

DECISION THEORY DAN GAMES THEORY

PENGANTAR

Lingkungan di mana keputusan dibuat sering digolongkan kedalam empat keadaan: *certainty*, *risk*, *uncertainty*, dan *conflict*. *Decision theory* terutama berhubungan dengan pengambilan keputusan dalam keadaan *risk* dan *uncertainty*. *Theory of games* berhubungan dengan pengambilan keputusan dalam suasana *conflict*. Baik *decision theory* maupun *games theory* membantu pembuat keputusan dalam menganalisa masalah-masalah dengan bermacam-macam pilihan *tindakan-konsekuensi* dan kemudian mengidentifikasi tindakan yang terbaik.

Suatu keadaan *certainty* terjadi jika semua informasi yang diperlukan untuk membuat suatu keputusan diketahui dan tersedia (sering dinamakan *perfect information*). Dalam LP, model diformulasikan dan dipecahkan dalam keadaan yang diasumsikan *certainty*. Misalnya tentang jumlah yang pasti akan sumber daya yang diperlukan untuk menghasilkan suatu barang, sumber daya yang tersedia, dan keuntungan per unit semuanya diasumsikan diketahui dengan *certainty*. Kondisi *certainty* juga ditemui dalam masalah transportasi, *non linear programming*, dan *deterministic dynamic programming*. Asumsi *certainty* untuk suatu masalah di mana informasi tak diketahui dengan *certainty* sering memberikan suatu pendekatan solusi optimum yang beralasan.

Keadaan *risk* terdapat jika informasi sempurna tak tersedia tetapi probabilitas bahwa hasil (*outcomes*) tertentu akan terjadi dapat diperkirakan. Sehingga, untuk masalah keputusan dalam suasana *risk*, teori probabilitas merupakan komponen penting.

Keadaan *uncertainty* menunjukkan suatu keadaan di mana probabilitas kejadian dalam suatu situasi keputusan tak diketahui. Dalam suasana *risk*, *outcomes* dari suatu situasi keputusan didefinisikan melalui suatu distribusi probabilitas. Sementara dalam *uncertainty* fungsi probabilitas tidak dapat ditentukan. Sehingga suasana *certainty* dan *uncertainty* menunjukkan dua ekstrim yang mewakili tersedianya informasi sementara suasana *resiko* adalah titik antaranya.

Kondisi *conflict* ada jika kepentingan dua atau lebih pengambil keputusan berada dalam persaingan. Pengambil keputusan tidak hanya tertarik pada tindakan mereka, tetapi juga pada tindakan pengambil keputusan yang lain.

KEPUTUSAN DALAM SUASANA RESIKO

Membahas pengambilan keputusan dalam suasana *resiko*, harus diawali dengan mengidentifikasi bermacam-macam tindakan yang tersedia dan layak. Kemudian, peristiwa-peristiwa yang mungkin probabilitas terjadinya harus diduga. Ketiga, *pay off* untuk suatu peristiwa tertentu ditentukan. Bukan hal mudah untuk membuat *monetary pay off* kombinasi tindakan-peristiwa secara tepat. Namun, pengalaman yang banyak dan atau catatan masa lalu memberikan dugaan *pay off*

yang relatif tepat. Untuk mendemonstrasikan langkah-langkah ini dalam pengambilan keputusan pada suasana resiko, ikuti contoh berikut.

Contoh : Masalah Investasi

Sebuah perusahaan sedang mempertimbangkan dua alternatif investasi, A dan B, yang memiliki dua kondisi finansial yang berbeda. Setiap kondisi memiliki probabilitas kejadian yang sama ($p_1= 0,5$ dan $p_2= 0,5$). *Pay off* matriks masalah ini ditunjukkan pada tabel berikut.

