- B. OPERASIONAL : Implikasinya terhadap alternatif.
- C. TIDAK BERLEBIHAN : Tidak mengandung penteritan yang sama.
- D. MINIMUM : Dusahakan pada jumlah sesedikit mungkin.



BAB. 9. PENDEKATAN DINAMIKA SISTEM (*SYSTEM DYNAMIC*) DALAM ANALISIS KEPUTUSAN

1. PENDAHULUAN

Dalam suatu langkah Pemodelan Sistem dimana prosedur pengamatan sistem, memodelkan sebuah sistem, mensimulasikan sistem tersebut, menguji validasi output keluaran sebelum akhirnya diterapkan ke dunia nyata, seringkali kita mendapati bahwa konsep rasional yang diambil oleh para pemodel terkadang menjadi konsep yang pragmatis yaitu output tersebut dipandang perlu sesuai kegunaannya saja, jadi jika tidak perlu maka tidak akan diterapkan

Selama ini pendekatan yang umum dilakukan adalah berbasis pada suatu nilai yang diskret yaitu terjadi pada suatu waktu tertentu, tetapi pada waktu yang lain konsep yang kita ambil ada saat menggunakan sistem diskret tersebut tidak selalu dapat kita tetapkan. Hal ini terjadi karena lingkungan sistem yang satu akan berbeda dengan lingkungan yang lain. Dinamika Sistem (*System Dynamics*) menjembatani persoalan tersebut. Dalam Konsep *Dinamika Sistem* terdapat *feedback* secara menyeluruh yang membuat sistem ini selalu dalam keadaan terkendali walaupun terjadi perubahan waktu. Selain itu pendekatan terhadap sistem ini hanya bisa dilakukan jika sesuai dengan lingkungannya yaitu antara lain : perilaku *counterintuitive* (nonintuisi), *nonlinearity*, *dinamics*, *causality*, perilaku *endogeneus* (dari dalam)

2. PENGERTIAN KONSEP DINAMIKA SISTEM

Metodologi sistem dinamik berdiri atas 3 dasar latar belakang disiplin yaitu manajemen tradisional dari sistem sosial, teori umpan balik atau *cibernetics* dan simulasi komputer.

3. MANAJEMEN TRADISIONAL

Manajemen tradisional adalah dunia nyata bagi manajer dalam prakteknya, dimana ini diatur khusus dengan pengalaman dan keputusan dari manajer. Pendukung dasar dari manajemen tradisional ini adalah database mental dan model mental. Adapun yang membangun database mental adalah apa yang didengar, dilihat, hubungan dan pengalaman seorang manajer dalam situasi / masalah yang berbeda dimana hal ini kaya dengan informasi baik yang bersifat *tangible* atau *intangible*.

Setiap manajer mengembangkan model mentalnya dari kenyataan kemudian mengevaluasinya dengan model mental. Kelebihan dari model ini adalah kaya informasi yang kualitatif dari observasi dari pengalaman manajer. Serta ekstensive digunakan dalam berbagai latihan model.

4. CYBERNETICS

Cibernetics adalah ilmu komunikasi dan kontrol, ini diatur khusus oleh teori umpan balik. Melalui informasi dari database mental yang dimiliki manajer, ini

tidak akan efektif digunakan dalam *absence* dari prinsip – prinsip untuk menseleksi informasi yang relevan dari struktur pokok informasi. Cybernetics atau teori umpan balik membantu manajer untuk menyaring informasi yang real yang berguna dalam menyelesaikan masalah dan hubungan elemen informasi yang bermacam – macam untuk mencari hubungan sebab akibat dari sistem umpan balik.

Pikiran manusia sangat baik dalam menyusun aturan hubungan sebab akibat dari struktur umpan balik dalam sistem dan hal ini dapat dikembangkan dengan menggunakan prinsip cybernetics.

5. SIMULASI KOMPUTER

Dinamika Sistem menggunakan simulasi komputer untuk mengamati perubahan yang diakibatkan oleh penerapan kebijakan tertentu dalam sebuah sistem, pemodel dapat mempelajari reaksi sistem dengan input yang berubah-ubah. Dengan demikian pemodel (manajer) dapat merancang kebijakan dan mengambil keputusan dengan lebih baik.

6. FILOSOFI

Untuk mengapresiasi metodologi dinamika sistem secara aktual dan mengoperasikannya secara detail ada 2 dasar filosofi yang perlu dipahami, yaitu *Causal philosophy* dan *Chance philosophy*

Menurut *causal philosophy* ada sebab dibalik suatu kejadian. Setiap kejadian dalam kehidupan dapat ditelusuri ke belakang menurut rantai sebab akibat, pada

prinsipnya beberapa ataupun bahkan semua kejadian di dunia ini mempunyai sebab. Adapun chance philosophy sama dengan kemungkinan yang terjadi. Hasil dari suatu peristiwa tidak selalu pasti (deterministik) bahkan mendekati probabilistik. Beberapa hasil aktivitas menjadi kejadian yang mungkin menurut distribusi probabilitas.

Contoh : Menurut terbentuknya alam semesta ada 2 hal yang utama yaitu :

1. Alam semesta ini diciptakan mempunyai tujuan, hal ini termasuk dalam causal philosophy.
2. Alam semesta tercipta oleh adanya tumbukan yang keras, hal ini termasuk dalam chance philosophy

Sistem Dinamik menemukan akar permasalahan yang penting di dalam causal philosophy, walaupun secara pragmatis ini dapat diperlakukan seperti sistem peluang dan sebab akibat.

Sebuah model dalam sistem dinamik dibatasi oleh sebagian kerangka berfikir causal dari dalam dan adanya sisa perlakuan dari luar yang membangun phenomena chance untuk membatasi luasnya atau kompleksnya sistem.

Berdasarkan causal philosophy ada dua asumsi atau pemikiran dasar :

1. Pemikiran dasar 1/asumsi 1

“ Perilaku dalam organisasi pada prinsipnya disebabkan oleh struktur organisasi, pentingnya kebijakan dan tradisi, *countain-source of amplification*, waktu keterlambatan dan umpan balik informasi “.

Pemikiran ini berhubungan dengan perilaku struktur dan ini merupakan esensi dari causal philosophy. Jika struktur penuh dengan perilaku yang dapat dipastikan maka kebanyakan dapat pula ditentukan. Lalu untuk menjelaskan sebagian perilaku atau akibat yang disebabkan oleh struktur sistem yang luar biasa dan jika struktur yang benar dapat ditetapkan maka hal ini dapat dimanipulasi agar menjadi perilaku yang diinginkan.

2. Pemikiran dasar 2/Asumsi 2

“ Organisasi dapat dipelajari secara efektif pertama, melalui pemahaman aliran fungsional seperti ; aliran manusia, aliran uang, aliran material, aliran permintaan dan aliran informasi, kedua mencari hubungan sebab dan akibat”

Pemikiran ini juga didasari oleh filosofi sebab akibat. Metodologi SD didasari atas pemikiran ini yaitu pemodelan aliran (*flow modeling*).

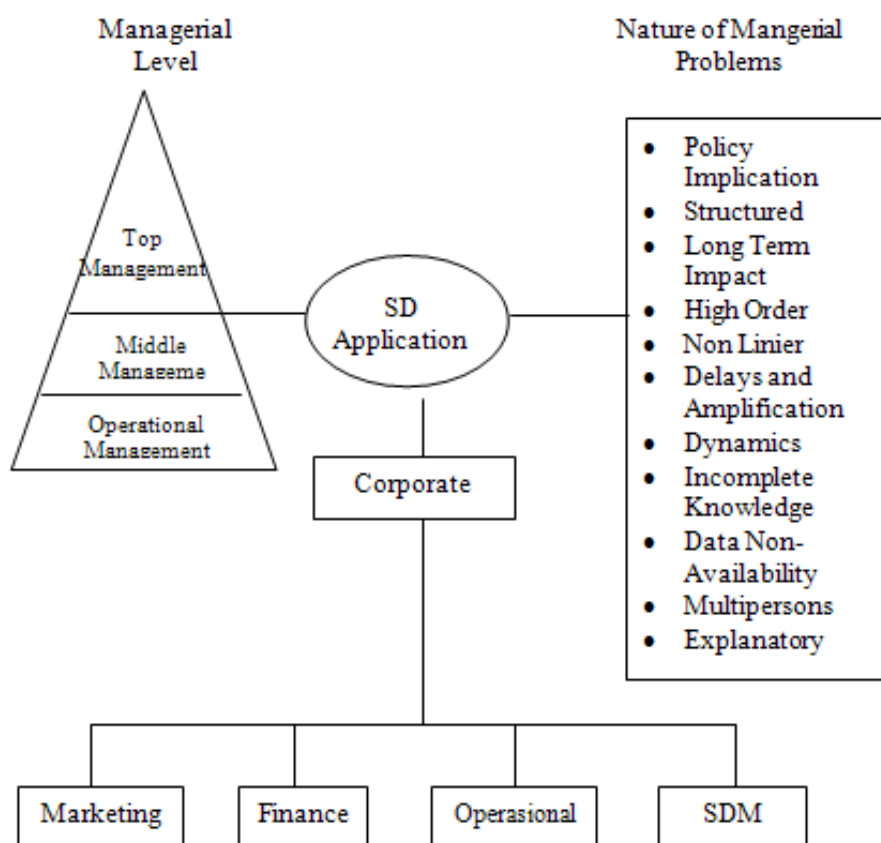
Dinamika Sistem pada dasarnya adalah sebuah sistem dimana pemodel akan memperhitungkan nilai rasa dari sistem bukan hanya logika sebuah sistem.

Kelebihan ini yang paling menonjol dari pendekatan *Dinamika Sistem* Hal ini dapat diterangkan sebagai berikut:

1. SD (*System Dynamic* / Dinamika Sistem) mampu untuk memenuhi serangkaian syarat dari sistem dan permasalahan manajerial untuk membentuk *framework* pemodelan.
2. SD mampu menggabungkan antara manajemen tradisional dengan ilmu manajemen untuk memperoleh informasi lebih banyak dan melakukan pendekatan keilmuan dan mengatasi permasalahan secara lebih efektif.
3. SD menggunakan kekuatan fikir manusia dan mengatasi kelemahannya dengan membagi kerja antara manajer dan teknologi. Pembangkitan struktur input dilakukan oleh manajer sedang simulasi dilakukan oleh komputer.
4. SD menggunakan beberapa sumber informasi yang berbeda: mental, tertulis dan data numeris agar model lebih berisi dan representatif.
5. Model SD dapat membuat feedback untuk para pengambil keputusan tentang mungkin tidaknya terjadi benturan dari serangkaian kebijaksanaan dengan mensimulasikan dan menganalisa perilaku sistem pada asumsi yang berbeda.

7. APLIKASI KONSEP DINAMIKA SISTEM PADA MASALAH MANAJERIAL

Selain permasalahan Manajerial pada sebuah perusahaan, SD dapat pula digunakan untuk menganalisa permasalahan-permasalahan Operasional dan Fungsional.



Gambar 9.1. Masalah manajerial pada pendekatan Dinamika Sistem

Level Manajerial	Permasalahan
1. Top Management	<ul style="list-style-type: none"> • Penetapan Tujuan Perusahaan • Formulasi Strategi Perusahaan • Perencanaan Kebijakan • Modernisasi • Kebijakan Investasi • Difersifikasi • Akuisisi/Merger • Perencanaan Portofolio • Implikasi Kebijakan Pemerintah terhadap Perusahaan • Perancangan Skenario • Manajemen Lingkungan Kompetitif • Management by Objective • Analisa SWOT
2. Middle Management	<ul style="list-style-type: none"> • Kebijakan Pemasaran • Kebijakan Promosi dan Periklanan • Kebijakan Keuangan • Kebijakan Investasi Jangka Pendek • Kebijakan Manufaktur • Kebijakan Persediaan • Perencanaan Produktifitas

	<ul style="list-style-type: none">• Kebijakan SDM• Kebijakan Rekrutmen, Pelatihan dan Promosi Karyawan
3. Operational Management	<ul style="list-style-type: none">• Estimasi Permintaan• Perencanaan Produksi• Penjadwalan• Perencanaan Material• Perencanaan dan Pengendalian Kualitas

Agar memudahkan identifikasi permasalahan yang cocok diselesaikan dengan SD, perlu diperhatikan karakteristik permasalahan seperti :

1. Permasalahan yang berkaitan dengan implikasi penerapan kebijakan
2. Permasalahan dengan struktur ambigu (tidak jelas)
3. Permasalahan yang memiliki pengaruh dalam jangka waktu lama
4. Permasalahan dengan tingkat nonlinieritas tinggi
5. Permasalahan yang berkaitan dengan penundaan dan amplifikasi pada bermacam level masalah
6. Permasalahan dengan pengetahuan mengenai sistem yang tidak lengkap
7. Permasalahan dengan data yang tidak mudah diperoleh
8. Permasalahan yang berubah dari waktu ke waktu
9. Permasalahan yang melibatkan banyak individu
10. Permasalahan yang membutuhkan analisa secara kualitatif dan kuantitatif
11. Permasalahan yang memiliki perspektif yang berbeda namun tidak terjadi konflik
12. Permasalahan yang membutuhkan penjelasan mengenai perilaku sistem dan solusi yang tidak normatif

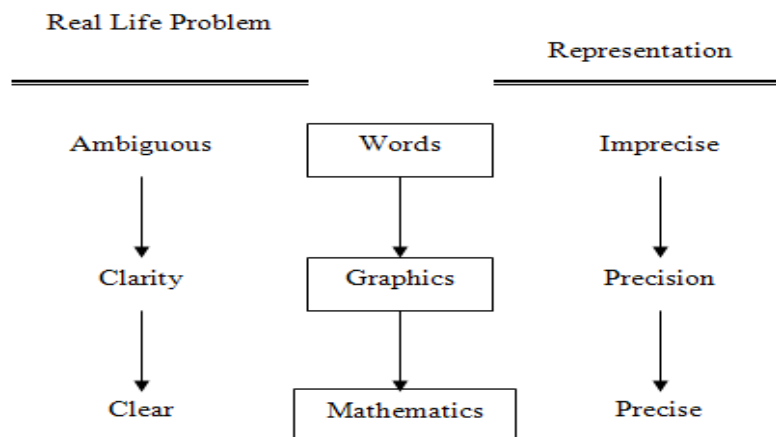
Pendekatan *Dinamika Sistem* (SD) bukanlah alat yang sempurna, untuk beberapa permasalahan tertentu, SD memerlukan kombinasi dari metodologi keilmuan lain.

