

Pengembangan Model Fuzzy Project Evaluation Untuk Analisis Kelayakan Finansial Pendirian Pabrik Baru

Yuniar Farida

Prodi Matematika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Email : yuniar.farida@uinsby.ac.id

Abstrak

Untuk rencana pembangunan suatu pabrik baru, aspek finansial merupakan aspek terpenting dalam evaluasi kelayakannya. Dikatakan demikian, karena sekalipun aspek lain tergolong layak, jika studi aspek finansial memberikan hasil yang tidak layak, maka usulan proyek akan ditolak karena tidak memberikan manfaat ekonomi. Dalam penelitian ini *Net Present Value* (NPV) digunakan sebagai metode evaluasi kelayakan finansial rencana pendirian pabrik PT. X. Dalam perhitungan NPV, salah satu faktor yang krusial adalah tarif diskonto atau *discount rate* yang berlaku pada masa pengembalian investasi suatu proyek. NPV suatu proyek harus dihitung dengan *discount rate* konstan sampai masa pengembalian investasi, meski pada kenyataannya faktor – faktor yang mempengaruhi *discount rate* setiap tahun tidak selalu sama, akibatnya nilai NPV menjadi samar (*fuzzy*). Untuk mengatasi hal tersebut, maka dilakukan suatu pemodelan untuk mendekati nilai *discount rate* yang tepat. Dalam penelitian ini *discount rate* dihitung berdasarkan nilai WACC (*Weighted Average Cost of Capital*) yang merupakan gabungan dari struktur modal, yaitu hutang dan ekuitas. Untuk memperoleh nilai WACC yang tepat, dilakukan pendekatan dengan menggunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Adapun penggunaan fuzzy dilakukan karena WACC mengandung unsur ketidakpastian yang tinggi, yang bisa membuat perhitungan WACC dengan metode konvensional menjadi samar/kabur. Dari hasil perhitungan menggunakan TFN, diperoleh nilai WACC sebesar 13.64 % dan menghasilkan NPV sebesar 6,430,464,000,000. Sedangkan nilai WACC deterministik yang dihasilkan evaluator sebesar 13.72 % dan menghasilkan NPV sebesar 6,358,310,540,000.

Kata kunci :

Evaluasi kelayakan investasi/proyek, *Net Present Value* (NPV), *discount rate*, *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), *Triangular Fuzzy Number* (TFN)

Abstract

In order to decide a new development of industry, financial feasibility is the most important factor to consider. The financial aspects will determine whether a project should be feasible or not. This study proposes a Net Present Value (NPV) Method for financial evaluation of the development of new industry, in which the setting up of discount rate. Long period of project is an uncertain and critical factor that is assume to be constant factor. In reality, discount rate is function of variables of time and consist of imprecise factors (*fuzzy*). Base on this fact, this research construct a model for calculation of discount rate that allows one to consider the fuzzyness on it. To do so, the discount rate is computed based on Weighted Average Cost Of Capital (WACC) that imply aggregation of capital structure, debts and equities. In order to obtain the precisely WACC, this study utilize Triangular Fuzzy Number (TFN) model. The result of study conclude that WACC is 13.64% with the result of NPV to 6,430,464,000,000 rupiahs. Based on previous WACC (deterministic), its value is 13.72% with 6,358,310,540,000 rupiahs of NPV.

Key Words :

Invesment/Project Feasibility evaluation, Net Present Value (NPV), *discount rate, Weighted Average Cost of Capital* (WACC), *Triangular Fuzzy Number* (TFN)

1. Pendahuluan

Investasi merupakan keputusan yang sangat beresiko, karena mengeluarkan uang pada saat sekarang dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan atau manfaat yang lebih besar di masa mendatang. Investasi bisa dilakukan untuk bisnis maupun proyek. Oleh karena dana yang dikeluarkan untuk investasi jumlahnya besar, sedangkan manfaatnya baru akan diterima di masa mendatang, maka selalu ada resiko. Semakin jauh jarak antara waktu pelaksanaan investasi dan waktu pemulihan investasi, akan semakin besar pula resiko yang dihadapi. Berbagai perubahan dapat terjadi yang mungkin saja besar pengaruhnya atas operasi proyek, seperti inflasi, perubahan tingkat suku bunga, perubahan nilai tukar valuta asing, persaingan global, kebijakan pemerintah dan perubahan cita rasa konsumen. Untuk menghilangkan atau paling tidak memperkecil resiko serta untuk memastikan besarnya manfaat atau keuntungan yang diinginkan bisa diperoleh, maka diperlukan studi kelayakan.

Secara konvensional kelayakan finansial proyek publik maupun swasta dievaluasi berdasarkan kriteria ekonomis – finansial dengan rasio manfaat dan biaya (*cost – benefit analysis*), *Net Present Value* (NPV), tingkat pengembalian pendapatan (IRR), *pay back period*, titik pulang pokok (BEP) dan sebagainya.

Pada penelitian ini metode evaluasi kelayakan finansial yang digunakan adalah *Net Present value* (NPV). Penggunaan alat evaluasi proyek tersebut digunakan mengingat kemudahan penerapannya dalam memberikan penilaian yang obyektif terhadap arus kas mendatang suatu proyek yang dinyatakan nilainya dalam waktu saat ini/sekarang, sehingga metode ini paling banyak digunakan dalam penilaian kelayakan suatu proyek [9].