Alternatif investasi	Peristiwa	
	kondisi 1 $p_1=0,5$	kondisi 2 $p_2=0,5$
A	-1.000.000	1.060.000
B	20.000	30.000

Kriteria yang paling sering digunakan dalam pengambilan keputusan adalah *expected value*. *Expected value* untuk suatu tindakan adalah rata-rata tertimbang *pay off*, yaitu jumlah dari *pay off* untuk setiap tindakan dikalikan probabilitas peristiwa yang bersangkutan. Alternatif yang logis adalah yang memiliki *expected value* terbesar. *Expected value* (nilai harapan) kedua rencana investasi adalah :

$$E (A) = -1.000.000 (0,5) + 1.060.000 (0,5) = 30.000$$

$$E (B) = 20.000 (0,5) + 30.000 (0,5) = 25.000$$

Meskipun nilai harapan rencana A lebih besar dari pada rencana B, pengambil keputusan bisa saja lebih memilih B dari pada A. Dalam kasus ini, pengambil keputusan mungkin meletakkan prioritas yang lebih tinggi dalam mencegah kerugian potensial yang berkaitan dengan kombinasi kondisi 1 dan investasi A dari pada *pay off* rata-rata jangka panjang.

EXPECTED OPPORTUNITY LOSS

Suatu kriteria alternatif untuk mengevaluasi keputusan dalam suasana risk dinamakan *expected opportunity loss* (EOL). Prinsip dasar EOL adalah meminimumkan kerugian yang disebabkan karena pemilihan alternatif keputusan tertentu. Konsep EOL didemonstrasikan pada contoh berikut.

Misalkan sebuah perusahaan memiliki tiga alternatif investasi A, B, dan C dan dua peristiwa yang mencerminkan kondisi pasar yang berlainan. Komponen-komponen situasi keputusan itu disajikan pada tabel berikut.

Alternatif investasi	Peristiwa	
	kondisi 1 $p_1=0,4$	kondisi 2 $p_2=0,6$
A	50.000	-10.000
B	15.000	60.000
C	100.000	10.000

Opportunity loss dihitung untuk setiap peristiwa dengan pertama kali mengidentifikasi tindakan terbaik untuk setiap peristiwa. Bagi kondisi pasar 1, investasi C adalah keputusan terbaik. *Opportunity loss* karena pemilihan investasi A atau B dihitung dengan mengurangkan *pay off* mereka dari *pay off* investasi C. Sehingga *opportunity loss* untuk investasi A adalah **50.000** (= 100.000 - 50.000) dan untuk investasi B adalah **85.000** (= 100.000 - 15.000).

Jika kondisi pasar 2 dikatakan diketahui dengan pasti, *opportunity loss* untuk setiap alternatif tindakan dapat dihitung dengan cara yang sama seperti kondisi pasar 1. Dalam hal ini investasi B adalah alternatif terbaik. *Opportunity loss* untuk semua alternatif investasi dengan kondisi pasar tertentu ditunjukkan pada tabel berikut.

Alternatif investasi	Peristiwa	
	kondisi 1 $p_1=0,4$	kondisi 2 $p_2=0,6$
A	50.000	70.000
B	85.000	0
C	0	50.000

EOL, yang memasukkan probabilitas masing-masing kondisi pasar, dihitung dengan menentukan nilai harapan untuk setiap tindakan. Sehingga :

$$EOL_A = 0,4 (50.000) + 0,6 (70.000) = 62.000$$

$$EOL_B = 0,4 (85.000) + 0,6 (0) = 34.000$$

$$EOL_C = 0,4 (0) + 0,6 (50.000) = 30.000$$

Dapat dilihat bahwa alternatif terbaik adalah investasi C, karena minimumkan *EOL*. Dengan kriteria *expected value* juga akan disarankan untuk memilih investasi C. Kedua kriteria akan selalu memberikan kesimpulan yang sama. Konsekuensinya, cukup salah satu dari kedua kriteria diterapkan untuk mencapai suatu keputusan.

EXPECTED VALUE of PERFECT INFORMATION

Suatu perluasan dari kriteria expected value (*EV*) dan *EOA expected value of perfect information (EVPI)*. Dalam pembuatan keputusan pada suasana risk, informasi yang tersedia kurang banyak dibanding keputusan dalam suasana certainty. Dalam hubungannya dengan teori keputusan, hal ini ditafsirkan sebagai selisih antara hasil yang berhubungan dengan probabilitas (yaitu risk) dan pengetahuan pasti di mana hasil akan terjadi. Jika informasi yang diperoleh pengambil keputusan dapat mengubah kondisi risk menjadi pasti, informasi itu dikatakan menjadi informasi sempurna.