Terutama sekali permasalahan yang berkaitan dengan :

1. **Struktur**
2. **Solusi Normatif**
3. **Ketidakpastian**
4. **Ambiguitas**

8. DEFINISI MODEL DINAMIKA SISTEM

Seperti model – model yang lain, sebuah model dinamis juga merupakan suatu representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu dari suatu sistem nyata dimana nantinya dapat digunakan untuk pembelajaran mengenai perilaku sistem di bawah kondisi test yang berbeda. Model *Dinamika Sistem* menggunakan tiga mode dari hubungan dalam mempersiapkan representasi dari suatu sistem yaitu terdiri dari words (kata – kata), graphics (grafik), mathematics (matematik). Model *Dinamika Sistem*

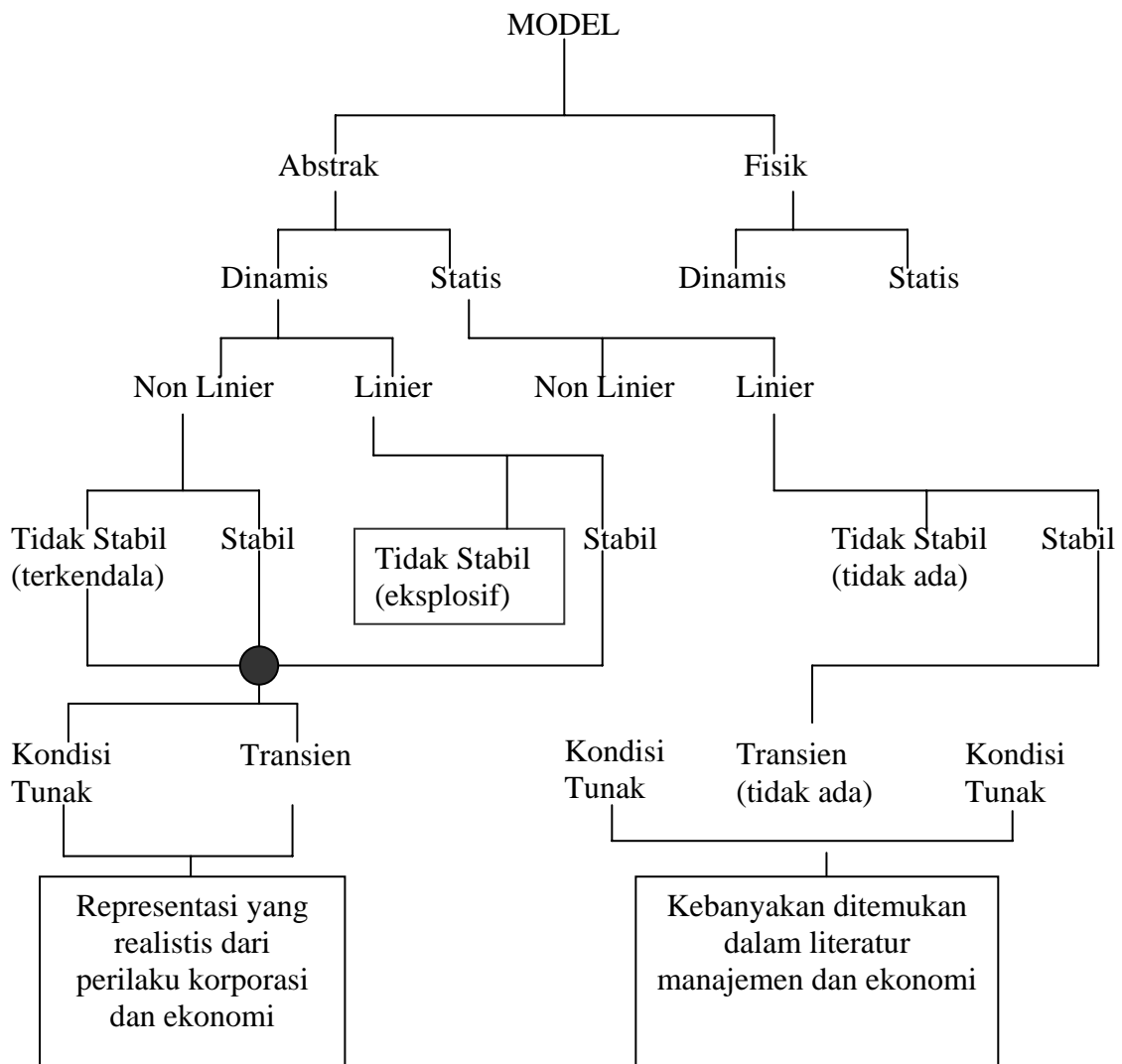


Gambar 9.2. Cara untuk merepresentasikan permasalahan pada sistem nyata

mengikuti logika yang berurutan dari penggunaan tiga ranah tersebut, yang menjelaskan mengenai struktur sistem dalam pengembangan pada tingkat yang berbeda.

9. KLASIFIKASI MODEL DINAMIKA SISTEM

FORESTER membuat klasifikasi model untuk menerangkan model *Dinamika Sistem* sebagai berikut :



Gambar 9.3. Klasifikasi model

Model fisik atau abstrak. Pertama – tama model dapat dibedakan atas model fisik atau model abstrak. Model fisik biasanya adalah miniatur obyek yang diamati. Ada dua jenis model fisik yaitu model fisik statis yang tidak bergerak, misalnya model maket pada arsitektur dan model fisik dinamik seperti digunakan pada terowongan angin untuk menguji rancangan pesawat. Sedangkan model abstrak dibagi lagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- (1) **model mental**, model yang dimiliki semua orang dibenaknya untuk mewakili proses atau kejadian yang terjadi di sekitarnya
- (2) **model bahasa atau verbal**, model komunikasi yang dimiliki oleh orang
- (3) **model matematik**, model ini sebenarnya adalah model khusus dari model verbal, hanya bedanya adalah penggunaan bahasa yang lebih tepat dan akurat yang biasanya diwakili oleh simbol – simbol atau lambang – lambang

Model statik atau dinamik. Model dapat mewakili situasi yang berubah terhadap waktu. Model statik menjelaskan hubungan yang tidak berubah terhadap waktu. Model dinamik menangani interaksi yang berubah terhadap waktu.

Linear atau non – linear. Sistem yang diwakili oleh model dapat berupa sistem linear atau non – linear. Pada sistem linear, pengaruh luar pada sistem adalah murni penjumlahan atau berlakunya prinsip superposisi. Sedangkan pada sistem non – linear pengaruh luar tidak hanya bersifat penjumlahan saja.

Stabil atau tidak stabil. Sistem stabil adalah sistem yang cenderung akan kembali ke kondisi semula setelah diganggu. Sedangkan sistem yang tidak stabil tidak akan kembali ke kondisi semula bila diganggu.

Kondisi tunak atau transien. Model dapat dibagi menurut perilakunya apakah kondisi tunak atau kondisi mantap atau tunak (*steady – state*) atau transien (*transient*). Pola kondisi tunak adalah model yang berulang terhadap waktu dan pola perilaku pada suatu waktu periode sama sifatnya dengan periode lainnya. Sedangkan perilaku transien adalah fenomena sesaat yang tidak dapat berulang.

Terbuka atau tertutup. Perbedaan di sini tidak terlalu tampak. Tingkat keterbukaan yang berbeda mungkin ada. Model dinamik tertutup adalah model yang berfungsi tanpa hubungan dengan lingkungannya. Model tertutup dicirikan oleh perilaku nilai variabel terhadap waktu dengan interaksinya dengan variabel – variabel lain dalam sistem dan batas yang menyatakan daerah terjadinya interaksi – interaksi yang menghasilkan perilaku yang diamati. Batas model harus ditentukan untuk mencakup komponen – komponen apa saja yang berinteraksi dan paling berperan menghasilkan perilaku yang menjadi perhatian. Konsep batas tertutup mengimplikasikan bahwa perilaku sistem yang diamati tidak ditentukan oleh kejadian – kejadian di luar sistem, tetapi di dalam sistem. Konsep batas tertutup tidaklah mengartikan bahwa sistem tidak dipengaruhi oleh kejadian – kejadian di luarnya, tetapi hanya menyatakan bahwa kejadian – kejadian di luar itu dipandang sebagai kejadian – kejadian acak yang memang bersentuhan dengan sistem, tetapi bukan yang memberi pertumbuhan intrinsik atau karakteristik kestabilan pada sistem itu. Model tertutup ini dapat memperlihatkan

perilaku yang menarik dan berguna tanpa menerima variabel masukan dari sumber luar.

10. METODOLOGI MODEL DINAMIKA SISTEM

Tujuan Model *DINAMIKA SISTEM*

Model *DINAMIKA SISTEM* ditujukan tidak hanya untuk memberikan prediksi atau peramalan namun lebih ditujukan untuk memahami karakteristik maupun mekanisme internal yang terjadi di dalam sistem. Tujuan pemodelan akan sangat membantu dalam melakukan formulasi model, penentuan batasan model, validasi model, analisa kebijakan dan penerapan model ke dalam sistem nyata.

Pemodelan dengan Metode *DINAMIKA SISTEM*

Pemodelan dengan metode *Dinamika Sistem* terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut :

1. Identifikasi perilaku persoalan (*problem behavior*)

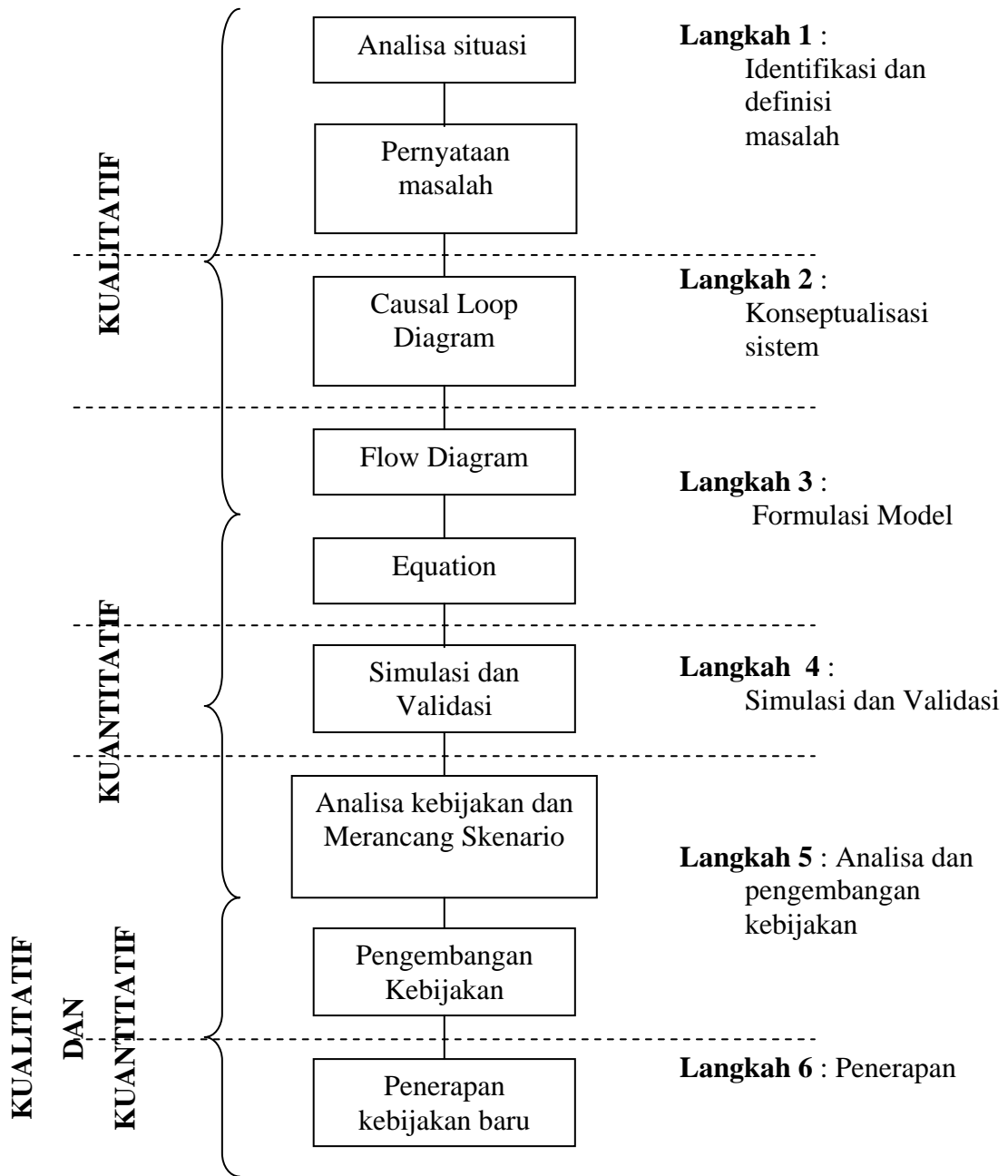
Pada langkah ini diidentifikasi pola historis atau pola hipotesis yang menggambarkan perilaku persoalan. Pola historis atau pola hipotesis merupakan pola referensi yang diwakili oleh pola perilaku suatu kumpulan variabel yang mencakup beberapa aspek yang berhubungan dengan perilaku persoalan. Pola – pola ini diintegrasikan ke dalam suatu susunan (Fabrikasi) sehingga dapat merepresentasikan tendensi – tendensi internal yang ada di dalam sistem. Setelah pola referensi diidentifikasi, diajukan hipotesa dinamis tentang interaksi – interaksi perilaku yang mendasari pola referensi.

2. Membentuk model komputer

Sebelum pembentukan model, batas model harus didefinisikan terlebih dahulu dengan jelas. Batas model ini akan memisahkan proses – proses yang menyebabkan tendensi internal yang diungkapkan dalam pola referensi dengan proses – proses yang merepresentasikan pengaruh variabel luar sistem yang mempengaruhi sistem yang diselidiki. Setelah batas model didefinisikan, dibentuk suatu struktur lingkaran umpan balik, yang menyatakan hubungan sebab akibat variabel – variabel yang melingkar, bukan menyatakan hubungan karena adanya korelasi statistik.

3. Pengujian model dan analisa kebijakan

Pada langkah ini dilakukan pengujian model untuk memperoleh keyakinan bahwa model yang dibentuk sah dan sekaligus memahami tendensi internal sistem. Analisa kebijakan dilakukan setelah korespondensi antara model mental sistem, model eksplisit, dan pengetahuan empiris sistem diperoleh.



Gambar 9.4. Metodologi pendekatan DINAMIKA SISTEM

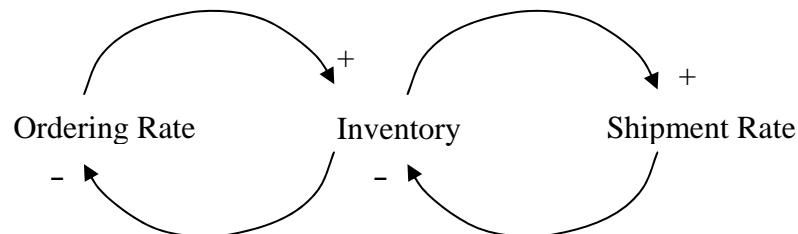
11. BENTUK MODEL DINAMIKA SISTEM

Dinamika Sistem memandang suatu masalah sebagai suatu hal yang memiliki dua sifat yaitu dinamis dan membentuk struktur umpan balik (*feedback loops*).

Diagram yang digunakan untuk merepresentasikan struktur umpan balik ini adalah diagram loop sebab akibat (diagram kausal). Diagram ini akan digunakan sebagai dasar penyusunan diagram alir (*flow diagram*). Dari diagram alir selanjutnya akan disusun persamaan dengan menggunakan paket software seperti POWERSIM, STELLA, VENSIM, atau paket aplikasi dinamika sstem lainnya.

Diagram sebab akibat

Diagram ini menunjukkan arah aliran perubahan *variable* dan polaritasnya. Polaritas aliran terbagi dua yaitu positif dan negatif. Disebut positif bila perubahan variabel pada awal aliran mengakibatkan berubahnya variabel pada akhir aliran dalam arah yang sama. Sebaliknya, polaritas negatif terjadi jika perubahan *variable* pada awal aliran mengakibatkan berubahnya *variable* pada akhir aliran dalam arah yang berlawanan.



Gambar 9.5. Contoh *Causal Loop Diagram* pada sistem persediaan

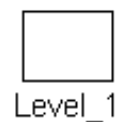
Diagram Alir (Flow Diagram)

Diagram menggambarkan hubungan antar *variable* yang dibuat dalam diagram loop sebab akibat dengan jelas, dimana dipergunakan simbol – simbol tertentu untuk *variable* – variabelnya. Pada diagram alir dibedakan antara aliran fisik dan aliran informasinya.