Dalam perhitungan NPV, salah satu faktor yang krusial adalah tarif diskonto atau *discount rate* yang berlaku pada masa pengembalian investasi suatu proyek. NPV suatu proyek harus dihitung dengan *discount rate* konstan sampai masa pengembalian investasi, meski pada kenyataannya faktor – faktor yang mempengaruhi *discount rate* setiap tahun tidak selalu sama, akibatnya nilai NPV menjadi samar (fuzzy). Untuk mengatasi hal tersebut, maka dilakukan suatu pemodelan untuk mendekati nilai *discount rate* yang tepat. Dalam penelitian ini *discount rate* dihitung berdasarkan nilai

WACC (*Weighted Average Cost of Capital*) yang merupakan gabungan dari struktur modal, yaitu hutang dan ekuitas. Untuk memperoleh nilai WACC yang tepat, dilakukan pendekatan dengan menggunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Adapun penggunaan fuzzy dilakukan karena fuzzy mampu mengkuantifikasi pemikiran dan persepsi manusia yang kabur terhadap sesuatu, dimana dalam WACC terefleksi tingkat resiko yang mengandung unsur ketidakpastian yang tinggi, yang bisa membuat perhitungan WACC dengan alat evaluasi konvensional menjadi samar/kabur.

2. *Weighted Average Cost of Capital* (WACC)

Bila suatu proyek dibiayai dengan hutang, implikasinya adalah perusahaan telah menggunakan sebagian dari potensinya untuk mendapatkan hutang baru dengan biaya yang rendah. Dalam perkembangan perusahaan pada tahun – tahun berikutnya, suatu saat perusahaan akan terpaksa menambah pemodalannya ekuitas untuk menjaga agar ratio hutang jangan menjadi terlalu besar. Karena itu, perusahaan harus menganggap dirinya sebagai perusahaan berjalan dan biaya modalnya harus dihitung sebagai rata – rata tertimbang (gabungan) dari berbagai dana yang digunakannya yaitu hutang, saham preferen dan ekuitas saham biasa (*common stock*). Modal rata – rata tertimbang (*Weighted Average Cost of Capital = WACC*) merupakan tarif diskonto (*discount rate*) yang digunakan untuk mendiskonto arus kas. WACC merefleksikan resiko usaha (*business risk*) dan kapasitas target hutang (*target debt capacity*) dari suatu perusahaan atau suatu proyek yang akan dinilai [2].

Beberapa penelitian tentang penentuan *discount rate* mengarah pada konsep *Weighted Average cost of capital* (WACC), diantaranya dilakukan oleh Brigham [3], Reghavandra Rau [13], Machala [10], Glenday [7], Pinteris [12]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini *discount rate* didekati dengan konsep *Weighted Average Cost of Capital* (WACC).

Secara umum persamaan yang digunakan untuk estimasi WACC adalah :

$$WACC = r_d(1-T)(D/V) + r_e(E/V) \quad (1)$$

dimana :

r_d = biaya hutang (*cost of debt*)

r_e = biaya ekuitas (*cost of equity*)

T = tingkat pajak marjinal

D = nilai pasar dari hutang

E = nilai pasar dari ekuitas
 V = nilai pasar dari perusahaan ($V = D + E$)

2.1 Estimasi Biaya Hutang (Cost of Debt)

Cost of debt / biaya hutang perusahaan menunjukkan biaya yang digunakan untuk melakukan pinjaman dana dari kreditor. Untuk mengestimasi biaya hutang perusahaan, dibutuhkan informasi mengenai tingkat suku bunga yang sedang berlaku, resiko *default* (perusahaan yang berhutang tidak memenuhi kewajibannya) dan tingkat pajak marjinal. Untuk mengestimasi besarnya biaya hutang perusahaan sebaiknya berdasarkan informasi pasar sebanyak mungkin [2].

2.2 Estimasi biaya ekuitas perusahaan

Mengestimasi biaya ekuitas suatu perusahaan adalah sangat sulit. Kebalikan dari hutang, biaya ekuitas tidak bisa diobservasi dalam pasar. Jenis ekuitas dalam struktur modal antara lain saham biasa. Untuk estimasi saham biasa lebih sulit daripada estimasi obligasi dan saham preferen. Hal tersebut dikarenakan pada saham biasa, pendapatan masa depan dan harga saham tidak konstan, selalu diharapkan tumbuh/berkembang. Sedangkan pada obligasi dan saham preferen, bunga obligasi dan deviden saham preferen diketahui relatif pasti.

Pendekatan standar yang digunakan untuk menentukan biaya ekuitas adalah model penilaian aktiva modal (*Capital Asset Pricing Model = CAPM*) yang dirumuskan :

$$r_e = r_f + \beta(r_m - r_f) \quad (2)$$

Nilai $(r_m - r_f)$ adalah premi resiko pada rata – rata saham, sedangkan β adalah indeks resiko saham bersangkutan yang sedang dianalisa.

3. Metode Fuzzy

Teori fuzzy set yang pertama kali diperkenalkan oleh Zadeh [17], telah dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan dimana deskripsi aktivitas, observasi dan penilaian adalah subyektif, tidak pasti dan tidak presisi. Kata “fuzzy” umumnya mengarah pada situasi dimana tidak ada batas dari aktivitas dan penilaian yang dapat didefinisikan secara tepat. Perkembangan teori fuzzy selanjutnya diikuti dengan konsep algoritma fuzzy *fuzzy decision making* [18].

