

MENGUKUR KESUKSESAN PRODUK PADA TAHAP DESAIN: SEBUAH PENDEKATAN FUZZY-MCDM

Ade Febransyah

Workgroup for Innovation in Decision Making (WIDE)

Prasetiya Mulya Business School

JL. R.A. Kartini, Cilandak Barat

Jakarta 12430

E-mail : afebran@pmulya.ac.id

ABSTRAK

Selalu menjadi tantangan besar bagi setiap tim pengembang produk untuk dapat mengestimasi tingkat kesuksesan suatu produk baru pada tahap desain. Tingkat kesuksesan yang dinyatakan dengan besar probabilitas berbagai *state of the world* dari suatu konsep produk selanjutnya digunakan dalam analisa keputusan untuk memilih konsep produk terlayak. Selama ini besar probabilitas ditentukan lebih banyak berdasarkan intuisi dan subyektifitas pengambil keputusan. Praktik ini cenderung menghasilkan keputusan yang bias mengingat keterbatasan kapabilitas kognitif manusia dalam mensintesa berbagai keunggulan maupun kekurangan dari sekumpulan konsep produk. Tulisan ini bertujuan untuk menyampaikan satu pendekatan yang mengintegrasikan logika *fuzzy* dan pendekatan pengambilan keputusan berkriteria jamak (*multi criteria decision making /MCDM*) dalam menentukan tingkat kesuksesan suatu konsep produk yang lebih akurat. MCDM digunakan karena pada dasarnya problem pemilihan konsep produk terbaik selalu mempertimbangkan sekumpulan kriteria. Pendekatan *analitic hierarchy process* (AHP) dipilih karena pendekatan ini menawarkan perspektif preskriptif yang akan menuntun pengambil keputusan untuk melakukan apa yang sebaiknya dan dapat dilakukan dalam membuat keputusan. Bilangan *fuzzy* digunakan untuk merepresentasikan penilaian terhadap berbagai kriteria dan besar kemungkinan dari berbagai tingkat kesuksesan suatu produk. Dengan menggunakan pendekatan *Fuzzy – MCDM*, tingkat kesuksesan dari suatu konsep produk akan diperoleh dengan lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan untuk sesuatu yang sulit dilakukan bila pengambilan keputusan lebih didasari intuisi dan subyektifitas semata. Sebuah contoh numerik disampaikan untuk menerangkan penggunaan pendekatan ini.

Kata kunci: bilangan *fuzzy*, MCDM, AHP, konsep produk baru.

ABSTRACT

It has always been a great challenge to any product development team to forecast the success of a new product at the design stage. For any product concept, it is of interest to assign an accurate probability to any event or state of the world that reflects the new product success. This probability is then required in decision tree analysis for selecting the best product concept. In practice, the probability is determined solely on intuition or subjective judgment due to impreciseness, lack of information during the design stage, and the cognitive limitation of decision makers. This paper presents an approach integrating fuzzy set theory and multi criteria decision making (MCDM) approach in forecasting accurately the success of a new product. The analytic hierarchy process (AHP) is used due to its simplicity as a prescriptive approach that will help decision makers select the best decision with respect to a set of criteria. Fuzzy numbers are used to describe any judgment on design criteria and the event probability of a product concept. A numerical example is given to illustrate the use of this approach.

Keywords: *fuzzy number, MCDM, AHP, new product concept.*

1. PENDAHULUAN

Tidak dapat dipungkiri bahwa dalam ketatnya persaingan global yang bergerak begitu cepat, kemampuan perusahaan untuk terus menghasilkan produk baru yang bernilai dimata kastemer menjadi faktor penentu yang membedakan pemenang dari pecundang dalam persaingan. Menghasilkan produk baru yang berhasil memang bukan pekerjaan ringan mengingat adanya ketidakpastian yang selalu lekat dalam proses pengembangan produk. Ulrich dan Eppinger (2004) menggambarkan proses pengembangan konsep produk atau *fuzzy-front-end process* sebagai serangkaian proses berurutan (*sequential process*) yang juga iteratif. Apa yang sudah diperoleh pada satu tahapan proses masih dapat berubah karena lanskap ketidakpastian yang bersumber dari ketidaktepatan dalam mengidentifikasi oportunitas produk. Kemampuan tim pengembang produk untuk mengenali oportunitas produk akan sangat menentukan kesuksesan dari konsep produk yang akan dikembangkan (Cagan dan Vogel, 2002; Febransyah, 2005).