Perubahan pada sebuah variabel pada subsistem ini akan mengubah kuantitas fisiknya. Sebaliknya aliran informasi bukan merupakan aliran yang terkonversi. Informasi yang berasal dari satu sumber bisa ditransformasikan ke *variable* lain tanpa mengurangi jumlah informasi yang ada dalam sumber. Berikut ini akan diuraikan beberapa jenis *variable* yang penting dan notasinya

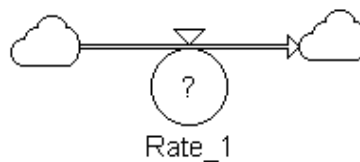
a. Level (*stocks*)

tipe *variable* yang mana merupakan perubahan akumulasinya. Level akan dipengaruhi oleh *flow*.



b. Flow (*rate*)

Tipe *variable* yang akan mempengaruhi *variable* level.



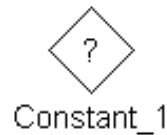
c. Auxillary

Tipe variabel yang mana memuat perhitungan dasar pada *variable* lain.



d. Constant

Tipe variable yang mana memuat nilai tetap yang akan digunakan dalam perhitungan variable auxillary atau variable flow.

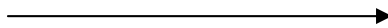


e. Links

Link yang digunakan ada 3 macam yaitu

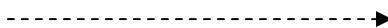
- Aliran informasi

Memberikan informasi untuk variabel auxillary mengenai nilai variabel lain



- Aliran informasi yang terlambat

Digunakan hanya pada saat variable auxillary memuat fungsi kelambatan tertentu



12. PRINSIP FORMULASI MODEL DINAMIKA SISTEM

Dalam membangun sebuah model *DINAMIKA SISTEM* , ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

a. Apa yang akan diikutsertakan dalam sebuah model

b. Aspek Informasi dan Umpan Balik (feedback) sebuah model

Sistem ekonomi dan industri memiliki karakteristik sistem dengan loop tertutup, atau dengan kata lain sistem dengan aliran informasi dan umpan balik yang membentuk sebuah siklus kontinu. Siklus tersebut tidak dapat ditentukan awal dan akhirnya. Sistem dengan karakteristik “*closed loop*” memperlihatkan bahwa perilaku sebuah sistem dipengaruhi oleh sistem secara keseluruhan dan bukan parsial. Pola hubungan antar elemen dalam sistem, perubahan yang terjadi karena penerapan keputusan dan kebijakan, penundaan kegiatan dan gangguan aliran informasi saling berinteraksi dan dikombinasikan untuk mencapai pertumbuhan dan stabilitas sistem.

Sebagai ilustrasi; peningkatan penjualan yang melebihi kapasitas pabrik akan membawa manajer untuk memikirkan ekspansi dan pendirian pabrik baru untuk menyeimbangkan permintaan sebagai input dengan kapasitas yang dimiliki sebagai output. Sebaliknya, penurunan penjualan dan peningkatan persediaan akan menyebabkan perusahaan berusaha keras meningkatkan penjualan untuk menyeimbangkan skala produksi. Kebutuhan bersaing akan membawa perusahaan kepada kebutuhan untuk mengembangkan produk baru yang berefek pada pengeluaran untuk penelitian, pengembangan teknologi, kebutuhan kuantitas dan kualitas serta kualifikasi tenaga kerja dan seterusnya.

c. Kesesuaian Variabel Model dengan Sistem Nyata

Model yang dibangun harus memiliki variabel yang sama dengan sistem nyata yang diwakilinya. Variabel model haruslah diukur dengan satuan yang sama dengan satuan yang berlaku dalam sistem. Sebuah aliran material secara fisik sebaiknya diukur dengan satuan unit dan bukan nominal nilai uang. Terkecuali bila sistem yang diamati adalah sistem yang berkenaan dengan harga, apabila hal itu yang terjadi maka aliran material dapat direpresetasikan dan diukur dengan nilai nominal uang. Hal yang sama berlaku untuk mengukur waktu. Pada intinya perlu dibangun konsistensi penggunaan dan pengukuran variabel pada elemen sistem.

d. Dimensi Unit Pengukuran Persamaan

Setelah sebuah sistem didefinisikan, langkah selanjutnya adalah membuat persamaan untuk menghubungkan satu variabel dengan variabel lainnya. Seperti halnya konsistensi pada poin C di atas, unit pengukuran, variabel dan konstanta haruslah didefinisikan dengan hati-hati pada setiap elemen sistem. Kecerobohan dalam penentuan dan penggunaan satuan, *variable* dan kontanta akan menghasilkan kebingungan dan kerumitan yang sebenarnya tidak diperlukan.

10

BAB. 10. ANALISIS KEPUTUSAN DENGAN INFLUENCED DIAGRAM

1. PENDAHULUAN

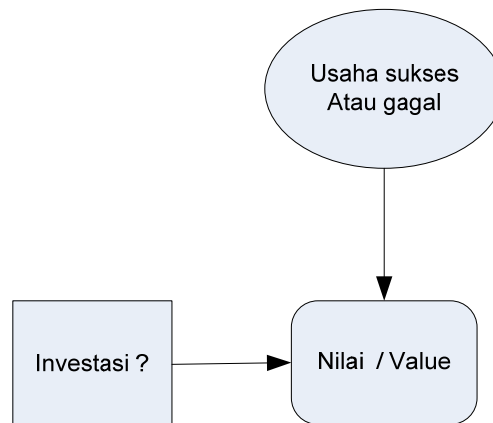
Influenced Diagram menyediakan penggambaran permasalahan pengambilan keputusan secara grafis dalam bentuk sederhana. Elemen pengambilan keputusan-keputusan yang harus diambil, kejadian tak pasti dan nilai dari hasil yang diharapkan dinyatakan dalam bentuk grafis (*shape*) yang berbeda dalam *influenced* diagram. Grafis (*shape*) ini dihubungkan dengan garis panah berdasarkan aturan khusus untuk menyatakan hubungan antar elemen.

Kotak menyatakan keputusan yang harus diambil, bulatan menyatakan kejadian tak pasti dan persegi panjang dengan setengah lingkaran di pinggir bidang menyatakan nilai. Apabila ini kita nyatakan dengan node, maka ketiganya adalah: *Decision Nodes*, *Chance Nodes* dan *Value Nodes*. Node tersebut diletakkan dalam suatu diagram, dimana antar node dihubungkan dengan garis panah, Node yang menjadi awal dari garis panah dinyatakan dengan *predecessor* dan node yang menjadi tujuan dari garis panah dinyatakan dengan *successor*.

Pengambilan keputusan yang paling sederhana jika hanya satu jenis keputusan yang harus diambil, satu buah kejadian tidak pasti dan satu nilai yang dipengaruhi oleh kejadian yang tidak pasti tersebut dan keputusan yang akan dibuat.

Misalkan, seorang investor muda ingin mengambil keputusan apakah ia akan melakukan investasi pertamanya di industri kecil/UKM atau tidak. Pengusaha UKM yang memiliki bisnis tersebut memiliki kualifikasi sempurna, dia mampu melakukan identifikasi pasar, kemampuan mengelola tim yang cukup bagus, dan melakukan analisa kelayakan usaha yang tepat. Secara umum, pengusaha tersebut dapat mencari investor lain, jika investor muda ini tidak jadi menanamkan saham di perusahaannya. Satu hal informasi penting adalah-investasi ini adalah investasi yang berisiko tinggi- karena proposal usaha ini belum pernah ada sebelumnya. Jika dia melakukan investasi dan usahanya di terima oleh masyarakat maka ini akan menjadi bisnis yang sangat sukses, akan tetapi jika tidak maka ia akan bangkrut.

Permasalahan diatas jika digambarkan dengan *Influenced Diagram*:



Gambar 10.1 Influenced diagram Investasi

Perhatikan kotak “Investasi” dan “Usaha sukses atau gagal” mempengaruhi kotak nilai, hal ini karena nilai yang akan dicapat tergantung lepada dua hal yaitu

investasi akan dilakukan atau tidak dan kesuksesan usaha. Secara umum nilai hasil di pengaruhi oleh kejadian yang tak pasti atau apa yang diputuskan yang merupakan dasar node nilai/hasil. Sebagai catatan, tidak ada anak panah yang langsung mengarah dari keputusan dengan kejadian tidak pasti, hal ini menyatakan bahwa pengambil keputusan tidak mengetahui apakah usaha tersebut akan sukses atau tidak sehingga jenis keputusan yang ia ambil berdasarkan insting semata. Tidak adanya garis panah yang menghubungkan dari “Usaha sukses atau gagal” ke “ Investasi” juga menyatakan bahwa kesuksesan atau kegagalan usaha tidak akan memberikan pengaruh kepada investor untuk mengambil keputusan, sehingga jika investor tersebut melakukan investasi berarti dia sangat yakin berhasil.

Kasus diatas akan sangat berbeda jika dia memasukkan nilai *trade off* di dalamnya, misalkan, dia akan berinvestasi sebesar Rp. 1.000.000,- dan dia akan menyerahkan sepenuhnya manajemen ke pihak perusahaan atau dia berinvestasi sebesar Rp. 100.000.000,- dan dia terlibat aktif dalam manajemen di perusahaan tersebut. Jika dia yakin kemampuannya dapat meningkatkan peluang perusahaan itu untuk sukses, maka akan bisa ditambahkan satu garis anak panah dari *decisión node* ke *chance node*, jenis investasi-level investasi dan komitmen dari level investasi akan sangat mempengaruhi peluang kesuksesan perusahaan.

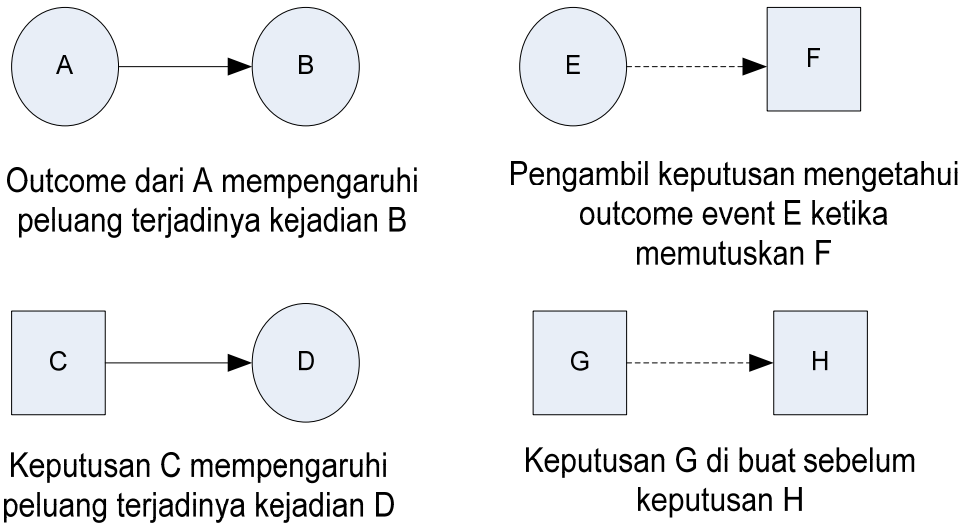
2.ATURAN DASAR INFLUENCED DIAGRAM

Penggunaan garis panah menyatakan hubungan antar node, garis panah dengan garis penuh berarti outcome/hasil dari node awal sangat berpengaruh terhadap

node akhir. Jika anak panah dari node *Decisión* ke node *Chance*, maka beberapa keputusan alternative penting/berpengaruh untuk menentukan peluang terkait kejadian tak pasti. Misalkan, peluang seseorang untuk menjadi milyuner tergantung kepada jenis pekerjaan yang ditekuni.

Anak panah dengan garis putus-putus menuju ke node *Decision*, hal ini menyatakan jenis keputusan yang diambil telah mengetahui outcome/keluaran dari node sebelumnya (*prodessor*). Jika anak panah dari node *chance* ke node *decisión*, hal ini berarti bahwa outcome/nilai keluaran dari kejadian tidak pasti telah diketahui sebelum keputusan diambil, ini merupakan informasi yang paling berguna bagi pengambil keputusan.

Garis panah dari node *Decisión* ke node *Decisión*, berarti bahwa keputusan pertama diambil sebelum keputusan kedua. Dalam *Influenced Diagram*, tidak boleh berupa cycle/lingkaran-dimana node awal pada akhirnya akan menjadi node akhir, karena jenis keputusan dalam *Influenced diagram* adalah jenis keputusan yang diambil berdasarkan urutan waktu sehingga tidak bisa kembali.

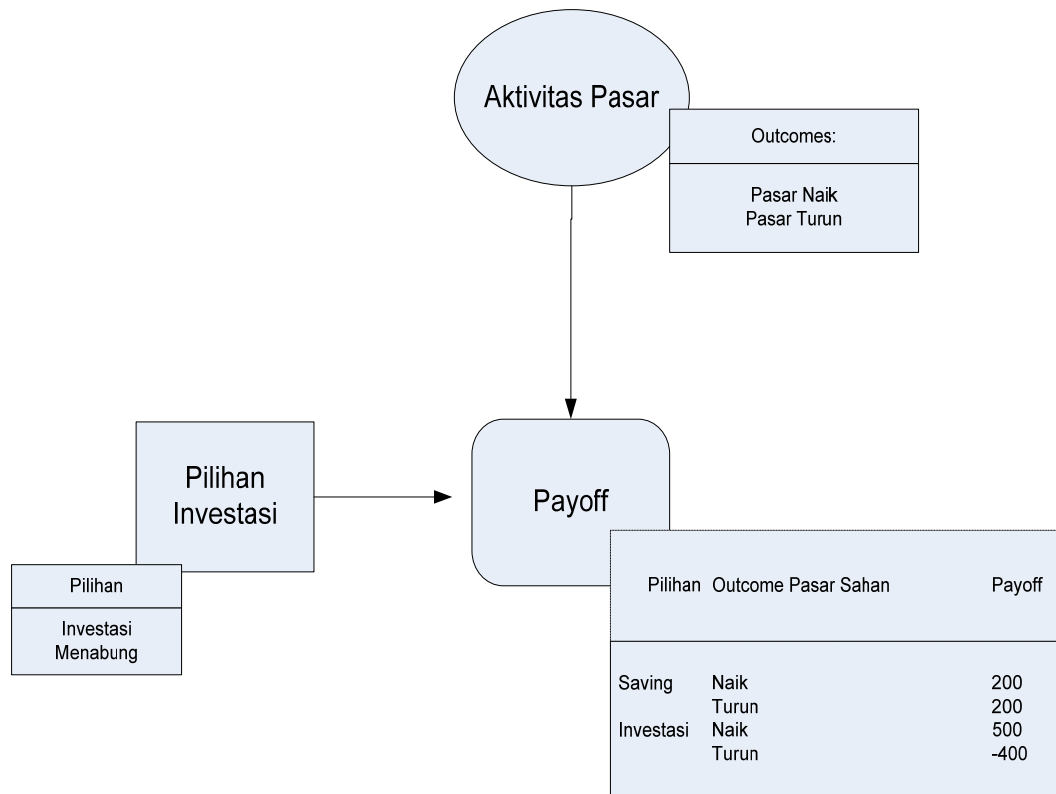


Gambar 10.2 Skema aturan Influenced Diagram

3.BEBERAPA KONSEP DASAR INFLUENCED DIAGRAM

Keputusan Berisiko Tinggi

Beberapa kasus di bawah ini merupakan kasus dasar dengan disertai kejadian tidak pasti yang harus dihadapi oleh pengambil keputusan. Misalkan, kasus penanaman modal, dimana terdapat satu jenis keputusan dan satu kejadian tidak pasti. Anton mempunyai uang Rp. 200 juta yang ia rencanakan untuk investasi. Ia dapat menggunakan uang itu untuk investasi atau tetap menyimpan uang tersebut di bank. Jika ia menggunakan untuk investasi dalam pasar saham, pengembalian berdasarkan pada nilai saham dan akan mendapatkan laba jika nilai sahamnya naik dan akan mendapatkan rugi jika nilai sahamnya turun. Di sisi lain jika ia menyimpan uang tersebut di bank, ia akan mendapatkan uang bunga atas dana tersebut secara kontinu dan jumlahnya tetap. *Influenced Diagram* dari kasus di atas dinyatakan:



Gambar 10.3 Influenced Diagram Investasi

Informasi Tidak Lengkap

Informasi tak lengkap seringkali merupakan satu-satunya informasi yang didapat oleh pengambil keputusan, hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan untuk mendapatkan informasi serta kondisi yang ada.