Dalam dunia ekonomi, banyak terdapat unsur ketidakpastian (*uncertainty*), ketidaktepatan (*imprecise*) dan resiko yang semuanya bersifat *fuzzy* (samar). Dalam analisis

kelayakan investasi/proyek, keputusan analisis bahwa investasi/proyek itu layak atau tidak adalah didasarkan pada hasil telaah proyeksi arus kas bersih sesudah pajak yang diestimasi akan diterima di masa mendatang selama masa ekonomis proyek. Oleh karena studi kelayakan berkenaan dengan waktu yang akan datang, sedangkan waktu yang akan datang tersebut penuh dengan ketidakpastian, maka meskipun hasil studi menyatakan program investasi itu layak, sesungguhnya hasil penilaian tersebut masih merupakan sebuah pendugaan dan tidak ada satu pun jaminan yang pasti bahwa arus kas yang akan datang itu benar – benar akan sama, atau akan lebih besar daripada yang dihitung saat ini. Sehingga untuk mengakomodasi adanya unsur ketidakpastian dalam analisa ekonomi, *fuzzy* banyak digunakan sebagai alat pengambilan keputusan, termasuk pada kasus evaluasi kelayakan investasi/proyek. Cengiz Kahraman [9] menggunakan metode fuzzy *benefit/cost ratio* untuk evaluasi kelayakan proyek publik. Selain itu, Cedric Lesage [4], yang menggunakan fuzzy untuk melakukan pendekatan terhadap *discounted cash flow*, yaitu NPV dan IRR, dimana dalam penelitian tersebut variabel yang di-fuzzy-kan adalah *cash flow*. Peneliti – peneliti lainnya yang menggunakan fuzzy sebagai alat pengambilan keputusan adalah Ward, T.L. [16], Christer Carlsson and Robert Fuller [6], Chiu, C.-Y. and Park, C.S. [5], Bousabaine A.H. and Elhag T. [1], Peter Majlender [11].

3.1 Operasi Dalam Bilangan Fuzzy

Bilangan *fuzzy* adalah sebuah *fuzzy subset* dari bilangan real, menyatakan pengembangan konsep rentang kepercayaan. Berdasarkan definisi sebuah *triangular fuzzy number* (TFN) memiliki ciri-ciri dasar seperti dibawah ini :

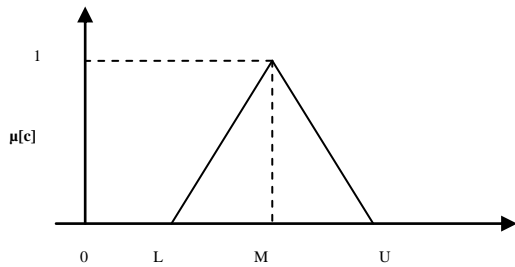
Sebuah bilangan *fuzzy* \tilde{A} pada 3 adalah TFN bila fungsi keanggotaannya $\mu_{\tilde{A}}(x): 3 \rightarrow [0,1]$ adalah sama dengan :

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} (x - L)/(M - L), & L \leq x \leq M, \\ (U - x)/(U - M), & M \leq x \leq U, \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \quad (3)$$

dimana L dan U adalah batas bawah dan batas atas bilangan *fuzzy* \tilde{A} , sedangkan M adalah nilai tengah.

Triangular Fuzzy Number (TFN) merupakan bentuk bilangan fuzzy yang sederhana namun merupakan pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas [15]. Menurut Sanches, Pamplona & Montevechi [14],

Triangular Fuzzy Number (TFN) ini merupakan bilangan fuzzy yang paling menarik dan sesuai digunakan untuk merepresentasikan data – data/informasi finansial. Sehingga dalam penelitian ini menggunakan TFN.



Gambar 1 *Triangular Fuzzy Number*

TFN dapat dinotasikan dengan $\tilde{A} = (L, M, U)$, dan berikut ini adalah hukum operasi dua TFN $\tilde{A}_1 = (L_1, M_1, U_1)$ dan $\tilde{A}_2 = (L_2, M_2, U_2)$.

a. Penjumlahan bilangan fuzzy \oplus

$$\begin{aligned}\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 &= (L_1, M_1, U_1) \oplus (L_2, M_2, U_2) \\ &= (L_1 + L_2, M_1 + M_2, U_1 + U_2)\end{aligned}\quad (4)$$

b. Perkalian bilangan fuzzy \otimes

$$\begin{aligned}\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 &= (L_1, M_1, U_1) \otimes (L_2, M_2, U_2) \\ &= (L_1 L_2, M_1 M_2, U_1 U_2)\end{aligned}\quad (5)$$

c. Pengurangan bilangan fuzzy \ominus

$$\begin{aligned}\tilde{A}_1 \ominus \tilde{A}_2 &= (L_1, M_1, U_1) \ominus (L_2, M_2, U_2) \\ &= (L_1 - U_2, M_1 - M_2, U_1 - L_2)\end{aligned}\quad (6)$$

d. Pembagian bilangan fuzzy \oslash

$$\begin{aligned}\tilde{A}_1 \oslash \tilde{A}_2 &= (L_1, M_1, U_1) \oslash (L_2, M_2, U_2) \\ &= (L_1/U_2, M_1/M_2, U_1/L_2)\end{aligned}\quad (7)$$