Pikirkan kembali contoh yang lalu, expected value dalam suasana certainty adalah :

$$EV = 0,4 (100.000) + 0,6 (60.000) = 76.000.$$

Sementara expected value dengan informasi tak sempurna yang terbesar adalah investasi C sebesar :

$$EV_c = 0,4 (100.000) + 0,6 (10.000) = 46.000.$$

Membandingkan hasil investasi yang diharapkan dengan informasi sempurna (*76.000*) dengan hasil yang diharapkan tanpa informasi sempurna (*46.000*) menghasilkan *EVPI*. Sehingga :

$$EVPI = 76.000 - 46.000 = 30.000.$$

EVPI, *30.000*, adalah jumlah maksimum yang dapat dibayarkan oleh pengambil keputusan untuk mendapatkan informasi sempurna. Perhatikan bahwa *EVPI* juga sama dengan *EOL* minimum atau *EOL* untuk alternatif terbaik. Ini karena *EOL* mengukur selisih *EV* terbaik keputusan dalam suasana risk dan certainty.

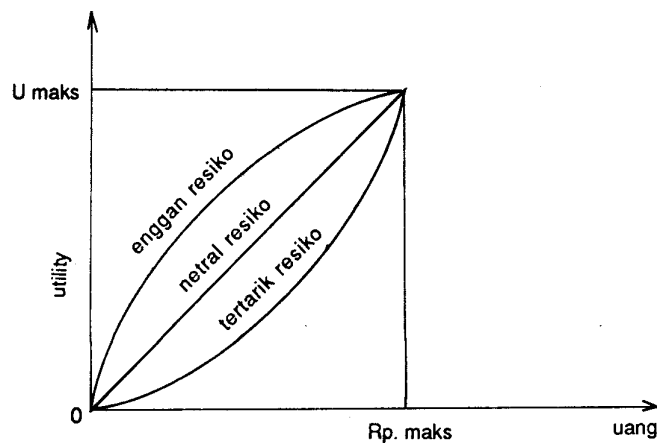
Pengambil keputusan tidak selalu memilih alternatif yang memaksimalkan *expected monetary value* dalam suatu keputusannya. Ini terjadi karena beberapa sebab. **Pertama**, orang tidak selalu bersedia menerima kerugian potensial pada saat ini untuk merealisasikan keuntungan potensial dalam jangka panjang. Orang-orang ini dapat digambarkan sebagai *risk avoiders*. Di lain pihak, ada *risk takers* yang bersedia berjudi untuk jumlah uang yang lebih besar dari pada harapan hasil sekarang yang dijamin.

Kedua, berkaitan dengan prosedur pembayaran premi asuransi. Terdapat banyak orang yang membayar premi untuk menutup kerugian rumah, mobil dan asuransi jiwa. Namun, harapan hasilnya negatif karena perusahaan asuransi menetapkan premi yang menjamin adanya keuntungan bagi asuransi. Orang membayar premi untuk mencegah kemungkinan kerugian potensial yang besar.

Tingkah laku itu dapat diterangkan dengan konsep *utility* yang didefinisikan sebagai suatu ukuran preferensi individu akan uang (yang dihadapkan terhadap pencegahan resiko). Von Neuman dan Morgenstern mengembangkan suatu kriteria keputusan di mana utility dapat diukur. Sesuai dengan utility mereka, dalam suatu keputusan, seseorang akan memilih alternatif yang memaksimalkan *expected utility* nya.

Konsep utility Von Neuman dan Morgenstern diukur pada suatu skala cardinal dalam satuan yang dinamakan *utils*. Utility diukur dengan meneliti suatu pola keputusan pengambil keputusan dalam suasana resiko.

Kesulitan penggunaan kriteria utility adalah menentukan nilai utility. Utility secara mekanik serupa dengan penetapan expected monetary. Kurva utility adalah garis yang menghubungkan titik kombinasi utility dan uang. Dasar untuk memperoleh kurva demikian biasanya dengan menempatkan pengambil keputusan dalam bermacam-macam suasana keputusan hipotetik dan memplot pola pilihan pengambil keputusan dalam hal resiko dan utility. Gambar 8.1 menunjukkan bermacam-macam kurva utility dan ferensi resiko yang berhubungan.