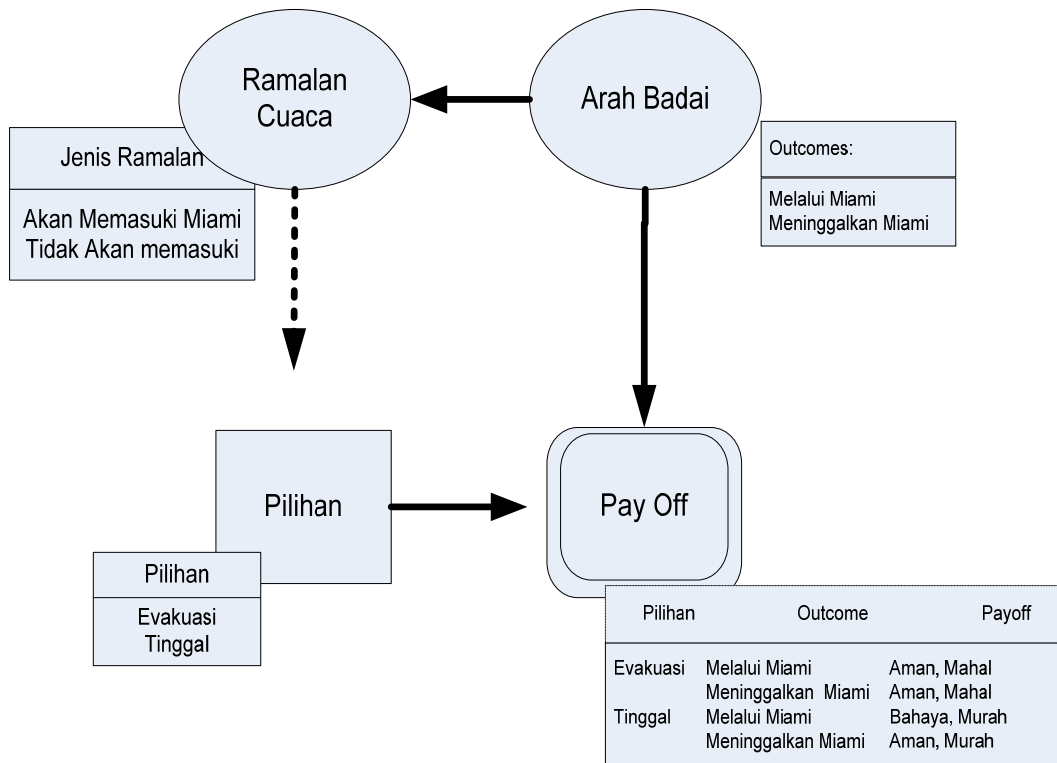
Kasus: Ramalan cuaca di Miami melaporkan akan terjadi badai Tornado besar (*hurricane*), badai ini akan mampu menimbulkan kerusakan yang cukup parah dengan kecepatan lebih dari 200 km/jam. Saat ini, badai masih ada di lautan Pasifik, kemungkinan akan mencapai Miami pada sore atau esok hari.

Pemerintah kota telah memerintahkan warganya untuk mempersiapkan diri guna evakuasi bagi seluruh warga yang berada di pantai Miami dan sekitarnya menuju

ke tempat yang lebih aman. Meskipun evakuasi akan menelan biaya yang mahal, akan tetapi kita akan aman. Jika kita tetap bertahan, maka kemungkinan kita akan terluka atau bahkan meninggal karena besarnya kekuatan badai belum bisa di prediksi. Jika alur Tornado berganti dan tidak melalui arah Miami, maka anda di pastikan akan selamat tanpa harus melakukan apapun.

Satu-satunya dasar penentuan pengambilan keputusan adalah ramalan cuaca, sayangnya saat ini peramal cuaca hanya bisa menyatakan bahwa kemungkinan memasuki Miami sangat besar dengan kekuatan minimal 200 Km/jam. Kepastian apakah akan memasuki Miami atau tidak serta besarnya kekuatan tidak bisa di pastikan, karena badai tornado merupakan kumpulan badai lautan sehingga arah dan jenis badai yang terkumpul sehingga kemudian membentuk kekuatan badai tornado tidak dapat di ukur.

Berdasarkan kasus diatas, jenis informasi yang kita peroleh merupakan informasi yang tidak sempurna akan tetapi membutuhkan pengambilan keputusan yang cepat, Jika kita gambarkan dalam *Influenced Diagram* maka dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 10.4 Influenced Diagram Evakuasi

Berdasarkan gambar diatas, dari arah badai ke ramalan cuaca terdapat anah panah, hal ini menandakan bahwa keadaan cuaca terbaru memiliki relevansi yang kuat dengan ramalan cuaca. Jadi jika badai Tornado benar-benar menghantam Miami, peramal cuaca akan meramalkan hal tersebut lebih besar daripada tidak.

Tentu saja jika badai tornado meninggalkan Miami, peramal cuaca juga akan melakukan hal sama dengan melakukan ramalan bahwa badai akan meninggalkan kota lebih besar daripada melalui kota. Meskipun, tentu saja dengan keterbatasan bahwa tidak semua ramalan cuaca benar apalagi mengenai badai karena asal terjadinya badai sampai sekarang belum bisa diprediksi.

Gambar diatas, menyatakan situasi pengambil keputusan sebelum mendengarkan ramalan cuaca. Garis penghubung di antara node ramalan cuaca dan pilihan mengindikasikan bahwa keputusan akan diambil meskipun mengetahui informasi yang diperoleh tidak sempurna.

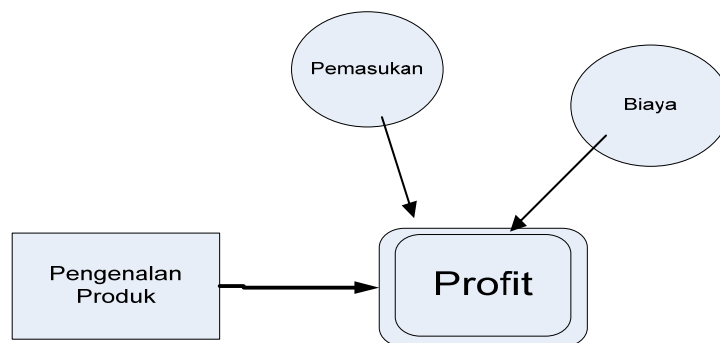
4.DETERMINISTIC NODE

Dalam kasus dimana, nilai payoff bersifat deterministic dinyatakan dengan dua garis dengan bentuk penggambaran sama dengan bentuk penggambaran *payoff* secara umum. Dalam beberapa kasus, kadang perlu ditambahkan node tambahan yang menyatakan hasil dari node *predesessor*.

Studi Kasus:

Pada suatu perusahaan yang akan memperkenalkan produk baru, apapun jenis yang akan diperkenalkan nilai payoff yang menjadi pertimbangan utama perusahaan adalah “keuntungan”. Pada level dasar, biaya dan pemasukan mungkin belum sebanding.

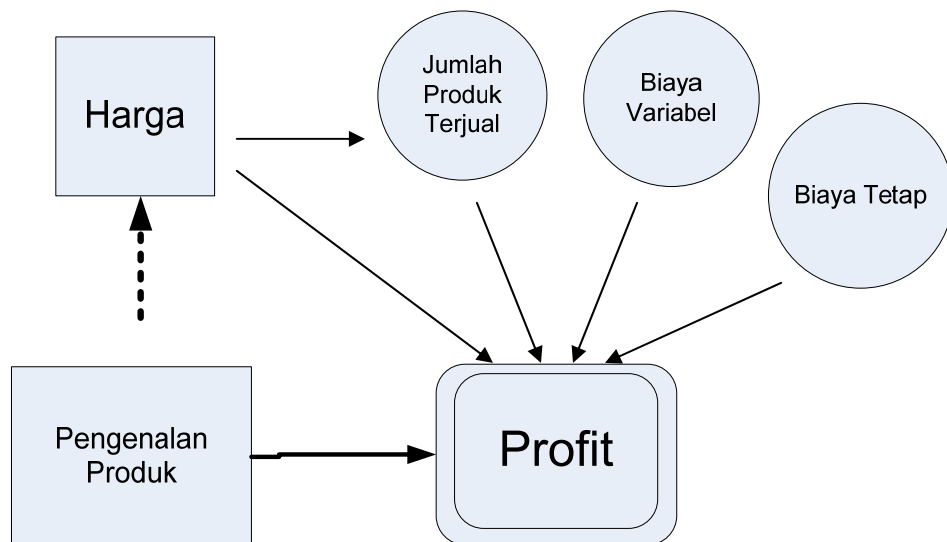
Hal ini jika kita gambarkan dalam *Influenced Diagram* sederhana adalah sebagai berikut:



Gambar 10.5 Influenced Diagram Sederhana

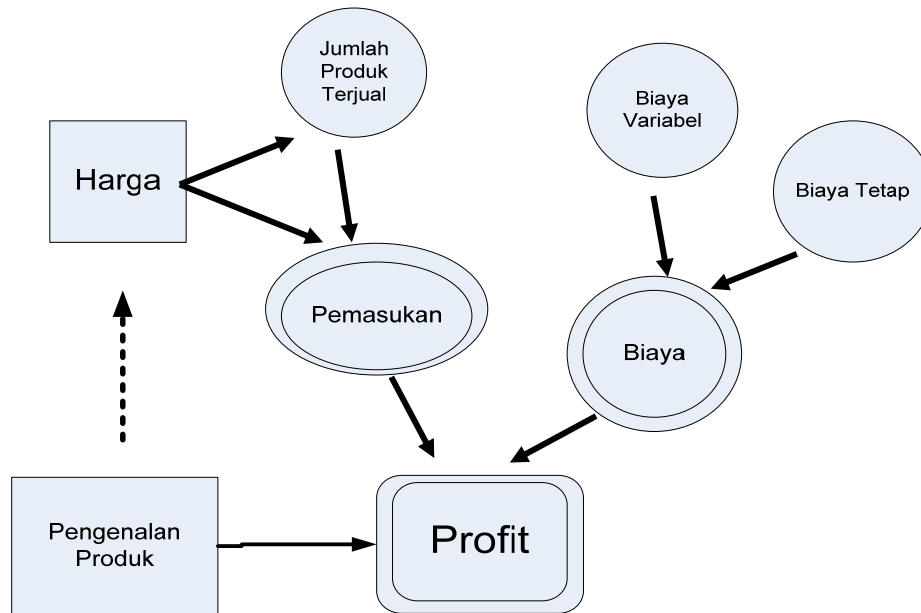
Pada langkah selanjutnya manajer perusahaan menyadari bahwa biaya yang merupakan biaya produksi adalah biaya tetap dan tidak tetap. Sedangkan untuk nilai pemasukan ditentukan oleh jumlah unit yang terjual dan keputusan mengenai harga tiap unit produk.

Hal ini menjadikan *Influenced Diagram* yang akan kita gambarkan mempunyai lebih banyak item, gambar *Influenced Diagram* adalah sebagai berikut:



Gambar 10.6 Gambar Influenced

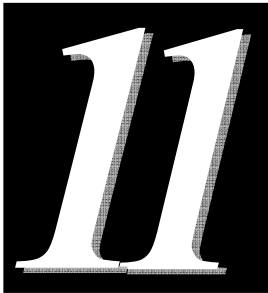
Pada gambar diatas hampir semua item *deterministic* dimasukkan, kalau kita melakukan perhitungan rincian biaya di satu sisi dan rincian pemasukan di sisi yang lain, maka gambaran *Influenced Diagram* akan didapatkan sebagai berikut:



Gambar 10.7 InFLuenced Diagram dengan Deterministic node

Pada dasarnya demikianlah *deterministic node*, memberikan input dari *predecessor* sehingga *outcome* dari *deterministic node* dapat dinyatakan. Tidak ada kejadian tian pasti setelah mengetahui semua variabel –*decision* dan *chance node* diketahui-. Tentu saja ada ketidakpastian yang melingkupi jika hal ini mengenai lingkungan variabel yang belum diketahui. Pengambil keputusan harus melihat tanpa batasan waktu mengenai item-item dari *deterministic node*, sebelum semua diketahui maka *deterministic node* tidak bisa dinyatakan.

Secara umum *deterministic node* yang digunakan dalam *Influenced Diagram* adalah sebuah node yang memiliki banyak *predecessor* mungkin mencakup satu atau lebih *deterministic node*. Hal ini di gambarkan dalam *Influenced Diagram* perhitungan nilai pemasukan dan biaya di atas. Penentuan harga dan ketidakpastian tingkat penjualan merupakan unsur dalam nilai pemasukan, sedangkan besarnya biaya tetap dan ketidakpastian besarnya biaya variabel produk menyusun *node* biaya.



BAB. 11. PENGENALAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

1. PENDAHULUAN

Sistem informasi adalah suatu sistem di dalam suatu organisasi yang mempertemukan kebutuhan pengolahan transaksi harian, pendukung operasi, bersifat manajerial, dan kegiatan strategis dari suatu organisasi serta menyediakan pihak luar tertentu dengan berbagai laporan yang diperlukan (Jogiyanto,1993).

Tipologi sistem informasi berdasarkan pembagian tingkat manajemen klasik dibagi menjadi enam yaitu: (Daihani, 2001)

1. Sistem Informasi Operasional (*Operational Information System*)
2. Sistem Informasi Manajemen (*Management Information System*)
3. Sistem Informasi Pendukung Keputusan (*Decision Support Sistem / DSS*)
4. Sistem Informasi Eksekutif (*Executive Information Sistem*)
5. Sistem Pakar (*Expert Sistem*)
6. Sistem Perkantoran (*Office Sistem*)

Beberapa definisi DSS dalam Turban 2001 :

1. DSS adalah sistem yang membantu para pengambil keputusan managerial untuk keputusan yang semi terstruktur.
2. DSS adalah *“model based set of procedures for processing data and judgement to assist a manager in his decision making”*
3. DSS adalah *a computer based system consisting of three interacting component*
 - a. *A language system*
 - b. *A Knowledge system*
 - c. *A Problem processing system*

Dalam literatur yang lain, Sistem Pendukung Keputusan adalah suatu sistem informasi berbasis komputer yang menghasilkan berbagai alternatif keputusan untuk membantu manajemen dalam menangani berbagai permasalahan yang terstruktur ataupun tidak terstruktur dengan menggunakan data dan model (Daihani, 2001).

Adapun jenis-jenis keputusan ada dua kategori yaitu: (Daihani, 2001)

1. Keputusan terprogram:

Memiliki sifat berulang dan rutin, sedemikian sehingga suatu prosedur pasti telah dibuat untuk menanganinya sehingga keputusan tersebut tidak perlu diberlakukan setiap kali terjadi.
2. Keputusan tak terprogram

Bersifat baru, tidak terstruktur, dan jarang konsekuen sehingga tidak ada metode yang pasti untuk menangani masalah ini karena belum ada

sebelumnya dan sangat rumit atau karena begitu pentingnya sehingga memerlukan perlakuan khusus.