untuk $L_i > 0, M_i > 0, U_i > 0$

e. Inversi bilangan fuzzy

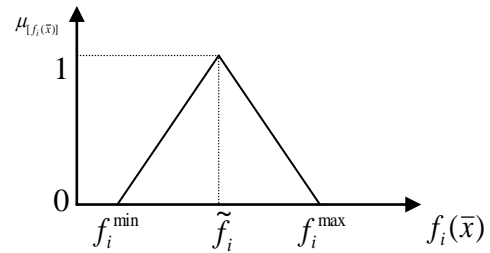
$$\tilde{A}_1^{-1} = (L_1, M_1, U_1)^{-1} = (1/L_1, 1/M_1, 1/U_1)\quad (8)$$

untuk $L_i > 0, M_i > 0, U_i > 0$

3.2 Pengambilan Keputusan Pada Kondisi yang Bersifat Fuzzy

Saat keputusan dilakukan dalam keadaan *uncertain*, maka keputusan dinyatakan dalam suatu rentang perkiraan. Pada kondisi demikian, Pengambil keputusan dapat menerima “sedikit pelanggaran” terhadap batasan yang ditentukan. “Sedikit pelanggaran” dalam pemrograman fuzzy selanjutnya disebut dengan batas toleransi atau batas deviasi yang dinyatakan dalam rentang batas toleransi bawah sampai batas toleransi

atas. Besarnya tingkat penerimaan keputusan fuzzy, baik yang bergerak ke batas bawah maupun batas atas dari target, ditunjukkan oleh suatu fungsi keanggotaan yang dalam bentuk grafis dinyatakan sebagai berikut :



Gambar 2 Fungsi Keanggotaan $f_i(\bar{x})$

3.3 Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzy adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan – aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Defuzzifikasi digunakan untuk mendapatkan nilai crisp dari bilangan fuzzy. Pada penelitian ini, defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan metode BNP (*Best Nonfuzzy Performance*). Penggunaan metoda BNP lebih sederhana dan praktis, tidak memerlukan preferensi evaluator. Nilai BNP dari bilangan fuzzy \tilde{R}_i dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$BNP_i = [(UR_i - LR_i) + (MR_i - LR_i)]/3 \quad (9)$$

dimana LR_i dan UR_i adalah batas bawah dan batas atas bilangan fuzzy \tilde{R}_i , sedangkan MR_i adalah nilai tengah.

4. Studi Kasus : Proyek Pendirian Pabrik Baru PT. X

PT X merupakan perusahaan berskala nasional yang memproduksi semen. Sejak Oktober 1998, PT X. mempunyai kapasitas sebesar 17,2 juta ton semen per tahun dan menguasai $\pm 45\%$ pangsa pasar semen dalam negeri. Saat ini perusahaan tersebut tengah merencanakan ekspansi produksi dengan mendirikan sebuah pabrik baru. Adapun sumber modal yang digunakan oleh PT. X dalam mendanai proyek tersebut berasal dari :

- Ekuitas Perusahaan (*Self Financing*) sebesar 31.03%
- Pinjaman dari Bank komersial (*Commercial Bank Loan*) sebesar 39.68 %
- Kredit Ekspor sebesar 29.29 %

Sehingga WACC proyek PT X dipengaruhi oleh ketiga sumber modal yang digunakan dalam membiayai proyeknya. WACC dihitung berdasarkan persamaan (2) yang dikembangkan menjadi :

$$WACC = \% SF * re + \% BL * rdbl * (1 - tax) + \% KE * rdke * (1 - tax) \quad (10)$$

Berikut ini data proyek PT X :

Tabel 1. Data Sumber Modal Proyek PT X

Data Proyek	
Self Financing	31.03%
Commercial Bank Loan	39.68%
Kredit Ekspor	29.29%
rd project (BL)	16.00%
rd project (KE)	15.00%
Tax	29.77%
B	0.79
Rm	21.76%
Rf	12.80%

Berdasarkan data diatas, maka biaya ekuitas dapat dihitung berdasarkan persamaan (2) Sehingga :

$$re = 12.8 \% + 0.79 * (21.76 \% - 12.8 \%) = 19.91 \%$$

Sedangkan nilai WACC berdasarkan persamaan 5.1 diatas adalah :

$$WACC = (0.3103 * 0.1991) + (0.3968 * 0.16) * (1 - 0.2977) + (0.2929 * 0.15) * (1 - 0.2977) = 13.72$$

Nilai WACC diatas merupakan nilai hasil perhitungan sebagaimana yang dilakukan evaluator dengan menggunakan nilai – nilai yang deterministik.

