J.II.Pert. Indon. Vol. 9(2). 2000

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI INDUSTRI PULP MENGGUNAKAN PENDEKATAN FUZZY

Oleh :
Husni Y. Rosadi* dan Marimin**

ABSTRACT

FEASIBILITY ANALYSIS OF PULP INDUSTRY INVESTMENT USING FUZZY APPROACH

In selecting and evaluating the investment proposals using conventional methods like NPV, IRR, PI or Payback Period, the valuation only evaluate a single value of the investment factors, such as initial investment outlay, free cash flow and discount rate. In business and economic condition with high uncertainty, the values of these factor always fluctuate from a high degree risk a low degree risk. Which are hard to formulate using conventional methods. An alternative method must be able to represent these values of investment factors in reasonable confidence interval that a business is feasible to be implemented. A fuzzy system is a good way to formulate this situation. This paper describes how to evaluate investment proposals using fuzzy methods with pulp industry used as a study case.

ABSTRAK

Dalam seleksi investasi dengan menggunakan metode konvensional seperti NPV, IRR, profitability index dan payback period, evaluasi hanya mengukur nilai tunggal dari faktor investasi. Dalam situasi bisnis dan ekonomi dengan resiko tinggi, nilai faktor ini sangat berfluktuasi yang menyulitkan formulasi dan pemanfaatan analisis konvensional tersebut. Maka dari itu diperlukan suatu metode representasi dan analisa yang dapat menggambarkan nilai faktor investasi dalam selang (interval kepercayaan) bahwa suatu usaha menguntungkan untuk diimplementasikan. System fuzzy adalah metode yang baik untuk memformulasikan persoalan dalam situasi ketidakmenentuan dan beresiko tinggi tersebut. Paper ini mendiskusikan implementasi metode evaluasi proposal investasi dengan metode fuzzy pada kasus industri *pulp*.

Kata kunci: metode evaluasi investasi, bilangan fuzzy, industri pulp.

PENDAHULUAN

Menyusutnya lahan hutan di banyak negara, terutama negara maju, memungkinkan banyak industri pulp dan kertas merelokasikan industrinya ke negara-negara yang memiliki persediaan bahan baku yang memadai. Sebagai negara dengan lahan hutan yang sangat luas (kedua terluas di dunia setelah Brazil), Indonesia memiliki prospek yang baik bagi relokasi dan pengembangan industri pulp dan kertas. Bahan baku (*raw material*) pembuat pulp seperti kayu meranti, pulai, jabon, jeungjing, perupuk, kenanga, terantang, kapuk hutan selain jerami dan ampas tebu (*bagasse*) tersedia cukup berlimpah di Indonesia.

Sampai tahun 1997 tercatat sekitar 16 perusahaan yang memproduksi pulp di Indonesia. Total kapasitas produksi dari keenam belas perusahaan pembuat pulp tersebut adalah 2,77 juta ton per tahun, meskipun realisasinya baru mencapai 1,93 juta ton (IPPA, 1995). Diperkirakan sampai tahun 2005 kapasitas produksi pulp Indonesia akan mencapai 9,4 juta ton yang dihasilkan oleh 35 produsen (IPPA, 1997). Sedangkan pada akhir tahun 2008 produksi diproyeksikan mencapai 11,4 juta ton atau terjadi pertumbuh rata-rata sekitar 13% per tahun

Dari segi kapasitas produksi, kontribusi pulp Indonesia di pasaran dunia relatif masih kecil, namun kalau dilihat dari sisi pertumbuhannya, pertumbuhan produksi pulp Indonesia termasuk yang terbesar di dunia. Jika negara-negara utama penghasil pulp dunia seperti AS, Kanada dan negara-negara Skandinavia selama beberapa tahun terakhir mengalami penurunan produksi, Indonesia malah terus meningkat (Matusek, 1997).

Untuk menjadi salah satu produsen pulp terbesar di dunia, dimana Indonesia berupaya mencapai tingkat pertumbuhan produksi sekitar 13% pertahun, maka setiap tahun pabrik pulp harus memperluas kapasitas produksinya dan atau dibangunnya pabrik-pabrik pulp baru. Pendirian dan perluasan pabrik pulp merupakan keputusan investasi jangka panjang, yang membutuhkan analisis kelayakan investasi yang memadai.