Dalam tahapan pengembangan konsep produk, tim pengembang produk berupaya untuk meyakini bahwa produk yang dikembangkan berdasarkan konsep tersebut akan memiliki tingkat kesuksesan yang tinggi di pasar. Menentukan kesuksesan dari suatu konsep produk bukanlah pekerjaan mudah. Problem tersebut dapat dinyatakan sebagai problem yang kompleks dan tidak pasti. Dalam konteks pengembangan produk, kompleksitas di sini merujuk kepada situasi yang tidak mengindikasikan adanya konsep produk tunggal yang mampu menjawab oportunitas produk. Sementara ketidakpastian yang dihadapi oleh tim pengembangan produk dapat berupa (1) ketidakpastian akan seberapa besar tingkat kesuksesan dari suatu konsep produk, dan (2) ketidakpastian akan besar perolehan (*outcome* atau *payoff*) dari suatu konsep produk pada tingkat kesuksesan tertentu (Febransyah, 2006).

Melihat ketidakpastian tersebut di atas, yang menjadi titik perhatian dari tulisan ini adalah bagaimana menjawab ketidakpastian tentang besar probabilitas tingkat kesuksesan dari suatu konsep produk. Selanjutnya pengetahuan tentang besar probabilitas ini akan digunakan dalam analisis diagram keputusan untuk memilih konsep produk yang paling layak dikembangkan. Tujuan utama dari tulisan ini adalah menyampaikan pendekatan *Fuzzy-MCDM* yang dianggap mampu memberikan nilai probabilitas kesuksesan konsep produk yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Pendekatan *analytic hierarchy process* (AHP) dipilih karena pendekatan ini menawarkan perspektif preskriptif dimana pengambil keputusan dapat melakukan apa yang sebaiknya dan dapat dilakukan dalam membuat keputusan. Bilangan *fuzzy* digunakan untuk merepresentasikan penilaian terhadap berbagai kriteria dan besar kemungkinan dari berbagai tingkat kesuksesan suatu konsep produk. Dengan menggunakan pendekatan *Fuzzy-MCDM*, tingkat kesuksesan dari suatu konsep produk akan diperoleh dengan lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan, sesuatu yang sulit dilakukan bila pengambilan keputusan lebih didasari intuisi dan subyektifitas pengambil keputusan semata.

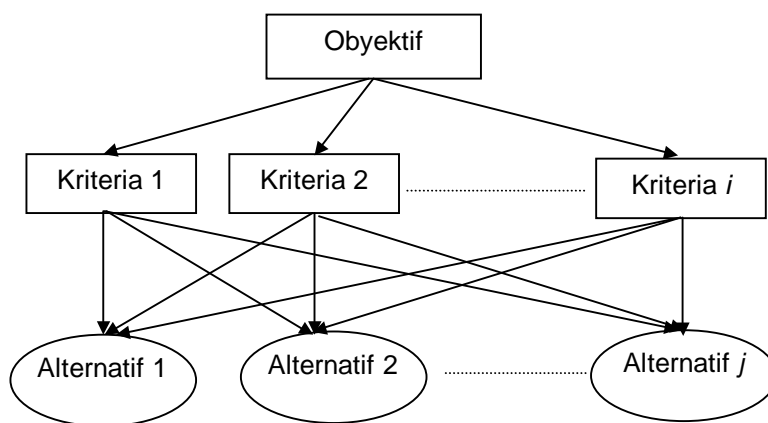
2. TINJAUAN SINGKAT MENGENAI FUZZY-MCDM

Dalam problem *multi criteria decision making* (MCDM), pengambil keputusan menilai sekumpulan alternatif keputusan berdasarkan sekumpulan kriteria. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk menyelesaikan persoalan MCDM ini adalah *Analytic Hierarchy Process* (Saaty, 1980). Sejak pertama kali diperkenalkan, AHP sudah banyak diterapkan dalam berbagai problem pengambilan keputusan, yang meliputi antara lain peramalan, alokasi sumber daya, manajemen mutu terpadu, *business process reengineering*, *balance score card*, dan *quality function deployment* (Forman, 2001).