4.1 Penentuan WACC Dengan Metode Fuzzy

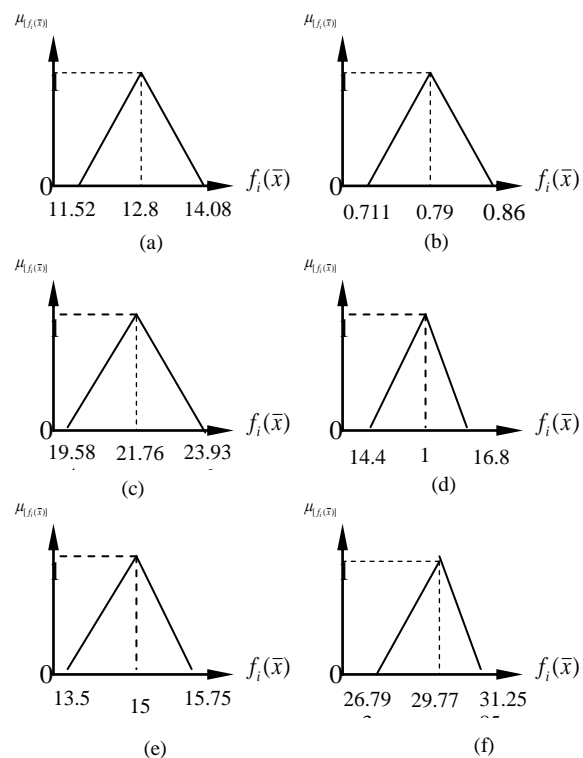
Dalam perumusan WACC (persamaan 10) diatas, ada beberapa parameter yang bersifat fuzzy, antara lain *re* (*cost of equitas*/biaya ekuitas), *rd* (*cost of debt*/biaya hutang), serta pajak (*tax*). Parameter – parameter tersebut dikatakan mengandung unsur ketidakpastian (*uncertainty*) karena faktor-faktor yang mempengaruhinya (seperti tingkat suku bunga bank dan obligasi, serta nilai saham perusahaan maupun IHSG) bersifat fluktuatif, sehingga berpengaruh terhadap tingkat pengembalian investasi/proyek tersebut.

Deviasi disekitar nilai *deterministik* pada parameter – parameter pembentuk WACC yang diberikan oleh pengambil keputusan adalah :

Tabel 2 Data Nilai Parameter Pembentuk WACC beserta Deviasinya

Data Proyek	Deviasi
<i>rf</i>	12.80% -10 % s/d 10 %
<i>B</i>	0.79 -10 % s/d 10 %
<i>rm</i>	21.76% -10 % s/d 10 %
<i>rdBL</i>	16% -10 % s/d 5 %
<i>rdKE</i>	15% -10 % s/d 5 %
<i>Pajak</i>	29.77% -10 % s/d 5 %

Adanya deviasi pada parameter – parameter diatas, maka gambar fungsi keanggotaan untuk setiap parameter adalah sebagai berikut :



Gambar 3 Fungsi Keanggotaan $f_i(\bar{x})$ & Deviasi pada Parameter : (a) *rf* (b) β (c) *rm* (d) *rdbl* (e) *rdke* (f) Pajak

Fungsi keanggotaan dari masing – masing parameter di atas berdasarkan persamaan (3) adalah :

➤ Fungsi keanggotaan tingkat bebas resiko/*risk free rate* (*rf*) :

$$\mu_{rf}(x) = \begin{cases} (x - 11.52) / (12.8 - 11.52), & L \leq x \leq M, \\ (14.08 - x) / (14.08 - 12.8), & M \leq x \leq U, \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

- Fungsi keanggotaan tingkat bebas resiko/*risk free rate* (r_f) :

$$\mu_{\beta}(x) = \begin{cases} (x - 0.711)/(0.79 - 0.711), & L \leq x \leq M, \\ (0.869 - x)/(0.869 - 0.79), & M \leq x \leq U, \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

- Fungsi keanggotaan nilai rata-rata tingkat pengembalian IHSG selama periode tertentu (r_m)

$$\mu_{r_m}(x) = \begin{cases} (x - 19.584)/(21.76 - 19.584), & L \leq x \leq M, \\ (23.936 - x)/(23.936 - 21.76), & M \leq x \leq U, \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

- Fungsi keanggotaan biaya hutang/*cost of debt* yang berasal dari pinjaman bank komersial (r_{dbl})

$$\mu_{r_{dbl}}(x) = \begin{cases} (x - 14.4)/(16 - 14.4), & L \leq x \leq M, \\ (16.8 - x)/(16.8 - 16), & M \leq x \leq U, \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

- Fungsi keanggotaan biaya hutang/*cost of debt* yang berasal dari kredit ekspor (r_{dke}) :

$$\mu_{r_{dke}}(x) = \begin{cases} (x - 13.5)/(15 - 13.5), & L \leq x \leq M, \\ (15.75 - x)/(15.75 - 15), & M \leq x \leq U, \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

- Fungsi keanggotaan pajak (tax) :

$$\mu_{tax}(x) = \begin{cases} (x - 26.793)/(29.77 - 26.793), & L \leq x \leq M, \\ (31.2585 - x)/(31.2585 - 29.77), & M \leq x \leq U, \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

Berdasarkan gambar 3 diatas, maka parameter pembentuk WACC yang bersifat fuzzy adalah *cost of equity* dan *cost of debt*, dimana nilai *cost of equity* dihitung berdasarkan nilai tingkat bebas resiko (r_f), *slope* antara IHSG dan IHS Perusahaan serta rata – rata tingkat pengembalian IHS Perusahaan. Sedangkan *cost of debt* (rd) diperoleh dari *interest rate* pinjaman bank komersial maupun *interest rate* kredit ekspor, yang masing – masing dihitung setelah pajak. Berikut ini perhitungan nilai fuzzy dari *cost of equity* dan *cost of debt* pada pinjaman bank dan kredit ekspor :

a. *Cost of Equity*/biaya ekuitas

Bentuk persamaan fuzzy pada parameter biaya ekuitas adalah sebagai berikut :

$$\tilde{r}_e = \tilde{r}_f \oplus \{ \tilde{\beta} \otimes (\tilde{r}_m - \tilde{r}_f) \} \quad (11)$$