KEPUTUSAN DALAM KETIDAKPASTIAN

Pengambilan keputusan dalam ketidak pastian menunjukkan suasana keputusan di mana probabilitas hasil-hasil potensial tak diketahui (tak diperkirakan). Dalam suasana ketidakpastian pengambil keputusan sadar akan hasil-hasil alternatif dalam bermacam-macam peristiwa seperti pada situasi resiko. Namun, pengambil keputusan tak dapat menetapkan probabilitas peristiwa.

Sebagai suatu contoh, misalkan pengambil keputusan memiliki Rp 100.000 untuk diinvestasikan pada salah satu dari tiga rencana investasi saham, obligasi atau menabung. Diasumsikan bahwa pengambil keputusan bersedia menginvestasikan semua dana pada salah satu rencana. *Pay off* dari ketiga investasi didasarkan pada tiga kondisi ekonomi potensial : dipercepat, normal, tumbuh lambat. Matriks *pay off* situasi keputusan ini dibentuk dengan cara yang sama seperti pada situasi resiko, yaitu:

Alternatif investasi	Kondisi ekonomi		
	Dipercepat	Normal	Lambat
Saham	10.000	6.500	- 4.000
Obligasi	8.000	6.000	1.000
Tabungan	5.000	5.000	5.000

Terdapat beberapa kriteria pengambilan keputusan dalam ketidakpastian. Beberapa kriteria yang menonjol akan ditunjukkan melalui contoh investasi ini.

KRITERIA LAPLACE

Kriteria Laplace menyarankan bahwa karena probabilitas peristiwa tak diketahui, seharusnya diasumsikan bahwa semua peristiwa mempunyai kemungkinan yang sama untuk terjadi. Dengan kata lain, setiap peristiwa ditetapkan memiliki probabilitas sama, dalam kasus ini sebesar 1/3. Sebingga nilai harapan untuk ketiga alternatif investasi adalah :

$$EV_{\text{saham}} = 1/3 (10.000) + 1/3 (1.500) + 1/3 (-4.000) = 4.167$$

$$EV_{\text{obligasi}} = 1/3 (8.000) + 1/3 (6.000) + 1/3 (1.000) = 5.000$$

$$EV_{\text{tabungan}} = 5.000$$

Berdasar kriteria pengambilan keputusan yang normal, pengambil keputusan akan memilih tabungan atau obligasi.

KRITERIA MAXIMIN

Kriteria maximin yang kadang-kadang dinamakan kriteria Wald untuk menghormati penemunya Abraham Wald, didasarkan pada asumsi bahwa pengambil keputusan adalah pesimis atau konservatif atau risk avoider tentang masa depan. Menurut kriteria ini, hasil terkecil untuk setiap alternatif dibandingkan dan alternatif yang menghasilkan nilai maksimum dari hasil-hasil yang minimum dipilih. Dalam contoh investasi, pay off terkecil untuk setiap alternatif investasi adalah:

Alternatif investasi	Pay off terkecil
Saham	- 4.000
Obligasi	1.000
Tabungan	5.000

Berdasar kriteria maximin, dipilih tabungan karena menghasilkan nilai maksimum dari hasil yang minimum sebesar 5000.

KRITERIA MAXIMAX

Pendekatan yang berlawanan terhadap kriteria maximin adalah maximax. Kriteria maximax didasarkan pada asumsi optimisme keputusan. Menurut kriteria ini pengambil keputusan memilih alternatif yang merupakan nilai maksimum dari pay off yang maksimum. Dalam contoh investasi, pay off maksimum untuk setiap tiga rencana investasi adalah :

Alternatif investasi	Pay off maksimum
Saham	10.000
Obligasi	8.000
Tabungan	5.000

Berdasar kriteria ini dipilih saham karena memberikan nilai maksimum dari nilai hasil yang maksimum, yaitu 10.000.