Pada garis besarnya, ada tiga langkah dalam AHP, yaitu (1) Dengan memiliki sejumlah kriteria $i = 1, \dots, m$, tentukan bobot relatif, w_i terhadap obyektif utama; (2) untuk setiap kriteria i , bandingkan alternative $j=1, \dots, n$ dan tentukan bobot relatif w_{ij} terhadap kriteria i ; dan (3) tentukan

bobot akhir W_j terhadap keseluruhan kriteria dengan menggunakan $W_j = w_{1j}w_1 + w_{2j}w_2 + \dots + w_{mj}w_m$. Selanjutnya alternatif diurutkan mulai dari alternatif yang memiliki bobot akhir terbesar. Gambar 1 memperlihatkan hirarki keputusan berdasarkan pendekatan AHP.

Obyektif dari suatu problem ditempatkan pada level teratas atau pertama. Di bawahnya, pada level kedua ditempatkan sekumpulan kriteria yang digunakan untuk mencapai obyektif. Di level ketiga atau terbawah, sekumpulan alternatif yang bersifat *mutually exclusive* ditempatkan. Gambar 1 hanya memperlihatkan tipikal hirarki keputusan yang terdiri dari tiga level. Pada praktiknya, hirarki keputusan dapat lebih dari tiga level, misalnya level kriteria dipecah menjadi beberapa sub-kriteria. Proses inti dari metoda AHP ini adalah *pairwise comparisons*. Proses ini mengevaluasi level yang lebih rendah dalam hirarki keputusan terhadap satu level di atasnya. Misalnya, setiap kriteria dalam Gambar 1 dibandingkan satu sama lain dengan dasar obyektif utama yang berada di level yang lebih tinggi.



Gambar 1. Hirarki keputusan dari AHP

Dalam melakukan *pairwise comparisons*, pengambil keputusan dibantu oleh skala yang terlihat pada Tabel 1 (Saaty, 1980). Ketika pengambil keputusan menilai bahwa alternatif 1 “*strongly more important*” dari alternatif 2, maka angka 5 akan digunakan.

Tabel 1. Skala untuk Pairwise Comparison

Numerical rating	Judgment or Preference	Remarks
1	Equally important	Two attributes contribute equally to the attribute at the higher decision level
3	Moderately more important	Experience and judgment slightly favor one attribute over another
5	Strongly more important	Experience and judgment strongly favor one attribute over another
7	Very strongly more important	Experience and judgment very strongly favor one attribute over another; its dominance has been demonstrated in practice
9	Extremely more important	Experience and judgment extremely favor one attribute over another; the evidence favoring one attribute over another is of the highest possible order of affirmation.
2,4,6,8	Intermediate values	Used when compromise is needed

Setelah keseluruhan proses *pairwise comparisons* dilakukan, matriks *pairwise comparison* berikut akan diperoleh:

$$P = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

dimana $a_{ji} = a_{ij}$ dan n menunjukkan jumlah *item* yang dibandingkan. Jika terdapat n *item* yang dibandingkan satu sama lainnya, hanya diperlukan sejumlah $n(n-1)/2$ penilaian. Dari matriks P seperti dalam persamaan (1), prioritas lokal, W , yang menunjukkan bobot variabel keputusan dalam level yang lebih rendah relatif terhadap satu variabel keputusan yang berada di level yang lebih tinggi diperoleh dengan persamaan *Eigen* berikut:

$$P [W] = \lambda_{\max} [W] \quad (2)$$

where λ_{\max} adalah nilai *Eigen* terbesar dari P . Ketika *pairwise comparison* yang dilakukan konsisten dengan sempurna, nilai λ_{\max} akan sama dengan jumlah baris dalam matriks P . Selanjutnya prioritas global, atau ranking dari alternatif dihitung melalui persamaan berikut:

$$S_i = \sum_{j=1}^N a_{ij} W_j \quad \text{for } i = 1, 2, 3, \dots, M \quad (3)$$

dimana:

- S_i = nilai *weighted score* dari alternatif i
- a_{ij} = evaluasi alternatif i terhadap kriteria j
- W_j = bobot kriteria j
- M = jumlah alternatif
- N = jumlah kriteria

Integrasi Fuzzy-AHP

Penggunaan AHP dalam menyelesaikan problem MCDM sering dikritisi sehubungan dengan kurang mampunya pendekatan ini untuk mengatasi faktor ketidakpresisian yang dialami oleh pengambil keputusan ketika harus memberikan nilai yang pasti dalam *pairwise comparison* (Deng, 1999). Tulisan ini mengajukan penggunaan teori *fuzzy set* untuk menangani ketidakpresisian yang terjadi. Tidak seperti dalam metoda AHP orisinal yang menggunakan skala 1-9 dalam *pairwise comparison*, tulisan ini, sebagai gantinya, menggunakan *fuzzy numbers*.