Dimana :

$$\tilde{r}_f = (L_{r_f}, M_{r_f}, U_{r_f}) = (11.52; 12.8; 14.08)$$

$$\tilde{\beta} = (L_{\beta}, M_{\beta}, U_{\beta}) = (0.711; 0.79; 0.869)$$

$$\tilde{r}_m = (L_{r_m}, M_{r_m}, U_{r_m}) = (19.584; 21.76; 23.936)$$

Sehingga diperoleh :

$$\tilde{r}_e = (17.254; 19.878; 22.645)$$

Nilai real r_e diperoleh dengan melakukan defuzzifikasi menggunakan *BNP (Best Nonfuzzy Performance)*, berdasarkan persamaan (9) diperoleh :

$$BNP_{r_e} = [(22.645 - 17.254) + (19.878 - 17.254)]/3 + 17.254 = 19.9256$$

Sehingga nilai crisp r_e adalah 19.9256 % atau 0.199256

b. *Cost of debt*/biaya hutang dari pinjaman bank komersial (r_{dbl})

Bentuk persamaan fuzzy pada parameter biaya hutang yang berasal dari pinjaman bank komersial (r_{dbl}) yang dihitung setelah pajak adalah sebagai berikut :

$$F(r_{dbl} * (1 - Tax)) = RDbl = r_{dbl}(L_{r_{dbl}}, M_{r_{dbl}}, U_{r_{dbl}}) \otimes (1 - Tax(L_{Tax}, M_{Tax}, U_{Tax})) \quad (12)$$

$$RDbl = (0.144; 0.16; 0.168) \otimes [1 - (0.26793; 0.2977; 0.312585)]$$

Sehingga diperoleh :

$$RDbl = (0.1054; 0.11237; 0.1155)$$

Nilai real $RDbl$ diperoleh dengan melakukan defuzzifikasi menggunakan *BNP (Best Nonfuzzy Performance)* :

$$BNP_{RDbl} = [(0.1155 - 0.1054) + (0.11237 - 0.1054)]/3 + 0.1054 = 0.11109$$

Sehingga nilai *crisp RDbl* adalah 0.11109 atau 11.109%

c. *Cost of debt*/biaya hutang dari kredit ekspor (r_{dke})

Bentuk persamaan fuzzy pada parameter biaya hutang yang berasal dari kredit ekspor (r_{dke}) yang dihitung setelah pajak adalah sebagai berikut :

$$F(r_{dke} * (1 - Tax)) = RDke = r_{dke}(L_{r_{dke}}, M_{r_{dke}}, U_{r_{dke}}) \otimes (1 - Tax(L_{Tax}, M_{Tax}, U_{Tax})) \quad (13)$$

$$RDke = (0.135; 0.15; 0.1572) \otimes [1 - (0.26793; 0.2977; 0.312585)]$$

Sehingga diperoleh :

$$RDke = (0.09883; 0.1053; 0.1083)$$

Nilai real RD_{ke} diperoleh dengan melakukan defuzzifikasi menggunakan BNP (*Best Nonfuzzy Performance*):

$$BNP_{RD_{ke}} = [(0.1083 - 0.09883) + (0.1053 - 0.09883)]/3 + 0.09883 = 0.10415$$

Sehingga nilai *crisp* RD_{ke} adalah 0.10415 atau 10.415 %

Nilai – nilai fuzzy dari parameter – parameter diatas selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai fuzzy WACC. Nilai fuzzy WACC diperoleh berdasarkan persamaan :

$$F(WACC) = SF \otimes re(L_{re}, M_{re}, U_{re}) \oplus BL \otimes RD_{bl}(L_{RD_{bl}}, M_{RD_{bl}}, U_{RD_{bl}}) \oplus KE \otimes RD_{ke}(L_{RD_{ke}}, M_{RD_{ke}}, U_{RD_{ke}}) \quad (14)$$

Sehingga nilai WACC adalah :

$$F(WACC) = 0.3103 \otimes (0.17254; 0.19878; 0.22648) \oplus 0.3968 \otimes (0.1054; 0.11237; 0.1155) \oplus 0.2929 \otimes (0.0993; 0.1053; 0.1083)$$

Sehingga diperoleh :

$$F(WACC) = (0.1243; 0.13714; 0.14782)$$

Nilai real WACC diperoleh dengan melakukan defuzzifikasi menggunakan BNP (*Best Nonfuzzy Performance*):

$$BNP_{WACC} = [(0.14782 - 0.1243) + (0.13714 - 0.1243)]/3 + 0.1243 = 0.1364$$

Sehingga diperoleh nilai *crisp* WACC sebesar 0.1364 atau 13.64 %

Nilai fuzzy WACC diatas ternyata sedikit berbeda (sedikit lebih rendah) dibandingkan perhitungan WACC deterministik yang ditetapkan oleh tim evaluator atau tim pengambil keputusan PT. X, yakni sebesar 13.72 %.