Adapun tahap dalam mengambil keputusan yaitu: (Daihani, 2001)

1. Kegiatan intelejen, merupakan kegiatan yang mengamati lingkungan untuk mencari kondisi-kondisi yang perlu untuk diperbaiki.
2. Kegiatan merancang, merupakan kegiatan yang menemukan, mengembangkan dan menganalisa berbagai alternatif tindakan yang memungkinkan.
3. Kegiatan memilih, merupakan kegiatan yang memilih satu rangkaian tindakan yang tertentu dari berbagai yang tersedia.
4. Kegiatan menelaah, merupakan kegiatan yang menilai pilihan-pilihan yang lalu.

Adapun jenis-jenis sistem pendukung keputusan yaitu:

- a. Mengambil elemen-elemen informasi
- b. Menganalisa seluruh file
- c. Menyiapkan laporan dari berbagai file
- d. Memperkirakan akibat keputusan
- e. Mengusulkan keputusan
- f. Membuat keputusan.

2. BAGIAN –BAGIAN SPK

Dalam Sistem Pendukung Keputusan terdapat tiga komponen utama atau subsistem yaitu: (Daihani, 2001)

1. Subsistem data (*data base*)

2. Subsistem model (*model base*)
3. Subsistem dialog (*user sistem interface*)

Subsistem Data

Subsistem data merupakan komponen SPK penyedia data bagi sistem. Data disimpan dalam suatu pangkalan data (*data base*) yang diorganisasikan oleh suatu sistem yang disebut dengan sistem manajemen pangkalan data (*Data Base Management Sistem / DBMS*). Melalui manajemen pangkalan data inilah data dapat diambil dan diekstraksi dengan cepat.

Subsistem Model

Keunikan dari SPK adalah kemampuannya dalam mengintegrasikan data dengan model-model keputusan. Kalau pada pangkalan data, organisasi data dilakukan oleh manajemen pangkalan data, maka dalam hal ini ada fasilitas tertentu yang berfungsi sebagai pengelola berbagai model yang disebut dengan pangkalan model (*model base*).

Model adalah suatu peniruan dari alam nyata. Kendala yang sering dihadapi dalam merancang suatu model adalah bahwa model yang disusun ternyata tidak mampu mencerminkan seluruh variabel alam nyata. Sehingga keputusan yang diambil didasarkan pada model tersebut menjadi tidak akurat dan tidak sesuai. Oleh karena itu, dalam menyimpan berbagai model pada sistem pangkalan model harus tetap dijaga fleksibilitasnya. Artinya harus ada fasilitas yang mampu membantu pengguna untuk memodifikasi atau menyempurnakan model, bila terjadi perkembangan pengetahuan.

Hal ini yang perlu diperhatikan adalah pada setiap model yang disimpan hendaknya ditambahkan rincian keterangan dan penjelasan yang komprehensif mengenai model yang dibuat, sehingga pengguna atau perancang:

1. Mampu membuat model yang baru dengan mudah dan cepat,
2. Mampu mengakses dan mengintegrasikan subrutin model,
3. Mampu menghubungkan model dengan model yang lain melalui pangkalan data,
4. Mampu mengelola *model base* dengan fungsi manajemen yang analog dengan manajemen basis data.

Subsistem Dialog

Keunikan lainnya dari SPK adalah adanya fasilitas yang mampu mengintegrasikan sistem terpasang dengan pengguna secara interaktif. Subsistem ini dikenal sebagai subsistem dialog. Melalui subsistem dialog inilah sistem diartikulasikan atau diimplementasikan sehingga pengguna atau pemakai dapat berkomunikasi dengan sistem yang dirancang. Fasilitas yang dimiliki oleh subsistem ini dapat dibagi atas tiga komponen, yaitu:

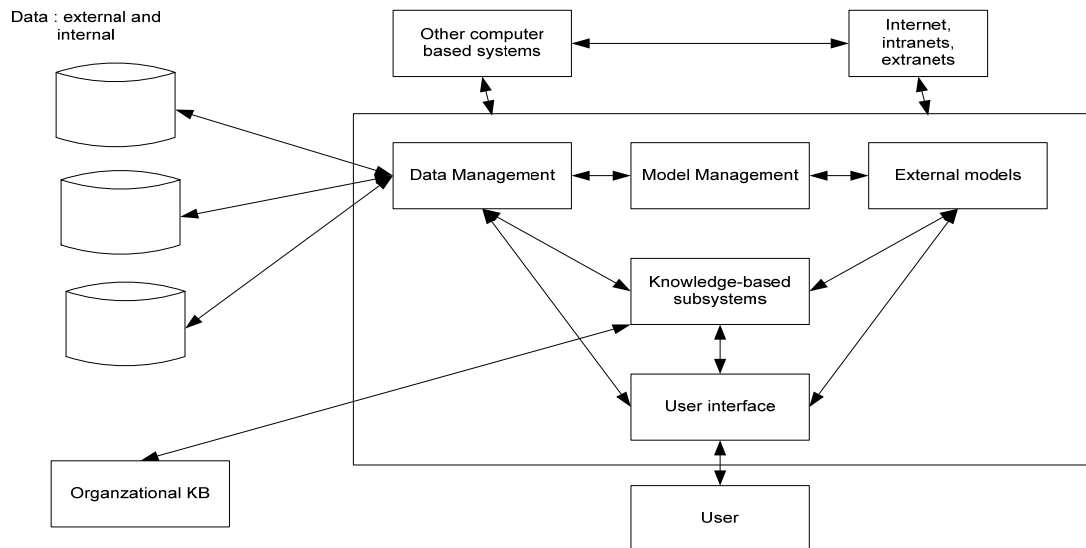
1. Bahasa Aksi (*Action Language*), yaitu suatu perangkat lunak yang dapat digunakan pengguna untuk berkomunikasi dengan sistem. Komunikasi ini dilakukan melalui berbagai pilihan media seperti, *keyboard*, *joystick*, atau *key function* lainnya.
2. Bahasa tampilan (*Display* atau *Presentation Language*), yaitu suatu perangkat lunak yang berfungsi sebagai sarana untuk menampilkan

sesuatu. Peralatan yang digunakan untuk merealisasikannya tampilan ini diantaranya adalah *printer*, grafik *monitor*, *plotter*.

3. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*), yaitu bagian yang mutlak diketahui oleh pengguna sehingga sistem yang dirancang dapat berfungsi efektif.

Komponen penyusun sebuah aplikasi Sistem Pendukung Keputusan kemudian disempurnakan oleh Turban pada Tahun 2001 menjadi 4 bagian, yaitu :

1. Manajemen Data
2. Manajemen Model
3. Manajemen berbasis pengetahuan
4. Antarmuka pemakai



Sumber : Turban 2001

Manajemen Data

Subsistem ini termasuk di dalamnya sebuah basis data yang berisi data yang relevan untuk suatu kondisi dan diatur dengan perangkat lunak Manajemen Basis

Data (DBMS). Subsistem ini dapat dihubungkan dengan *data warehouse* perusahaan, yaitu suatu tempat penyimpanan data untuk pengambilan keputusan yang relevan.

Manajemen model

Bagian ini adalah paket perangkat lunak, termasuk keuangan, statistik, sains manajemen, atau model-model kuantitatif yang memberikan kemampuan analitik bagi sistem dan manajemen perangkat lunak yang sesuai. Bahasa pemodelan yang memungkinkan perubahan model dapat juga dimasukkan. Perangkat lunak ini sering disebut sistem manajemen berbasis model. Subsistem ini dapat dihubungkan dengan penyimpanan model perusahaan ataupun eksternal.

Manajemen berbasis pengetahuan

Subsistem ini dapat mendukung subsistem yang lain atau berperan sebagai komponen yang independen. Subsistem ini menyediakan kecerdasan untuk melengkapi milik pengambil keputusan. Subsistem ini dapat dihubungkan dengan dengan penyimpanan pengetahuan perusahaan, yang sering disebut *organizational knowledge base*.

Antarmuka pemakai

Pemakai berinteraksi dengan sistem pendukung keputusan melalui subsistem ini. Pemakai harus dianggap sebagai bagian dari sistem. Para peneliti mengatakan bahwa keunikan sistem pendukung keputusan didapatkan dari interaksi komputer dan pengambil keputusan.

3. TEKNIK PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

Cara pendekatan atau teknik dalam perancangan SPK sangat tergantung pada kondisi dan waktu yang tersedia. Teknik-teknik tersebut dikategorikan menjadi tiga, yaitu: (Daihani, 2001)

1. Perancangan dengan cepat (*quick hit*), yaitu teknik perancangan SPK dengan ketersediaan waktu yang singkat. Perancangan ini tepat digunakan bila tujuan yang hendak dicapai jelas, prosedur dalam organisasi jelas, data telah tersedia, pengguna sedikit, dan sistem dapat beroperasi secara bebas begitu data telah diterima.
2. Perancangan dengan bertahap, yaitu perancangan SPK khusus yang pembuatannya disesuaikan dengan perencanaan masa yang akan datang, sehingga bagian yang telah dikembangkan dalam sistem awal dapat digunakan lagi untuk pengembangan selanjutnya
3. Perancangan SPK lengkap, yaitu perancangan SPK yang terintegrasi dan berarsitektur baik.

Dalam pengembangan SPK dikenal dua cara perancangan yaitu: (Daihani, 2001)

1. Perancangan iteratif, yaitu mengembangkan SPK dengan menyatukan tahapan umum pengembangan sistem seperti *analysis, design, construction, implementation* dikombinasikan menjadi satu langkah tunggal yang dilakukan secara berulang.

2. Perancangan dengan pendekatan analisis sistem, yaitu mengembangkan SPK untuk dapat mengidentifikasi kebutuhan-kebutuhan pengambil keputusan dan menyesuaikan kebutuhan tersebut dengan kemampuan ke tiga tingkatan SPK. mengetahui kebutuhan-kebutuhan dalam pengambilan keputusan.

4. BASIS DATA

Dalam perancangan Sistem Pendukung Keputusan, basis data merupakan bagian yang tidak terpisahkan. Basis data adalah sekumpulan data yang disimpan dalam format yang standar, dirancang untuk digunakan bersama oleh beberapa pemakai (Post, 2002).

Dalam pembuatan/perancangan *database* sendiri perlu dilakukan beberapa tahapan penting untuk mengetahui sistem *database* yang dibutuhkan, sehingga hasil dari perancangan ataupun pembuatan *database* sendiri dapat memberikan hasil yang optimal kepada pengguna. Adapun tahapan tersebut yaitu: (Post, 2002)

1. Menentukan tujuan utama dari sistem *database* tersebut.
2. Mencari informasi dari pengguna mengenai *form* dan laporan yang diperlukan.
3. Menentukan data yang harus disimpan.
4. Merancang tabel dan relasinya.
5. Menentukan batasan dari perusahaan / data
6. Mengklarifikasi kebaikan sistem.

Kunci-kunci Pada Database

Setiap tabel atau atribut haruslah memiliki kunci yang membuat tabel / atribut tersebut unik atau lain dengan tabel atau atribut lainnya. Adapun jenis-jenis kunci tersebut adalah: (Post, 2002)

1. Kunci Primer (*Primary Key*)

Kunci primer merupakan kunci yang tidak dapat memiliki nilai yang sama untuk setiap baris yang berbeda pada tabel/atribut. Sebagai contoh dalam perancangan *database* untuk *Research and Development (R&D)* dalam pendataan pegawai pihak manajer akan menggunakan nama pegawai sebagai identitas dari *database* namun karena nama pegawai tersebut terjadi pengulangan maka sebaiknya digunakan nomor identitas pegawai agar tidak terjadi pengulangan yang dapat menimbulkan kebingungan dalam pendataan pegawai pada akhirnya.

2. *Composite Key*

Pada setiap tabel pada *database* yang memiliki hubungan satu ke banyak atau banyak ke banyak membutuhkan kunci ini sebagai kunci penghubung dari hubungan antar tabel/atribut tersebut.

3. *Surrogate Key*

Kunci ini merupakan kunci yang dihasilkan oleh *database* itu sendiri apabila terdapat pendataan yang sama. Kunci ini tidak akan muncul pada sistem pendataan sehingga pengguna tidak akan mengetahui perbedaan antara pendataan yang sama dari kunci tersebut.

Hubungan Antar tabel Pada Database

Relasi antar tabel perlu ditentukan terlebih dahulu sebelum membuat *query*, *form* dan *report* untuk menampilkan data dari beberapa tabel. Relasi antar tabel biasanya bekerja dengan mencocokkan data dalam *field* kunci, biasanya pada *field* yang memiliki nama yang sama pada kedua tabel yang memiliki relasi adapun jenis-jenis relasi itu yaitu: (Post, 2002)

1. Relasi satu ke banyak (*one to many relationship*)

Dalam relasi ini sebuah record dalam tabel A dapat memiliki banyak record yang bersesuaian dengan tabel B.

2. Relasi banyak ke banyak (*many to many relationship*)

Dalam relasi ini banyak record dalam tabel A dapat memiliki sebuah record yang bersesuaian dengan tabel B.

3. Relasi banyak ke banyak (*many to many relationship*)

Setiap record dari tabel A hanya memiliki sebuah record yang bersesuaian dengan tabel B.

Normalisasi

Normalisasi merupakan suatu proses pengelompokan elemen data menjadi tabel-tabel yang menunjukkan entitas dan relasinya sehingga terlihat sebagai bangunan basis data (Post, 2002).

Adapun tingkatan dari normalisasi tersebut yaitu:

1. *First normal form*. Normalisasi pada tabel yang meniadakan *value* yang sama pada *cell* tabel atau pengulangan kelompok data tertentu. Apabila terjadi pengulangan sebaiknya dibuatkan tabel lain.
2. *Second normal form*. Normalisasi pada tabel ini meniadakan pemasukan data berulang pada kelompok data tertentu, sehingga perlu di buat tabel lain dengan inisialisasi *primary key* yang mengisikan data dari kelompok data.
3. *Third normal form*. Normalisasi pada tabel ini meniadakan pemasukan data berulang pada kelompok data tertentu, sehingga perlu di buat tabel lain tanpa inisialisasi *primary key* yang mengisikan data dari kelompok data.
4. *Fourth normal form*. Normalisasi pada tabel ini digunakan jika terdapat relasi *binary* pada beberapa tabel tetapi relasi dimodelkan sebagai relasi yang saling berkaitan.

Sistem Manajemen Basis Data (DBMS)

Database Mangement System adalah *software* yang mendefinisikan basis data, menyimpan data, menggunakan bahasa *query*, membuat laporan-laporan, dan membuat tampilan data masukan (Post, 2002).

Penyusunan satu *database* digunakan untuk mengatasi masalah-masalah pada penyusunan data yaitu :

1. Redundansi dan inkonsistensi data.
2. Kesulitan pengaksesan data.
3. Isolasi data untuk standardisasi.

4. *Multiple user* (banyak pemakai).
5. Masalah keamanan (*security*).
6. Masalah integrasi (kesatuan).
7. Masalah data *independence* (kebebasan data).