Pairwise comparison dengan Fuzzy numbers

Seperti dibahas sebelumnya, tulisan ini menggunakan *fuzzy numbers* (bilangan *fuzzy*) untuk membantu pengambil keputusan menghadapi ketidakpresisian. Bilangan *fuzzy* dapat dituliskan sebagai berikut:

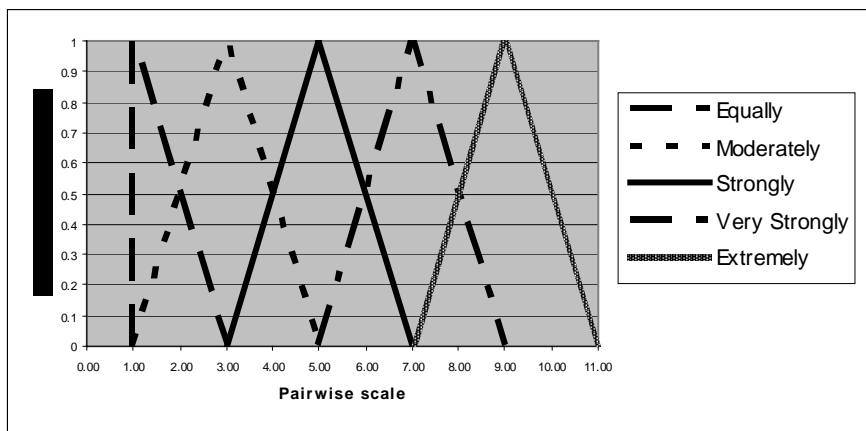
$$F = \{(x, \mu_A(x)), x \in R\}$$

dimana x merupakan bilangan real, $R: -\infty < x < +\infty$ dan $\mu_A(x)$ merupakan tingkat keyakinan (*degree of belief*) dari x , yang bernilai dalam interval $[0,1]$. Tulisan ini menggunakan *triangular fuzzy numbers*, yang merupakan bagian dari *L-R fuzzy sets* (Dubois, 1980). Sebuah

triangular fuzzy number dapat dituliskan sebagai $A = (l, m, u)$ dengan fungsi tingkat keyakinan (the membership function) $\mu_A(x)$ sebagai berikut

$$A = \mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & \text{for } l \leq x \leq m, \\ \frac{x-u}{m-u} & \text{for } m \leq x \leq u, \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \quad (4)$$

dimana $l \leq m \leq u$ dan l, m, u merupakan nilai terendah, nilai tengah, dan nilai teratas, secara berurutan. Sebagai pengganti skala 1-9 seperti dalam AHP yang orisinal, Gambar 2 memperlihatkan triangular fuzzy numbers yang digunakan untuk keperluan pairwise comparison (Febransyah, 2005).



Gambar 2. Triangular Fuzzy Numbers untuk Pairwise Comparison

Bilangan fuzzy di atas dapat ditabulasikan sebagai berikut:

Tabel 2. Fungsi keanggotaan bilangan fuzzy (fuzzy membership function)

Fuzzy membership function	Lower value	Mean	Upper value
Equally important (E)	1.0	1.0	3.0
Moderately more important (M)	1.0	3.0	5.0
Strongly more important (S)	3.0	5.0	7.0
Very strongly more important (V)	5.0	7.0	9.0
Extremely more important (EX)	7.0	9.0	11.0

Menentukan prioritas lokal dan global dari matriks fuzzy pairwise comparison

Beberapa metoda sudah dikembangkan untuk menentukan prioritas lokal (Van Laarhoven 1983; Buckley 1985; Boender 1989; Chang, 1996; Xu 2000). Dengan mengkombinasikan prosedur AHP yang orisinal dengan operasi aritmetik untuk bilangan fuzzy, prioritas lokal dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\tilde{v}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n}, \quad i \in \{1, 2, \dots, n\} \tag{5}$$