4.1.1 Nilai Keanggotaan Bilangan Fuzzy WACC

Nilai *fuzzy* yang dihasilkan merupakan representasi dari nilai – nilai yang diestimasi pengambilan keputusan berdasarkan tingkat keanggotaan tertentu. Untuk mengetahui seberapa besar tingkat keanggotaan pengambil keputusan terhadap nilai yang diestimasi, maka dicari derajat keanggotaan dari nilai *crisp* biaya hutang, biaya ekuitas dan WACC yang dihasilkan dari metode *fuzzy*. Untuk mencari derajat/nilai keanggotaan *fuzzy*, digunakan persamaan (3). Berikut ini hasil perhitungan derajat keanggotaan biaya hutang, biaya ekuitas dan WACC :

Tabel 3. Nilai *Fuzzy* Biaya Hutang, Biaya ekuitas dan WACC Beserta Derajat Keanggotaannya

	L (Nilai Batas Bawah)	M (Nilai Tengah)	U (Nilai Batas Atas)	X (Nilai Crisp)	μ [x] pada L	μ [x] pada U
Re	0.17254	0.19878	0.22645	0.1993	-	0.983
RD _{bl}	0.1054	0.11237	0.1155	0.1111	0.8164	-
Rd _{ke}	0.09883	0.1053	0.1083	0.1042	0.8223	-
WACC	0.1243	0.13714	0.14782	0.1364	0.9435	-

Dimana :

μ [x] pada L = nilai keanggotaan parameter berada pada level L (rendah/batas bawah)

μ [x] pada U = nilai keanggotaan parameter berada pada level U (tinggi/batas atas)

Dari tabel 3 diatas menunjukkan bahwa pada biaya hutang (*bank loan* dan kredit ekspor) menghasilkan nilai keanggotaan fuzzy yang besar (mendekati nilai 1) pada daerah batas bawah (nilai *Low*), artinya pengambil keputusan (*decision maker*) memiliki tingkat keanggotaan yang tinggi bahwa pada masa umur ekonomis proyek, kemungkinan terjadi penurunan nilai daripada kenaikan pada parameter tingkat suku bunga bank komersial dan bunga kredit ekspor. Sementara untuk biaya ekuitas yang memiliki nilai keanggotaan besar (0.9828) pada daerah batas atas, disebabkan deviasi batas atas dan batas bawah pada nilai β adalah sama, artinya tingkat pengembalian pada IHS dan IHS Perusahaan sangat fluktuatif. Sehingga pengambil keputusan cenderung keanggotaan terjadi kenaikan tingkat pengembalian IHS dan IHS perusahaan. yang mengakibatkan biaya ekuitas menjadi lebih tinggi dari nilai deterministik yang diestimasi evaluator. Namun meski biaya ekuitas menjadi lebih besar, tidak membuat WACC menjadi lebih besar karena proporsi/bobot biaya ekuitas lebih kecil (31.03 %) dibandingkan proporsi total biaya hutang (bank loan dan kredit ekspor) yang mencapai 68.97 %, dimana biaya hutang tersebut mengalami penurunan, sehingga pada akhirnya nilai WACC menjadi lebih rendah dari nilai deterministik yang dihasilkan evaluator, dengan nilai keanggotaan/tingkat keanggotaan sebesar 0.9435.

4.2 Net Present Value (NPV) Proyek PT X

Nilai NPV proyek dihitung guna mendapatkan penilaian apakah suatu proyek/investasi layak untuk direalisasikan. NPV proyek diperoleh dari proyeksi *cash flow* yang

terjadi tiap tahun selama masa umur ekonomis proyek dikalikan dengan *discount factor* :

$$NPV = \sum F_t * df = \frac{F_t}{(1+i)^t} \quad (15)$$

dimana : $df = \text{discount factor} = \frac{1}{(1+i)^t}$

$i = WACC$

Tabel 4 berikut ini merupakan perhitungan NPV berdasarkan proyeksi *cash flow* yang terjadi selama masa umur ekonomis proyek pendirian pabrik baru PT X, dengan *discount rate* berdasarkan nilai WACC sebesar 13.64 % :

Tabel 4. Proyeksi *Cash Flow* dan NPV Proyek PT X dengan Discount Rate 13.64 %

Cash Flow	Thn ke-	Discount factor	Present Value (in million)
(2,975,580)	0	1	(2,975,580.04)
615,169	1	0.879961	541,324.44
795,791	2	0.774331	616,205.24
931,931	3	0.68138	634,999.78
960,900	4	0.599588	576,144.18
995,360	5	0.527614	525,165.30
1,030,096	6	0.464279	478,252.09
1,069,962	7	0.408547	437,130.07
1,112,526	8	0.35951	399,959.22
1,147,566	9	0.31635	363,033.32
1,203,159	10	0.278376	334,930.62
1,266,162	11	0.24496	310,159.01
1,334,244	12	0.215555	287,603.15
1,406,421	13	0.18968	266,769.89
1,479,289	14	0.166911	246,909.52
1,559,262	15	0.146875	229,016.64
1,554,744	16	0.129244	200,941.63
1,650,285	17	0.11373	187,686.65
1,741,405	18	0.100078	174,275.88
1,836,160	19	0.088065	161,700.47
16,790,182	20	0.077493	1,301,125.85
1,836,160	21	0.068191	125,209.61
16,790,182	22	0.060005	1,007,501.49
NPV			6,430,464.00

Dari tabel diatas memberikan hasil NPV yang bernilai positif, yakni sebesar Rp. 6,430,464,000,000 pada *discount rate* 13.64146 % dan Rp. 6,358,310,540,000 pada *discount rate* 13.72 %. Dengan demikian proyek pendirian pabrik baru PT. X, secara finansial dikatakan **layak**.