5. SEPUTAR SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

Beberapa isu seputar Sistem Pendukung Keputusan antara lain :

1. Manajemen Pengetahuan

Terdapat beberapa definisi manajemen pengetahuan, antara lain:

1. Turban (2001) menyatakan manajemen pengetahuan sebagai dasar pengaturan pengetahuan perusahaan dan aset intelektual yang dapat memperbaiki karakteristik kinerja organisasi dan menambah nilai untuk bertindak dengan cerdas.
2. Manajemen pengetahuan adalah sebuah proses yang membantu organisasi mengidentifikasi, memilih, mengorganisasikan, menyalurkan, dan mentransfer informasi penting dan kepakaran yang merupakan bagian dari memori organisasi yang pada umumnya berada dalam organisasi dalam keadaan tidak terstruktur (Turban, 2001).
3. Information Society Technologies (2002) mendefinisikan manajemen pengetahuan sebagai sebuah usaha yang sistematis dan teratur untuk menggunakan pengetahuan dalam sebuah organisasi. Manajemen pengetahuan bertujuan mentransformasi kemampuan organisasi untuk membangkitkan, menyimpan, dan menggunakan pengetahuan dalam rangka memperbaiki kinerja organisasi melalui kemampuan berinovasi dan penciptaan nilai. Secara

singkat, manajemen pengetahuan organisasi bertujuan mempermudah akses dan penggunaan ulang pengetahuan untuk memperbaiki kemampuan bersaing sebuah organisasi.

Information Society Technologies (2002) membagi komponen manajemen pengetahuan menjadi beberapa tahapan (<http://rocket.vub.ac.be>):

1. Pembangkitan pengetahuan
2. Representasi pengetahuan
3. Penyimpanan pengetahuan
4. Akses pengetahuan
5. Transfer pengetahuan

Dalam kaitannya dengan sistem pendukung keputusan, manajemen pengetahuan akan memperkuat sistem pendukung keputusan. Karena dengan pengetahuan yang lebih lengkap dan teratur, maka pengambilan keputusan akan menjadi lebih baik.

Model-model pengetahuan menjelaskan proses terjadinya keputusan sehingga orang lain memahami bagaimana suatu keputusan dibuat. Pilihan yang tepat dalam merepresentasikan pengetahuan ini adalah dengan analogi atau diagram yang dapat membuat semuanya menjadi berbeda, seperti pada saat mencoba mengkomunikasikan suatu ide yang cukup sulit kepada seseorang, khususnya orang yang bukan pakar dalam bidang ini (Milton, 2003). Beberapa cara untuk merepresentasikan pengetahuan pada saat proses akuisisi pengetahuan dari seorang pakar merujuk kepada beberapa model pengetahuan (*knowledge model*).

Milton (2003) membagi model pengetahuan menjadi 3 bagian utama, yaitu *ladders*, *network diagram* dan *tables/grids*.

Ladders

Ladders adalah diagram hirarki seperti halnya diagram pohon. Beberapa jenis utama dari *ladders* adalah *concept ladder*, *composition ladder*, *decision ladder* dan *attribute ladder*, *process ladder*..

Network Diagrams

Network diagrams menunjukkan bagian-bagian yang terhubung oleh panah. Berdasarkan atas jenis *network diagram*, bagian-bagian tersebut dapat merepresentasikan berbagai macam jenis dari konsep, atribut, nilai atau tugas dan panah antara bagian-bagian dengan berbagai macam jenis hubungan. Contoh dari *network diagram* meliputi *concept maps*, *process maps* dan *state transition network*.

Tables and Grids

Representasi tabular menggunakan tabel dan grid sebagai media representasinya. Tiga jenis utamanya adalah *forms*, *frames*, *timeline* dan *matrix*.

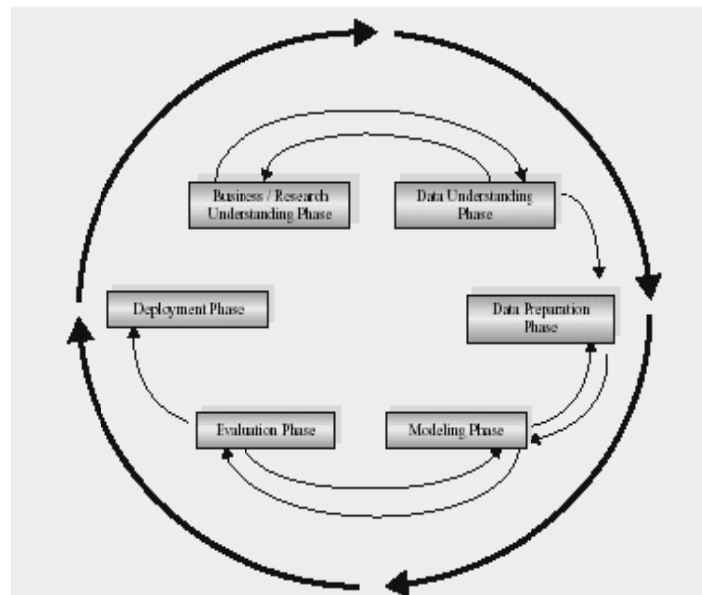
2. Data Mining (Larose, 2005)

Data mining adalah proses menemukan hubungan , pola-pola dan tren yang berarti dengan memilihnya dari sejumlah besar data yang tersimpan, menggunakan

teknologi atau dapat juga statistik dan matematika.

Tahapan dalam data mining adalah

1. *Business understanding phase.*
2. *Data understanding phase*
3. *Data preparation phase*
4. *Modeling phase*
5. *Evaluation phase*
6. *Deployment phase*



Dengan mengenali pola data, maka proses pengambilan keputusan akan lebih baik. Karena pengambilan keputusan berdasarkan pola data, berarti pengambilan keputusan akan lebih konsisten.

Data Mining Tasks in Discovering Knowledge in Data

<i>Task</i>	<i>Tools</i>
Deskripsi	<i>Exploratory Data Analysis</i>
Estimasi	<i>Statistical Approaches to Estimation and Prediction</i>
Prediksi	<i>Statistical Approaches to Estimation and Prediction</i>
Klasifikasi	<i>k-Nearest Neighbor Algorithm</i> <i>Decision Trees</i> <i>Neural Networks</i>
Klastering	<i>Hierarchical and k-Means Clustering</i> <i>Kohonen Networks</i>
Asosiasi	<i>Association Rules</i>

12

BAB. 12. BEBERAPA STUDI KASUS ANALISIS KEPUTUSAN

STUDI KASUS I

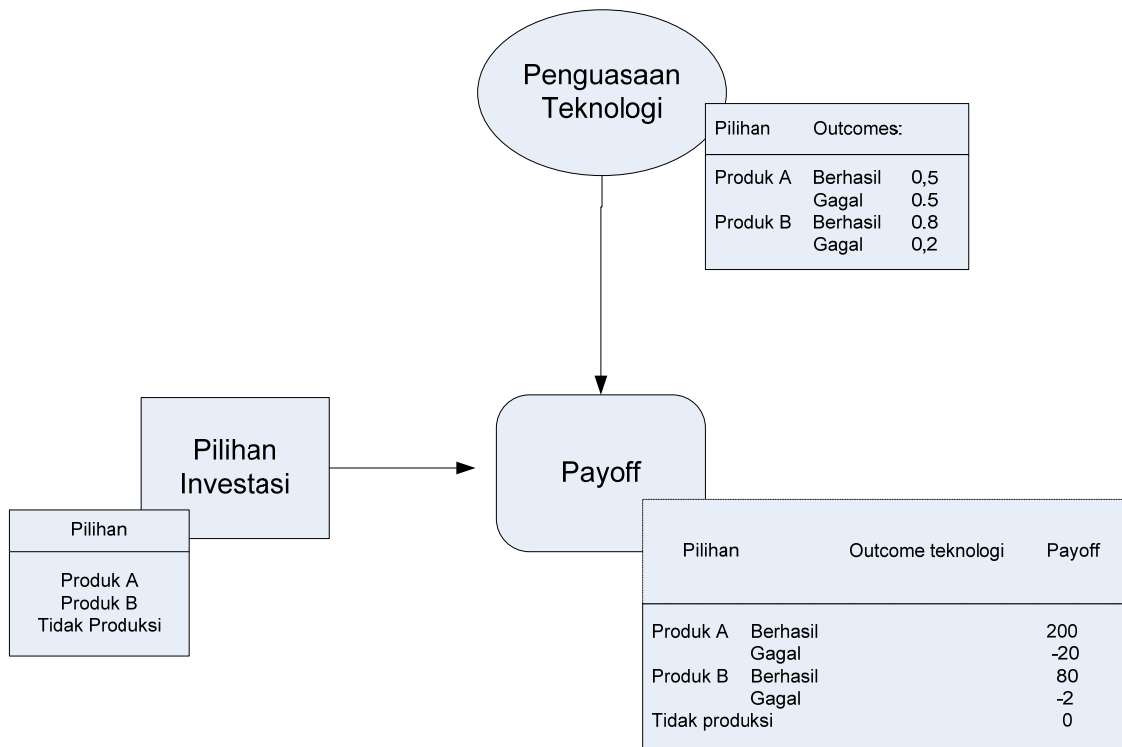
Sebagai seorang pengusaha elektronik Tuan X berminat untuk menambah jenis produk yang diproduksi. Untuk maksud tersebut hingga saat ini terdapat dua pilihan, pilihan pertama adalah produk A sedangkan pilihan kedua adalah produk B. Untuk produk A, meskipun teknologi pembuatan produk belum tersedia akan tetapi dia yakin staff engineeringnya akan mampu menguasai teknologi tersebut. Dengan mempertimbangkan berbagai hal tersebut, maka dapat ditetapkan kemungkinan keberhasilan adalah 0,5.

Nilai Payoff produk A jika berhasil adalah Rp. 200 juta dan nilai kerugian adalah - Rp. 20 juta Untuk produk B tidak membutuhkan teknologi baru namun demikian dirasakan masih ada kemungkinan untuk gagal 0,2. Nilai Payoff produk B jika berhasil adalah Rp. 80 juta dan nilai kerugian adalah - Rp. 2 juta.

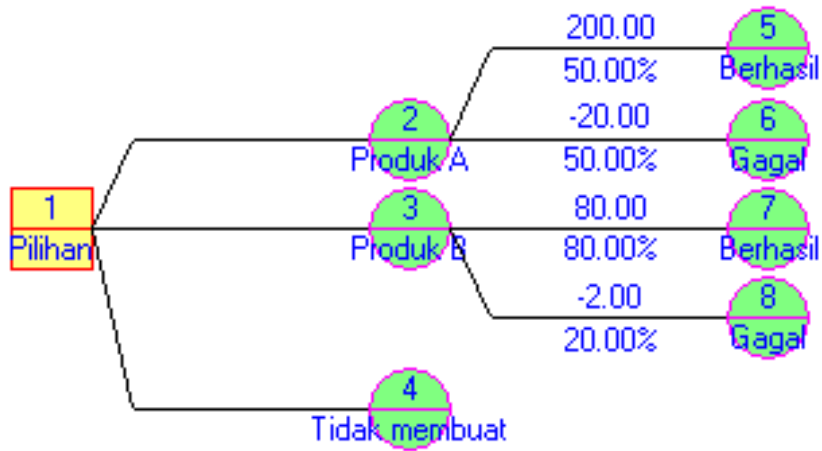
Dia masih ragu-ragu memutuskan apakah akan membuat salah satu produk baru atau tidak.

Solusi:

Dari kasus diatas, pengambil keputusan harus melakukan pilihan jenis produk tambahan yang akan di produksi yaitu produk A, produk B atau tidak melakukan produksi. Nilai payoffnya adalah besarnya keuntungan untuk produk A, kerugian jika produk A gagal, keuntungan produk B berhasil, kerugian jika produk B gagal. Nilai kejadian tak pasti dari kasus diatas adalah adanya nilai probabilitas dari keberhasilan dan kegagalan produk A, keberhasilan dan kegagalan produk B. Penggambaran skema dalam *Influenced Diagram* adalah sebagai berikut:



Jika kita masukkan probabilitas ke dalam *Decision tree*, maka *decision tree* kasus di atas adalah sebagai berikut:



Perhitungan nilai *Expected Value* sebagai dasar pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

11-02-2008	Node/Event	Type	Expected value	Decision
1	Pilihan	Decision node	\$90	Produk A
2	Produk A	Chance node	\$90	
3	Produk B	Chance node	\$63.60	
4	Tidak membuat	Chance node	0	
5	Berhasil	Chance node	0	
6	Gagal	Chance node	0	
7	Berhasil	Chance node	0	
8	Gagal	Chance node	0	
Overall	Expected	Value =	\$90	

Berdasarkan nilai pengolahan data di atas, diperoleh nilai *Expected Value* sebesar Rp 90 juta dengan keputusan jenis produk yang diproduksi adalah produk A

STUDI KASUS II

Sebagai seorang manajer produksi, tuan Yanuar diminta untuk menentukan jenis produk baru yang akan dibuat dan dipasarkan. Pimpinan pabrik telah menetapkan hanya akan memproduksi satu macam produk saja. Telah dilakukan percobaan dan didapatkan data produksi dan harga sebagai berikut:

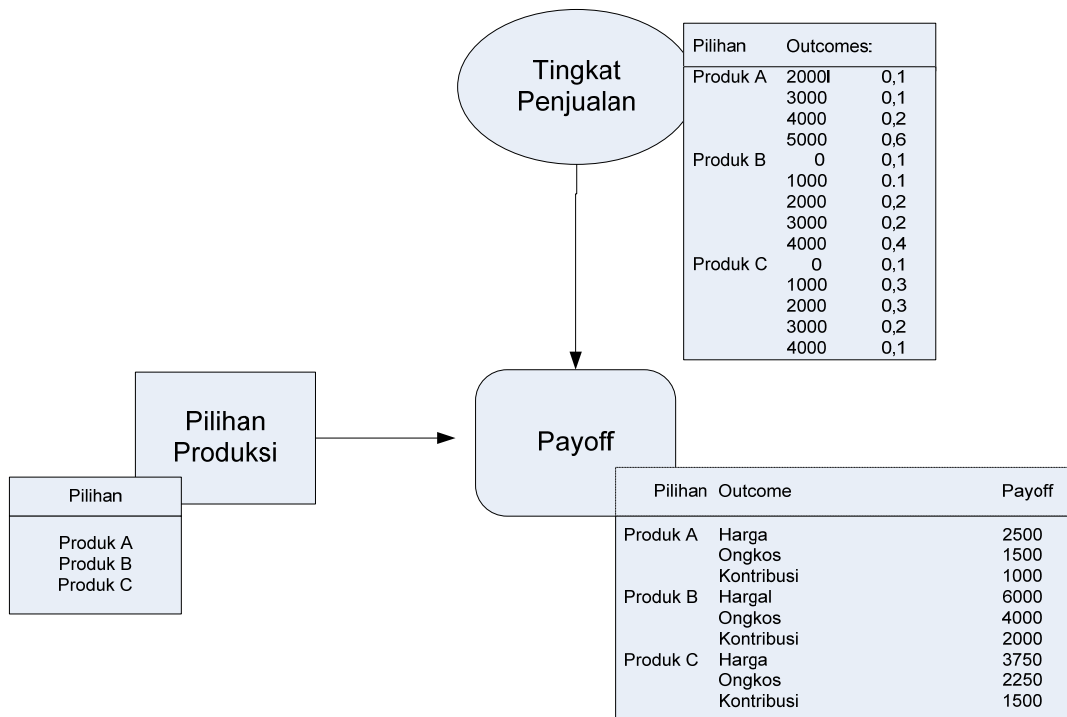
Produk	Harga (Unit)	Ongkos(Unit)	Kontribusi (Unit)
A	Rp. 2.500	Rp. 1.500	Rp. 1.000
B	Rp. 6.000	Rp. 4.000	Rp. 2.000
C	Rp. 3.750	Rp. 2.250	Rp. 1.500

Selain itu dari bagian pemasaran telah melakukan survei dan didapatkan data tambahan sebagai berikut:

Tingkat Penjualan	Kemungkinan		
	A	B	C
0	0	0,1	0,1
1.000	0	0,2	0,3
2.000	0,1	0,2	0,3
3.000	0,1	0,4	0,2
4.000	0,2	0,1	0,1
5.000	0,6	0	0

Solusi:

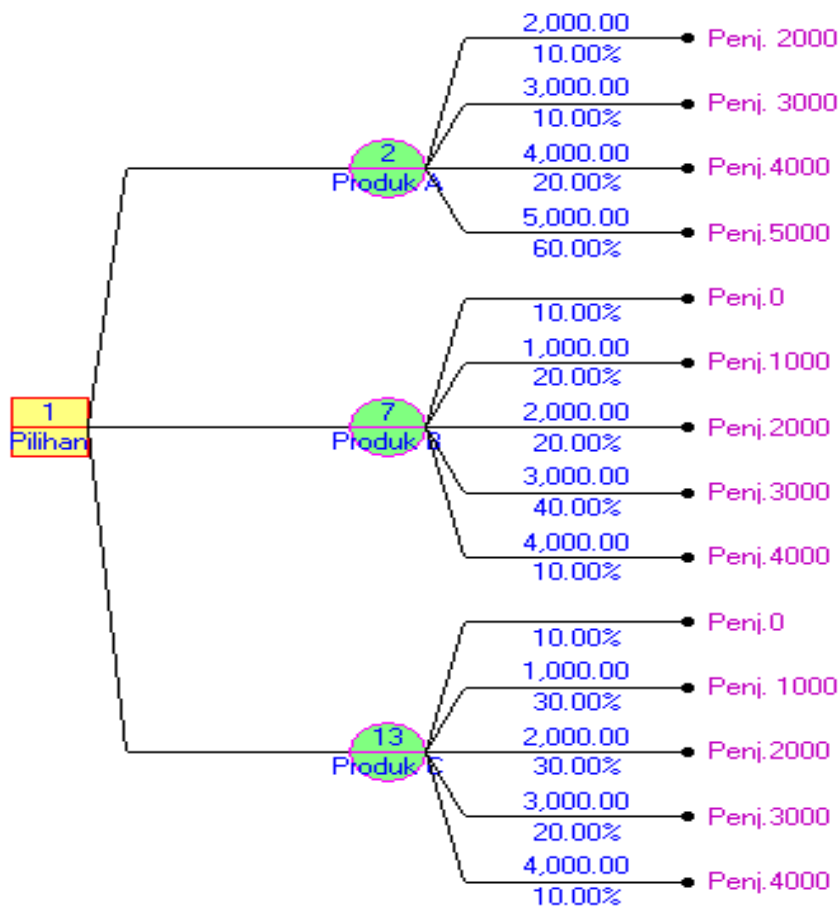
Dari kasus diatas, pengambil keputusan harus melakukan pilihan memproduksi satu jenis produk yaitu produk A, produk B atau produk C. Nilai payoffnya adalah nilai harga produk/unit, nilai ongkos produksi produk/unit dan kontribusi produk/unit . Kejadian tak pasti dari kasus diatas adalah adanya nilai probabilitas kemungkinan produk terjual. Hal ini dinyatakan dengan adanya data dari departemen pemasaran mengenai kemungkinan besarnya penjualan per 1000 unit untuk tiap jenis produk. Penggambaran skema dalam Influenced Diagram adalah sebagai berikut:



Dari skema dengan menggunakan *Influenced Diagram* diatas, maka akan lebih jelas bahwa jenis pilihan ada 3, kejadian tidak pasti yang melingkupi kasus ini adalah tingginya tingkat penjualan hal ini dikarenakan kita tidak bisa benar benar

memprediksi keinginan konsumen. Nilai *Payoff* yang ada adalah: nilai harga produk, nilai ongkos produksi dan kontribusi. Berdasarkan aturan dasar suatu industri dimana untuk memperbesar laba adalah dengan meminimumkan ongkos produksi dan memperbesar kontribusi produksi serta harga produk atau dengan harga dan kontribusi yang setinggi-tingginya sedangkan modal produksi yang dikeluarkan sekecil-kecilnya. Sehingga seringkali nilai ongkos produksi dinyatakan dengan harga minus.

Decision Tree dari kasus diatas adalah sebagai berikut:



Adapun perhitungan *Expected Value* dari kasus diatas adalah sebagai berikut:

11-02-2008	Node/Event	Type	Expected value	Decision
1	Pilihan	Decision node	\$4,300	Produk A
2	Produk A	Chance node	\$4,300	
3	Penj. 2000	Chance node	0	
4	Penj. 3000	Chance node	0	
5	Penj. 4000	Chance node	0	
6	Penj. 5000	Chance node	0	
7	Produk B	Chance node	\$2,200	
8	Penj. 0	Chance node	0	
9	Penj. 1000	Chance node	0	
10	Penj. 2000	Chance node	0	
11	Penj. 3000	Chance node	0	
12	Penj. 4000	Chance node	0	
13	Produk C	Chance node	\$1,900	
14	Penj. 0	Chance node	0	
15	Penj. 1000	Chance node	0	
16	Penj. 2000	Chance node	0	
17	Penj. 3000	Chance node	0	
18	Penj. 4000	Chance node	0	
Overall	Expected	Value =	\$4,300	

Berdasarkan pengolahan data diatas dapat diketahui nilai *Expected valuenya* adalah sebesar Rp. 4.300 dengan keputusan Produk A yang akan diproduksi dengan harga Rp. 2.500/unit, ongkos produksi Rp. 1.500,-/unit dan kontribusi Rp. 1.000,-/unit.

STUDI KASUS III

Seorang manajer produksi di suatu perusahaan saat ini sedang meneliti mengenai kecacatan produk yang terjadi dan dia harus memutuskan apa yang harus di lakukan pada hari itu juga. Dia kemudian meminta bagian perawatan untuk melihat mesin nomor 3 yang diduga sebagai sumber dari kecacatan produk tersebut. Test ini dilakukan terhadap keseluruhan bagian mesin untuk mengetahui keakuratan mesin,

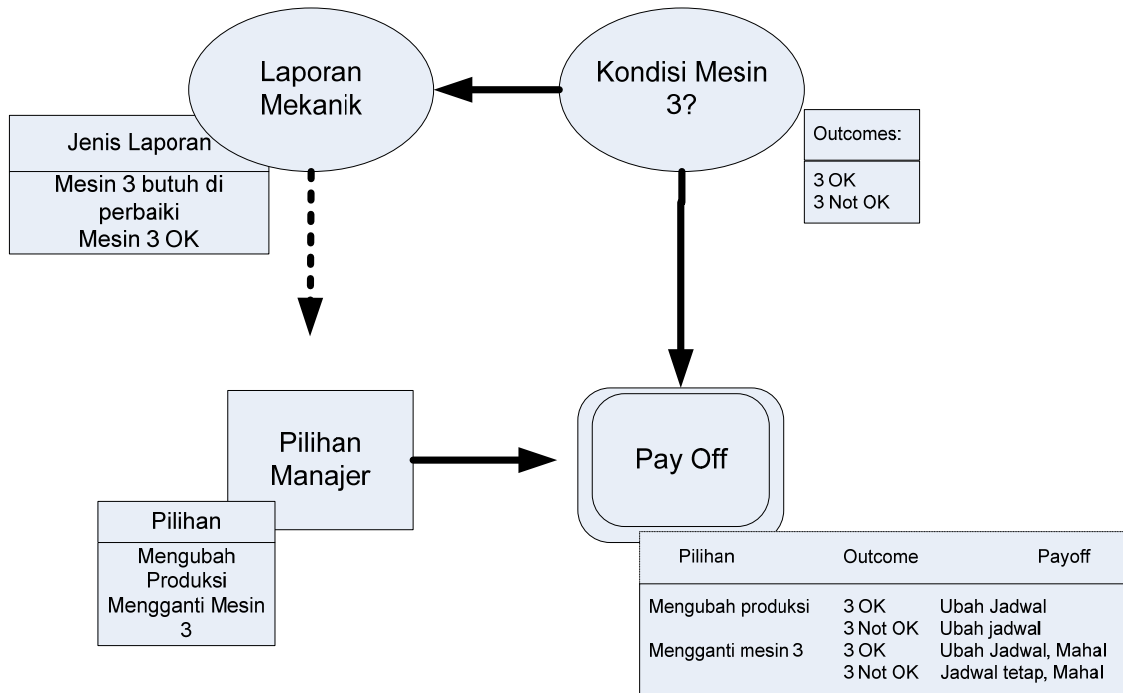
ketepatan mesin dan kecepatan maksimum mesin, untuk melakukan 1 macam test seorang ahli mekanik membutuhkan waktu 1 hari dan untuk melakukan *running* awal mesin sebelum mesin dinyatakan bagus adalah 1 hari sehingga waktu total untuk melakukan test dan *running* awal adalah 4 hari. Apabila mesin nomor 3 tidak bermasalahan maka operator dari bagian tersebut akan di jadwalkan ulang dan dipindahkan ke bagian lain sampai inti permasalahan diketahui. Penjadwalan ulang ini akan mengganggu jadwal pembuatan produk lain akan tetapi ini akan mengurangi total kerugian yang ditanggung dibandingkan tanpa jadwal ulang.

Tanpa laporan ahli mekanik, masalah ini akan menjadi permasalahan yang memiliki resiko tinggi karena manajer hanya berdasarkan insting untuk melakukan pergantian mesin nomor 3 dengan berdasar pengetahuan mengenai kemungkinan kecacatan produk berasal pada mesin nomor 3.

Gambarkan keputusan yang harus dibuat oleh manajer itu dengan menggunakan *Influenced Diagram*.

Solusi:

Dari kasus diatas, pengambil keputusan harus melakukan pilihan melakukan penggantian mesin nomor 3 ataukah melakukan penggantian jadwal produk. Nilai *payoff*nya adalah nilai merubah jadwal produksi (mahal), tidak merubah jadwal, mengganti mesin nomor 3 (mahal). Kejadian tak pasti dari kasus diatas adalah adanya nilai probabilitas kemungkinan kerusakan pada mesin nomor 3. Sedangkan tambahan informasi yang dibutuhkan adalah laporan mekanik mengenai kelayakan mesin. Penggambaran skema dalam *Influenced Diagram* sebagai berikut:



Dari kasus diatas terdapat garis panah dari node Kondisi Mesin ke Laporan Mekanik, hal ini berarti adanya cek kondisi langsung dari mesin nomor 3 oleh mekanik sebagai dasar laporan. Tidak ada garis panah langsung dari Laporan Mekanik ke *Payoff*, hal ini dikarenakan laporan mekanik hanya terkait dengan dasar pengambil keputusan oleh manajer. Artinya meskipun laporan mekanik menyatakan mesin 3 bagus akan tetapi manajer tetap memutuskan untuk mengganti mesin3, maka payoff yang digunakan adalah mengganti mesin 3.

STUDI KASUS IV

Pada Bulan Juni 2008 Ahmadi, seorang manager operasi suatu perusahaan pembuat suku Cadang industri otomotif mendapat tawaran untuk menyediakan beberapa suku Cadang khusus. Jumlah yang dipesan pada saat ini belum pasti mungkin 20 atau 40 unit, kepastiannya akan diberikan pada bulan Januari 2009. Harga per unit adalah Rp. 1.000.000,-. Berkenaan dengan itu, Ahmadi diharapkan untuk memberikan jawaban minggu depan dan bila sanggup pengiriman akan dilakukan Maret 2009. Ahmadi dan staffnya menentukan bahwa ada 3 cara untuk memproduksi suku Cadang tersebut.

Proses 1 – akan merupakan proses yang termurah jika berhasil dilakukan, tim baru akan mengetahui sukses atau tidak setelah melakukan percobaan pendahuluan yang direncanakan akan selesai pada September 2008. Bila tidak sukses, tim masih mempunyai waktu menggunakan proses 2, akan tetapi investasi untuk proses 1 akan hilang.

Proses 2- merupakan proses yang lebih mutakhir, jauh lebih mahal tapi pasti berhasil. Subkontrak – tim telah mempunyai sub kontraktor yang dapat dipercaya. Bila pesanan diberikan saat ini sub kontraktor akan memberikan harga diskon, mengenai jumlahnya mereka dapat menunggu hingga ada kepastian. Tapi bila pesanan kepada subkontraktor diberikan setelah bulan Juli, harganya akan lebih tinggi. Berkenaan dengan ini sub kontraktor sanggup memenuhi pesanan tersebut kapan saja, asalkan pesanan dilakukan tidak lebih dari bulan Januari 2009.

Para Teknisi yang terlibat memperkirakan kemungkinan keberhasilan untuk proses 1 adalah 0,5. Ahmadi setelah bertemu dengan pimpinan perusahaan, kemungkinan jumlah pesanan 40 unit adalah 0,4.

Ongkos-ongkos produksi yang perlu ditanggung ditentukan oleh bagian teknisi dan staff keuangan berdasarkan desain produk dan besarnya adalah sebagai berikut:

Proses -1

Biaya Percobaan	Rp. 2.000.000,-
Ongkos produksi/unit (bila berhasil)	Rp. 400.000,-

Proses – 2

Ongkos produksi/unit	Rp. 600.000,-
----------------------	---------------

Sub Kontrak (harga/unit)

Pesanan sebelum Agustus 2008	Rp. 700.000,-
Pesanan setelah Agustus 2008	Rp. 900.000,-

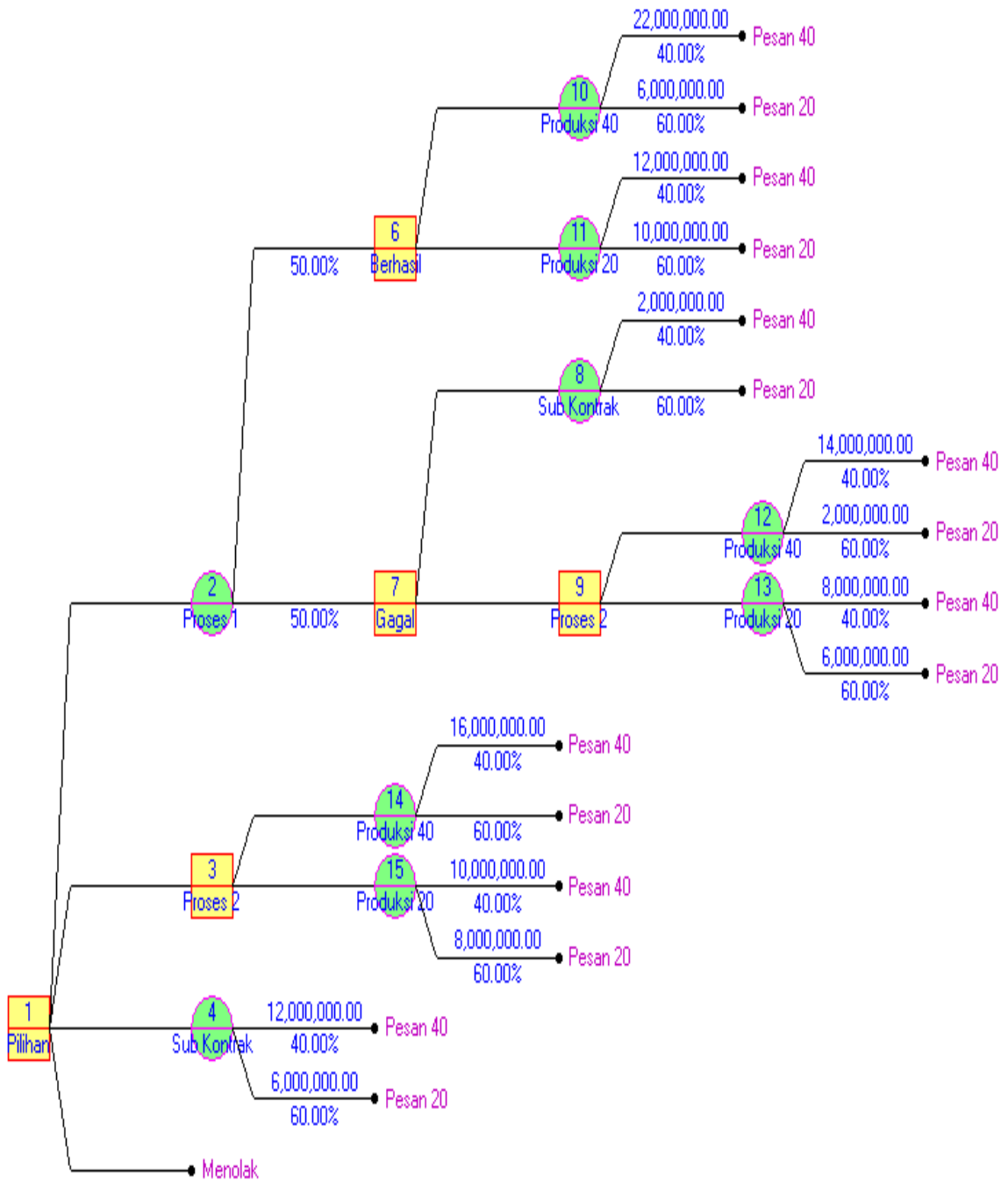
Selanjutnya Ahmadi dan tim memperkirakan juga:

1. Bila pesanan 40 unit tapi yang diproduksi hanya 20 unit produk, maka sisanya dapat diperoleh dengan harga sub kontrak Rp. 900.000,-/unit
2. Bila pesanan 20 unit sedangkan produksi 40 unit produk, maka sisanya dapat dijual dengan harga Rp. 200.000,-/unit

Sebagai analis keputusan bantulah Ahmadi untuk memutuskan apakah dia mengambil tawaran atau tidak, produksi 40 unit atau 20 unit dan jenis proses yang digunakan

Solusi:

Decision Tree dari kasus diatas adalah:



Sedangkan perhitungan nilai *Expected Value* adalah sebesar:

11-02-2008	Node/Event	Type	Expected value	Decision
1	Pilihan	Decision node	\$9,600,000	Proses 1
2	Proses 1	Chance node	\$9,600,000	
3	Proses 2	Decision node	\$8,800,000	Produksi 20
4	Sub Kontrak	Chance node	\$8,400,000	
5	Menolak	Chance node	0	
6	Berhasil	Decision node	\$12,400,000	Produksi 40
7	Gagal	Decision node	\$6,800,000	Proses 2
8	Sub Kontrak	Chance node	\$800,000	
9	Proses 2	Decision node	\$6,800,000	Produksi 40
10	Produksi 40	Chance node	\$12,400,000	
11	Produksi 20	Chance node	\$10,800,000	
12	Produksi 40	Chance node	\$6,800,000	
13	Produksi 20	Chance node	\$6,800,000	
14	Produksi 40	Chance node	\$6,400,000	
15	Produksi 20	Chance node	\$8,800,000	
16	Pesan 40	Chance node	0	
17	Pesan 20	Chance node	0	
18	Pesan 40	Chance node	0	
19	Pesan 20	Chance node	0	
20	Pesan 40	Chance node	0	
21	Pesan 20	Chance node	0	
22	Pesan 40	Chance node	0	
23	Pesan 20	Chance node	0	
24	Pesan 40	Chance node	0	
25	Pesan 20	Chance node	0	
26	Pesan 40	Chance node	0	
27	Pesan 20	Chance node	0	
28	Pesan 40	Chance node	0	
29	Pesan 20	Chance node	0	
30	Pesan 40	Chance node	0	
31	Pesan 20	Chance node	0	
Overall	Expected	Value =	\$9,600,000	

Berdasarkan perhitungan diatas, maka keputusan yang direkomendasikan adalah:

Tetap menerima tawaran pembuatan produk dengan menggunakan proses 1, sedangkan jumlah produksi yang dilakukan adalah 40 unit, nilai *Expected Value* sebesar Rp. 9.600.000,-

STUDI KASUS V

Perusahaan kosmetik “PUTRI” adalah sebuah perusahaan kosmetik yang memproduksi berbagai jenis barang-barang kosmetik, yaitu : lipstik, bedak, cat kuku & hair spray. Semula hair spray “PUTRI” merupakan produk yang paling menonjol. Pada puncaknya, penjualan hair spray ini dapat mencapai 20% dari seluruh penjualan hair spray di pasaran. Tetapi akhir-akhir ini penjualan hair spray tersebut menurun sehingga tinggal menguasai 7% dari seluruh penjualan hair spray di pasaran. Melihat penurunan yang tajam ini, maka Sudiro (manajer pemasaran), kemudian mengadakan survey konsumen pada beberapa toserba di berbagai daerah.

Hasil analisa survei ini menunjukkan bahwa menurunnya penjualan hair spray putri ini disebabkan karena kualitasnya lebih rendah daripada kualitas hair spray dari perusahaan-perusahaan saingan, sedangkan harganya relatif sama. Berdasarkan hasil survei ini, Sudiro merasa dia kini dihadapkan pada 3 pilihan. Pertama, mengadakan kegiatan pengembangan produk yang tujuannya untuk meningkatkan kualitasnya.

Kedua, meneruskan penjualan hair spray tanpa perubahan apapun dan ketiga, menghentikan produksi hair spray seluruhnya. Bila hasil proyek pengembangan ini positif, maka ia dapat memasarkan produk baru tersebut. Tetapi bila hasilnya negatif,

maka pilihannya adalah menghentikan produk lama atau meneruskan penjualan produk lama tersebut.

Bila hasil pengembangan tersebut positif & produk baru yang dihasilkan kemudian dipasarkan, maka diperkirakan tingkat penjualan produk tersebut akan tinggi, tetapi bila hasil pengembangan tersebut negatif & produk lama tetap dipasarkan, maka tingkat penjualan diperkirakan akan tetap rendah.

Sudiro menyadari bahwa dia menghadapi serangkaian kumpulan alternatif yang saling bergantung, yang masing-masing dipisahkan oleh kejadian yang berada di luar pengendaliannya.

Melalui suatu analisa finansial, dapat diperoleh keterangan bahwa bila produk baru berhasil dipasarkan & mencapai tingkat penjualan tinggi, maka hasil yang akan diperoleh adalah Rp 50 juta.

Tetapi sebaliknya, bila produk baru hanya mencapai tingkat penjualan yang rendah, perusahaan akan kehilangan sebanyak Rp. 15 juta. Kerugian ini disebabkan karena hasil penjualan tidak dapat menutup ongkos produksi & biaya yang telah dikeluarkan untuk proyek pengembangan & biaya pemasaran produk.

Bila hasil pengembangannya positif, tetapi perusahaan memutuskan untuk tidak memasarkan produk baru, maka hasilnya adalah kerugian sebesar Rp. 5 juta, yang merupakan biaya yang telah dikeluarkan untuk proyek pengembangan.

Apabila tingkat penjualannya tinggi, maka dapat diharapkan hasil Rp. 40 juta. Namun apabila ternyata penjualannya rendah, maka hasilnya adalah kerugian sebesar Rp. 15 juta.

Bila perusahaan memutuskan untuk tetap memasarkan produk lama setelah mengetahui bahwa hasil proyek pengembangannya adalah negatif, maka yang akan diperoleh adalah hasil seperti dinyatakan diatas, dikurangi dengan biaya penelitian.

Jadi bila tingkat penjualan tinggi maka akan diperoleh hasil Rp. 35 juta sedang bila rendah, perusahaan akan menderita kerugian Rp. 20 juta. Tetapi bila perusahaan memutuskan untuk menghentikan produksi setelah hasil proyek pengembangan ternyata negatif, maka kerugian yang akan diderita perusahaan adalah Rp. 5 juta, yaitu biaya yang telah dikeluarkan untuk proyek pengembangan.

Untuk mengetahui berapa besarnya nilai kemungkinan bahwa proyek pengembangan akan berhasil mendapatkan formula baru yang lebih baik, Sudiro melakukan serangkaian tanya jawab dengan anggota komisi Pengembangan Perusahaan. yang terdiri dari ahli kimia & teknik pemasaran. Dari hasil tanya jawab ini, ia kemudian memperkirakan & menyimpulkan bahwa nilai kemungkinan berhasilnya pengembangan tersebut adalah 0,8 sedang kemungkinan gagalnya adalah 0,2.

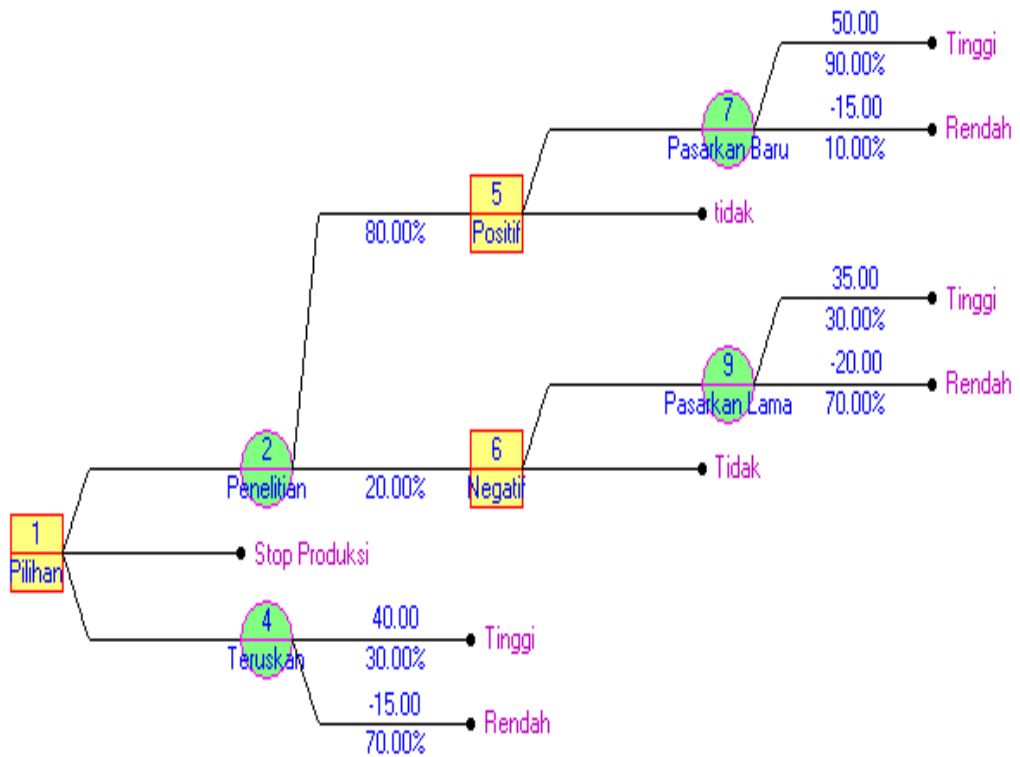
Setelah itu Sudiro kemudian mengadakan pertemuan dengan staffnya dari bagian pemasaran untuk mendiskusikan masalah tingkat penjualan produk yang mungkin dicapai. Dari diskusi ini diketahui bahwa bila perusahaan tidak melakukan proyek

pengembangan & tetap menjual produk lama, maka kemungkinan besar tingkat penjualan akan tetap rendah, nilai kemungkinan untuk mencapai tingkat penjualan yang tinggi hanyalah sebesar 0,3. Ini berarti bahwa nilai kemungkinan penjualan akan tetap rendah adalah sebesar 0,7.

Tetapi bila setelah diadakan proyek pengembangan, perusahaan berhasil menampilkan produk baru yang lebih baik kualitasnya, nilai kemungkinan untuk mencapai tingkat penjualan yang tinggi adalah sebesar 0,9 sedangkan nilai kemungkinan penjualan akan rendah hanyalah sebesar 0,1. Sebaliknya, apabila ternyata proyek pengembangan tidak berhasil menampilkan produk baru tetapi perusahaan memutuskan untuk tetap menjual produk lama, maka nilai kemungkinannya adalah sebesar 0,7 & 0,3 masing-masing untuk tingkat penjualan rendah & tingkat penjualan tinggi.

Solusi:

Decision Tree dari kasus diatas adalah:



Perhitungan nilai *Expected Value* dari kasus di atas:

11-02-2008	Node/Event	Type	Expected value	Decision
1	Pilihan	Decision node	\$34.80	Penelitian
2	Penelitian	Chance node	\$34.80	
3	Stop Produksi	End node	0	
4	Teruskan	Chance node	\$1.50	
5	Positif	Decision node	\$43.50	Pasarkan Baru
6	Negatif	Decision node	0	Tidak
7	Pasarkan Baru	Chance node	\$43.50	
8	tidak	End node	0	
9	Pasarkan Lama	Chance node	(\$3.50)	
10	Tidak	End node	0	
11	Tinggi	End node	\$50	
12	Rendah	End node	(\$15)	
13	Tinggi	End node	\$35	
14	Rendah	End node	(\$20)	
15	Tinggi	End node	\$40	
16	Rendah	End node	(\$15)	
Overall	Expected	Value =	\$34.80	

Berdasarkan pengolahan diatas, maka dapat dinyatakan keputusannya yang mempunyai nilai *Expected* tertinggi adalah mengadakan proyek penelitian/ pengembangan produk.

DAFTAR PUSTAKA

Canada, J.R. and J.A. White Jr, 1980. *Capital Investment Decision Analysis For Management and Engineering*, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New York.

Canada, J.R. and W.G. Sullivan, 1989. *Economic and Multiattribute Evaluation of Advanced Manufacturing Systems*, Prentice Hall Inc., New Jersey.

Canada, J.R., 1971. *Intermediate Economic Analysis For Management and Engineering*, Prentice Hall Inc., Toronto.

Daihani , Dadan Umar. 2001, *Komputerisasi Pengambilan Keputusan*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta

Emshoff, James R., and Sisson, Roger L, 1970, *Design and Use of Computer Models*, Macmillan Publishing Co., New York,

Forrester, Jay W, 1976, *Principles Of System*, Second Preliminary Edition, Wright-Allen Press Inc., Cambridge Massachusetts

Information society technologies. 2002, *Roadmap to Communicating Knowledge Essential for the Industrial Environment (ROCKET)*,
<http://rocket.vub.ac.be>

Jogiyanto, 2001, *Analisis dan Disain*, Andi Offset, Yogyakarta.

- Larose, Daniel.T. 2005**, *Discovering Knowledge: An Introduction to Data Mining*, John Wiley & Sons. Inc.
- Mangkusubroto, K. dan C.L. Trisnadi, 1978**. *Analisa Keputusan : Pendekatan Sistem Dalam Manajemen dan Proyek*, Ganeca Exact, Bandung.
- Miller, H and Schmidt, 1988**. *Industrial Engineering and Operation Research*, John Wiley and Sons, Singapore.
- Milton, Nick. 2003**, *Knowledge Models* , www.epistemics.co.uk.
- Post, Gerald V, 2002**, *DataBase Management System: Designing And Building Business Application*, Mc Graw-Hill, Inc
- Radford, K.J., 1981**, *Modern Managerial Decision Making*, Reston Publishing Company, Virginia.
- Richardson, George P., and Pugh III, Alexander L. 1981**, *Introduction to System Dynamics Modelling with DYNAMO*, The MIT Press, Massachusetts
- Saaty, T.L., 1988**. *Decision Making for Leaders : The Analytical Hierarchy Process For Decisions In A Complex World*, RWS Publications, Pittsburgh.
- Turban, Efraim., Aronson, Jay.E. 2001**, *Decision Support System And Intelligent Systems*, Prentice Hall International Edition, New Jersey, USA.
- Ullman, N.R., 1987**. *Elementary Statistics : An Applied Approach*, John Wiley and Sons, Singapore.