Dimana operasi aritmetik untuk bilangan fuzzy dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \tilde{n}_1 \oplus \tilde{n}_2 &= (n_{1l} + n_{2l}, n_{1m} + n_{2m}, n_{1u} + n_{2u}) \text{ untuk penjumlahan,} \\ \tilde{n}_1 \otimes \tilde{n}_2 &= (n_{1l} \times n_{2l}, n_{1m} \times n_{2m}, n_{1u} \times n_{2u}) \text{ untuk perkalian,} \\ 1/\tilde{n}_1 &\cong (1/n_{1l}, 1/n_{1m}, 1/n_{1u}) \text{ untuk pembagian} \end{aligned} \tag{6}$$

Sedangkan prioritas global, yang menunjukkan ranking dari masing-masing metoda peramalan, diperoleh dengan cara mengalikan bobot setiap kriteria w_j dengan nilai evaluasi dari metoda peramalan yang bersangkutan. Persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\tilde{P}_i = (\tilde{w}_1 \otimes \tilde{v}_{i1}) \oplus (\tilde{w}_2 \otimes \tilde{v}_{i2}) \oplus \dots \oplus (\tilde{w}_j \otimes \tilde{v}_{ij}) \tag{7}$$

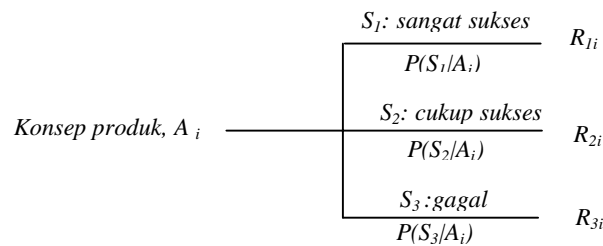
Di sini \tilde{v}_{ij} adalah prioritas lokal untuk alternatif i relatif terhadap kriteria j . Nilai defusifikasi atau eksak dari ranking metoda peramalan diperoleh melalui *defuzzifying* terhadap prioritas global. Untuk *triangular fuzzy number*, $\tilde{P}_i = (LP_i, MP_i, UP_i)$, nilai defusifikasinya dapat diperoleh dari persamaan berikut (Tang et al 2000):

$$DP_i = \frac{[(UP_i - LP_i) + (MP_i - LP_i)]}{3} + LP_i \quad \forall i \tag{8}$$

Nilai defusifikasi untuk setiap metoda peramalan kemudian dinormalkan dengan membagi nilai defusifikasi tersebut dengan nilai penjumlahan semua nilai defusifikasi.

3. MENGUKUR TINGKAT KESUKSESAN KONSEP PRODUK

Sekarang mari kita lihat problem keputusan seperti pemilihan konsep produk (*product concept selection*) yang tepat untuk dikembangkan. Dengan menggunakan analogi *choice between gambles*¹, problem ini dapat digambarkan sebagai pemilihan lotere yang dapat memaksimalkan *expected utility*. Dengan menggunakan analogi lotere ini, pengambil keputusan dihadapkan pada ketidakpastian dari peristiwa seperti apakah produk akan “sangat sukses” dengan probabilitas p_1 , “cukup sukses” dengan probabilitas p_2 , atau “gagal” dengan probabilitas p_3 . *Payoff* atau *reward*, R akan diperoleh perusahaan dari pemilihan suatu konsep produk terjadinya suatu peristiwa terjadi. Problem keputusan selanjutnya dapat digambarkan sebagai berikut:

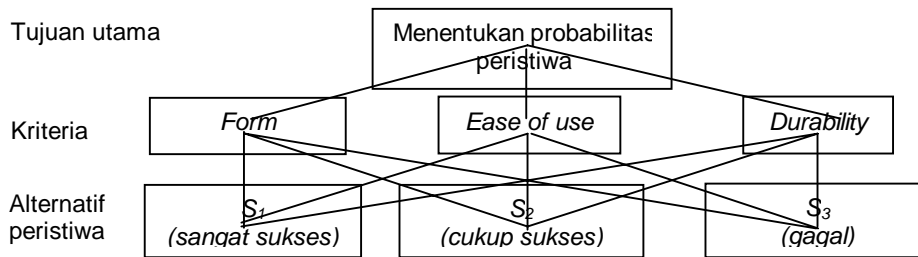


¹ Istilah *choice between gambles* diungkapkan oleh Daniel Kahneman dalam majalah *Strategy+Business*, Winter 2003. Memang dalam banyak analisis keputusan, pengambil keputusan diberikan beberapa pilihan dalam bentuk lotere. Tentu saja, pengambil keputusan diminta untuk memilih lotere yang dapat memaksimalkan *expected utility*.