5. KESIMPULAN

- Pemberian deviasi sebagai ketidakpastian dalam parameter pembentuk WACC pada proyek PT X., memberikan nilai WACC yang lebih rendah dibanding nilai deterministik yang diberikan evaluator. Selisih nilai tersebut relatif kecil, sehingga nilai deterministik WACC relatif aman dipakai sebagai *discount rate cash flow* proyek PT X.. Adapun nilai fuzzy WACC adalah sebesar 13.64 %, sedangkan nilai WACC deterministik yang ditetapkan evaluator adalah sebesar 13.72 %.
- Adanya pertimbangan ketidakpastian dalam parameter pembentuk WACC memberikan gambaran terhadap kemungkinan perubahan kemampuan perusahaan dalam merealisasikan *discounted cash flow* yang diproyeksikan. Jika nilai fuzzy WACC lebih rendah dari nilai deterministik yang ditentukan perusahaan, maka nilai WACC deterministik tersebut masih relatif aman digunakan sebagai *discount rate* dengan catatan bahwa perbedaan yang ada tidak terlalu besar. Namun jika nilai fuzzy WACC yang dihasilkan lebih tinggi dari nilai WACC deterministik yang ditetapkan perusahaan, maka perusahaan perlu mengevaluasi kembali nilai WACC yang dipakai, karena akan menurunkan *discounted cash flow* yang sudah diproyeksikan.
- WACC yang dihasilkan dengan metode fuzzy menghasilkan NPV yang lebih besar dibanding NPV dengan WACC deterministik. NPV dengan fuzzy WACC menghasilkan Rp. 6,430,464,000,000. Sedangkan WACC deterministik yang ditetapkan evaluator menghasilkan NPV sebesar Rp. 6,358,310,540,000. Artinya bahwa perusahaan berpeluang memperoleh pendapatan lebih besar dari yang sudah diproyeksikan. Berdasarkan nilai NPV diatas yang bernilai positif, maka proyek pendirian pabrik baru PT X., secara finansial dinyatakan **layak**.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boussabaine A.H. and Elhag T. : *Applying fuzzy techniques to cash ow analysis*, Constr. Manag. Econom., Vol.17, No.6, pp (1999) 745-755.
- [2] Brigham E., *Financial Management : Theory and Practice*, The Dryden Press (1985).
- [3] Brigham E., *Financial Leverage and Use of the Net Present value Investment Criterion : A Reexamination*, Financial Management, Vol. 14, pp. (1985) 48-52.
- [4] Cedric Lesage, *Discounted Cash Flow Analysis : An Interactive Fuzzy Arithmetic Approach*, European Journal of Economic and social Systems, No.2, pp. (2001) 49-68.
- [5] Chiu, C.-Y. and Park, C.S., 'Fuzzy Cash Flow Analysis Using Present Worth Criterion', *The Engineering Economist*, Vol. 39, No. 2, pp. (1994) 113-139.
- [6] Christer Carlsson & Robert Fuller, *Real Option Evaluation in Fuzzy Environment*, Proceeding of the International Symposium of Hungarian Researchers on Computational Intelligence, pp. (2002) 69 – 77.
- [7] Glenday G. & Tham J., *What Weight in the WACC ?*, Terry Sanford Institute of Public Policy, (2003).
- [8] Kahraman C., *Fuzzy Versus Probabilistic Benefit/Cost Ratio Analysis For Public Work Projects*, Int. J. Appl. Math. Comput. Sci., Vol. 11, No.3, pp. (2001) 705-718.
- [9] Karsak, E. and Tolga, E., *Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Procedure for Evaluating Advanced Manufacturing System Investments*, International Journal of Production Economics, Vol. 69, pp. (2001) 49-64.
- [10] Machala R., *Adjusting Weighted Average Cost of capital in the Discount Rate of Investment Project*, Management, Vol. 4, No 1-2, pp. (1999) 191-193.
- [11] Peter Majlender, *Strategic Investment Planning by Using Dynamic Decision Trees*, Proceeding of the 36th Hawaii International Conference of System Sciences (HICSS'03), (2002).
- [12] Pinteris, *Notes on Weighted Average Cost of Capital (WACC)*, Departement of Finance, College of Business University of Illionis at Urbana – Champaign, (2003).
- [13] Reghavendra Rau, *The Weighted Average Cost of Capital : An Introduction*, Kraneert School, Purdue University, (1997).
- [14] Sanches, Alexandre Leme, Pamplona, Edson de O. E Montevechi, Jose Arnaldo B., *Capital Budgeting Using Triangular Fuzzy Number*, V Encuentro Internacional de Finanzas. Santiago, Chile, (2005).
- [15] Sri Kusuma Dewi, Hari Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, Penerbit Graha Ilmu, (2004).
- [16] Ward, T.L., 'Fuzzy Discounted Cash Flow Analysis', in Evans, G.W., Karwowski, W., and Wilhelm, M.R. *Applications of Fuzzy Set Methodologies in Industrial Engineering* pp. (1989) 91-102.
- [17] Zadeh L.A. : *Fuzzy sets. | Inf. Contr.*, Vol.8, pp. (1965) 338-353.
- [18] Zadeh, L.A., *Fuzzy sets & systems*, In: Fox, J., ed., *System Theory*. Brooklyn, NY: Polytechnic press, pp. (1972) 29-37.