KRITERIA HURWICZ

Kriteria yang diajukan oleh Leonid Hurwicz menunjukkan suatu kompromi antara kriteria maximin dan maximax. Pada kenyataannya, pengambil keputusan jarang pesimistik atau optimistik secara sempurna. Pengambil keputusan yang tepat biasanya memperlihatkan suatu campuran antara pesimisme dan optimisme. Sebagai akibatnya, Hurwicz menyarankan suatu *coeficient optimism* untuk mengukur tingkat optimisme pengambil keputusan. Skala koefisien ini, a , berkisar dari 0 sampai 1, di mana 0 menunjukkan pesimisme sempurna dan 1 menunjukkan optimisme sempurna. Jika $a=0$, keputusan dikatakan memiliki optimisme nol, sementara $a=1$ berarti pengambil keputusan adalah optimis secara total. Karena koefisien optimisme adalah a , maka koefisien pesimisme adalah $1-a$.

Pendekatan Hurwicz menghendaki bahwa untuk setiap alternatif pay-off yang maksimum dikalikan a dan pay off minimum dikalikan $1-a$. Ini menghasilkan nilai tertimbang, yang tertinggi menunjukkan alternatif terbaik. Pada contoh investasi, pay off maksimum dan minimum adalah :

Alternatif investasi	Pay off	
	Maksimum	Minimum
Saham	10.000	- 4.000
Obligasi	8.000	1.000
Tabungan	5.000	5.000

Jika koefisien optimisme $a=0,6$, nilai tertimbang untuk setiap alternatif adalah :

$$\begin{aligned} \text{Saham} & : 10.000 (0,6) + [- 4.000 (0,4)] = 4.400 \\ \text{Obligasi} & : 8.000 (0,6) + 1.000 (0,4) = 5.200 \\ \text{Tabungan} & : 5.000 (0,6) + 5.000 (0,4) = 5.000 \end{aligned}$$

Karena obligasi memiliki nilai tertimbang tertinggi, ia terpilih sebagai alternatif terbaik. Jika $a=0$, kriteria Hurwicz menjadi kriteria maximin dan jika $a=1$, ia merupakan kriteria maximax.

Masalah pokok kriteria Hurwicz adalah penentuan a . Beberapa nilai a harus diperiksa sebelum pendugaan realistik tingkat optimisme pengambil keputusan ditetapkan. Masalah lain adalah bahwa ia mengabaikan beberapa informasi yang tersedia (dalam kasus ini, kondisi ekonomi tumbuh normal diabaikan).

KRITERIA REGRET

Kriteria *regret* atau minimax pertama kali dimajukan oleh L.J. Savage yang didasarkan pada konsep *opportunity loss* yang telah diperkenalkan pada subbab sebelumnya pada pembahasan pengambilan keputusan risk. Prinsip dasar pendekatan ini adalah bahwa pengambil keputusan mengalami kerugian jika suatu peristiwa terjadi, menyebabkan alternatif yang terpilih kurang dari pay off maksimum. Jumlah regret atau *opportunity loss* ditentukan dengan mengurangkan pay off alternatif itu untuk peristiwa tertentu dari pay off maksimum. Kriteria regret menghendaki bahwa dipilihnya nilai minimum dari regret maksimum (karena itu dinamakan kriteria minimax).

Untuk contoh investasi, matriks regretnya adalah :

Alternatif investasi	Kondisi ekonomi		
	Dipercepat	Normal	Lambat
Saham	0	0	9.000
Obligasi	2.000	500	4.000
Tabungan	5.000	1.500	0

Nilai regret maksimum untuk setiap alternatif adalah :

Alternatif investasi	Regret maksimum
Saham	9.000
Obligasi	4.000
Tabungan	5.000

Karena kriteria regret menghendaki pemilihan alternatif yang minimum regret maksimum, maka obligasi (4.000) yang dipilih.

RINGKASAN KRITERIA KEPUTUSAN

Keputusan yang dibuat pada contoh investasi di atas untuk masing-masing kriteria keputusan dapat diringkas seperti berikut.

Kriteria	Keputusan
Laplace	Tabungan (obligasi)
Maximin	Tabungan
Maximax	Saham
Hurwicz ($\alpha=0,6$)	Obligasi
Regret (minimax)	Obligasi