Pengambil keputusan selanjutnya akan memilih konsep produk dengan *expected utility* yang paling besar, dimana *expected utility* dari setiap konsep produk, $EU(A_i)$ adalah

$$EU(A_i) = P(S_1/A_i) U(R_{1i}) + P(S_2/A_i) U(R_{2i}) + P(S_3/A_i) U(R_{3i})$$

Kemungkinan sukses atau gagalnya produk di pasar sulit ditentukan secara akurat. Pengambil keputusan akan menggunakan subjektivitasnya ketika mengukur apakah konsep produk akan berhasil atau tidak. Tentu ada beberapa kriteria yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kesuksesan alternatif konsep produk yang ada. Problem keputusan kemudian dapat distrukturkan menjadi problem MCDM dengan hirarki keputusan seperti terlihat dalam Gambar 3. Untuk keperluan diskusi, hanya ada tiga kriteria desain (*form*, *ease of use*, dan *durability*) dan tiga kemungkinan peristiwa (S_1 = sangat sukses, S_2 = cukup sukses, S_3 = gagal) yang diperhitungkan.



Gambar 3. Hirarki Keputusan untuk Mengukur Kesuksesan Konsep Produk

Gambar 3 di atas memperlihatkan ukuran kesuksesan produk di pasar ditentukan oleh kriteria yang impresisi, yaitu *form*, *ease of use*, dan *durability*. Dengan menggunakan pendekatan AHP, pertama kali kita mencoba mencari bobot dari masing kriteria. Tabel 3 memperlihatkan hasil *pairwise comparison* untuk kriteria.

Tabel 3. Fuzzy pairwise comparisons untuk kriteria

	<i>Form</i>	<i>Ease of use</i>	<i>Durability</i>
<i>Form</i>	(1,1,1)	M	S
<i>Ease of use</i>		(1,1,1)	M
<i>Durability</i>			(1,1,1)

Terlihat bahwa kriteria *Form* sebagai kriteria terpenting, sebagaimana kriteria tersebut dinilai *moderately more important* dibandingkan kriteria *Ease of use*, dan *strongly more important* dibandingkan kriteria *Durability*. Dari persamaan (5), diperoleh bilangan *fuzzy* untuk bobot dari masing-masing kriteria sebagai berikut:

$$v_{form} = (0.25, 0.64, 1.40); v_{ease\ of\ use} = (0.10, 0.26, 0.73);$$

$$v_{durability} = (0.05, 0.10, 0.30)$$

Proses *pairwise comparison* kemudian dilanjutkan pada level alternatif peristiwa untuk setiap konsep produk. Tabel 4 memperlihatkan matriks *pairwise comparison* untuk konsep produk tertentu.

Tabel 4. Fuzzy pairwise comparisons untuk alternatif peristiwa dari konsep produk

<i>Form</i>	S_1	S_2	S_3
S_1	(1,1,1)	M	
S_2		(1,1,1)	
S_3	S	V	(1,1,1)

<i>Ease of use</i>	S_1	S_2	S_3
S_1	(1,1,1)		
S_2	E	(1,1,1)	
S_3	M	S	(1,1,1)

<i>Durability</i>	S_1	S_2	S_3
S_1	(1,1,1)	S	V
S_2		(1,1,1)	M
S_3			(1,1,1)

Hasil penilaian setiap kandidat pemasok berdasarkan masing-masing kriteria diperoleh sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Penilaian Alternatif berdasarkan Kriteria

	<i>Form</i>		<i>Ease of use</i>			<i>Durability</i>			
	0.25	0.64	1.40	0.10	0.26	0.73	0.05	0.10	0.30
S_1	0.09	0.19	0.36	0.08	0.18	0.42	0.43	0.73	1.22
S_2	0.05	0.08	0.18	0.10	0.16	0.42	0.09	0.19	0.36
S_3	0.43	0.73	1.22	0.27	0.66	1.38	0.05	0.08	0.18

Dengan menggunakan persamaan (7), akhirnya diperoleh prioritas global atau urutan terbaik dari setiap kandidat pemasok, yaitu

$$S_1 = (0.05, 0.24, 1.18); S_2 = (0.03, 0.11, 0.67); S_3 = (0.14, 0.64, 2.78)$$

Hasil yang *fuzzy* di atas dapat dijadikan angka defusifikasi dengan menggunakan persamaan (8) dan hasilnya adalah $S_1 = 0.49$; $S_2 = 0.27$; $S_3 = 1.19$. Atau setelah dinormalkan akhirnya diperoleh penilaian masing-masing pemasok sebagai berikut: $(S_1)_N = 0.25$; $(S_2)_N = 0.14$; $(S_3)_N = 0.61$. Dengan demikian konsep produk yang sedang dinilai memiliki kemungkinan “sangat sukses” sebesar 25%, “cukup sukses” sebesar 14% dan “gagal” 61%. Dengan cara yang sama, probabilitas kesuksesan dari konsep produk lainnya dapat diperoleh.

4. PENUTUP

Tulisan ini sudah membahas pendekatan *Fuzzy-MCDM* dan penggunaannya dalam mengestimasi tingkat kesuksesan suatu produk pada tahap desain. Pendekatan ini dianggap cocok untuk mengatasi situasi ketidakpastian yang lebih disebabkan ketidakpresisian (*impreciseness*) yang terjadi dalam mengevaluasi sekumpulan konsep produk berdasarkan sejumlah kriteria. Dengan menggunakan bilangan *fuzzy* ketika melakukan *pairwise comparison*-nya AHP, pendekatan yang menawarkan perspektif preskriptif ini akan membantu tim pengembang produk

dalam melakukan apa yang sebaiknya dan dapat dilakukan untuk memperoleh estimasi kesuksesan produk dengan akurat. Tulisan ini diharapkan dapat memberikan fondasi yang kuat bagi pengembangan riset di bidang analisis keputusan, khususnya dalam menjawab tantangan utama seperti menentukan *subjective probability* untuk berbagai *state of the world* dari sekumpulan alternatif keputusan.

DAFTAR PUSTAKA

- Boender, C.G.E. , de Graan, J.G. and Lootsma, F.A., 1989, Multicriteria decision analysis with fuzzy pairwise comparisons. *Fuzzy Sets and Systems* 29: 133-143.
- Buckley, J., 1985, Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets and Systems* 17: 233-247.
- Cagan, J. and Vogel, C.M., 2002, *Creating Breakthrough Products: Innovation From Product Planning to Program Approval*, Financial Times Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Chang, D.A., 1996, Application of the Extent Analysis Method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research* 95: 649-655.
- Deng, H., 1999, Multicriteria Analysis with Fuzzy Pairwise Comparisons. *International Journal of Approximate Reasoning* 21: 215-231.
- Dubois, D., Prade, H., 1980, *Fuzzy Sets and Systems*. New York: Academic Press.
- Febransyah, A., 2005, Managing The Fuzzy Front End Process In New Product Development: A Case of Evaluating Concept Alternatives. *Jurnal Manajemen Prasetiya Mulya*, Vol. 10. No.1, pp. 1-12.
- Febransyah, A., 2006, Memperkaya Perspektif dalam Pengambilan Keputusan. *Prosiding Konferensi Nasional Manajemen Bisnis Indonesia-Mengejar Ketertinggalan Bisnis*, Jakarta, February 2.
- Forman, E.H. and Gass, S.I., 2001, The Analytic Hierarchy Process—An Exposition. *Operations Research*. INFORMS. 49(4), 469-486.
- Saaty, T.L., 1980, *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Tang, M.T., Tzeng, G.H., and Wang, S.W., 2000, A Hierarchy Fuzzy MCDM Method for Studying Electronic Marketing Strategies in the Information Service Industry. *Journal of International Information Management* 8(1): 1-22.
- Ulrich, K.T. and Eppinger, S.D., 2004, *Product Design and Development*, 3rd Edition. New York: McGraw-Hill.
- Van Laarhoven, P.J.M. and Pedrycz, W., 1983, Fuzzy Extension for Saaty's Priority Theory. *Fuzzy Sets and Systems* 11: 229-241.
- Xu, R., 2000, Fuzzy least square priority method in the analytic hierarchy process. *Fuzzy Sets and Systems* 112: 395-404.