Ada berbagai metode dalam menilai kelayakan suatu investasi, diantaranya adalah metode NPV (*net present value*), IRR (*internal rate of return*), PI (*profitability index*), PB (*payback period*), (Bierman 1984, Stapley 1994, Tang 1996, Weston 1996, Dysinger 1997, Emery 1998) dan *lattice claim analysis* (Kamrad, 1995). Umumnya metode-metode ini memperhitungkan nilai waktu dari uang (*time value of money*). Nilai uang untuk pembiayaan awal (*initial investment outlay*), aliran kas bebas (*free cash flow*) serta besarnya tingkat diskonto (*discount rate*) umumnya berupa harga prakiraan dengan satu nilai tunggal. Metode-metode ini hanya memperhatikan bagaimana perhitungan nilai-nilai tunggal dari faktor investasi seperti nilai pembiayaan awal, aliran kas bebas, dan tingkat diskonto menghasilkan suatu nilai tertentu untuk menentukan kelayakan suatu investasi dan atau meranking sekumpulan investasi. Tetapi bagaimana jika nilai-nilai tersebut bukanlah nilai tunggal, tetapi berupa

* Staf pada Pusat Pengkajian Kebijakan Inovasi Teknologi - BPPT
** Staf Pengajar pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian - IPB

nilai sebaran dari sekumpulan nilai mulai dari kondisi usaha yang pesimis, moderat optimis ? Padahal nilai sebaran ini yang lebih realistis dibandingkan dengan satu nilai tunggal.

Beberapa literatur dalam bidang keuangan dan investasi mencoba menggunakan sistem fuzzy dalam analisisnya. Pacheco *et al.* (1996), Kahraman dan Ulukan (1997), Kaufman dan Gupta (1988) melakukan pendekatan ini. Pacheco *et al.* (1996) misalnya mencoba menganalisis kondisi keuangan perusahaan dengan menggunakan *neural network* dan sistem pakar fuzzy. Sementara Kahraman dan Ulukan (1997) menerapkan konsep fuzzy dalam formulasi *continuous compounding* dengan fungsi keanggotaan non-linier. Dan bilangan fuzzy digunakan oleh Kaufman dan Gupta (1988) untuk menentukan tingkat diskonto.

RUANG LINGKUP

Ruang lingkup makalah ini dibatasi pada penilaian kelayakan investasi yang ada di industri pulp dengan menggunakan bilangan fuzzy. Bilangan fuzzy digunakan untuk menggambarkan nilai-nilai dari nilai pembiayaan awal, aliran kas bebas dan tingkat diskonto. Begitu juga dalam menghitung operasi antar variable-variabel ini digunakan operasi aritmetika fuzzy. Dan hasil akhir (hasil defuzzyfikasi) berupa suatu nilai untuk menentukan apakah suatu investasi dianggap layak atau tidak.

TUJUAN

Tujuan penelian ini adalah melakukan kajian terhadap penerapan pendekatan fuzzy sebagai suatu metode alternatif untuk menilai kelayakan investasi industri pulp.

METODOLOGI

Makalah ini ditulis dengan melakukan analisis terhadap data-data primer dan sekunder. Data primer berupa wawancara terhadap pengurus APKI (Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia) atau IPPA (*Indonesian Pulp and Paper Association*), sementara data sekunder berupa data-data Laporan Keuangan industri pulp, data yang diterbitkan IPPA dan data dari literatur lain yang berhubungan.

Penelitian ini menggunakan kerangka analisis sebagai berikut:

1. Analisis terhadap data-data investasi pabrik pulp yang telah ada sebelumnya. Analisis menggunakan metode regresi linier pada tingkat kepercayaan 95% dan dihasilkan TFN (*triangular fuzzy number*) nilai pembiayaan awal,
2. Analisis terhadap data-data harga jual pulp serat pendek, biaya produksi pulp dan biaya administrasi-penjualan dari pabrik yang telah ada, tingkat suku bunga pinjaman, ketentuan pajak pemerintah, besarnya modal dan pinjaman, serta kapasitas yang diharapkan, maka dengan menggunakan metode *pro-forma*, diperoleh Laporan Keuangan (Neraca dan Laporan Laba-Rugi) prakiraan, serta aliran kas bebas yang dinyatakan dalam bentuk TFN,
3. Analisis kurun waktu terhadap data-data Laporan Keuangan (terutama harga saham dan dividen) industri pulp yang telah ada serta kurs konversi Rupiah terhadap dolar AS (USD) dengan menggunakan metode harga saham, dan dihasilkan TFN tingkat diskonto,
4. Dari nilai pembiayaan awal, ditentukan bilangan fuzzy investasi awal, $\Gamma_0(\alpha)$.
5. Dari aliran kas bebas dan tingkat diskonto dihitung bilangan fuzzy jumlah diskonto aliran kas bebas selama rentang waktu investasi, $\Gamma_n(\alpha)$
6. Membandingkan besarnya $\Gamma_0(\alpha)$ dengan $\Gamma_n(\alpha)$
7. Melakukan de-fuzzyfikasi
8. Dari nilai hasil defuzzyfikasi bisa diindikasi layak-tidaknya investasi tersebut.

MENILAI KELAYAKAN INVESTASI

Pendapatan dan biaya masa mendatang karena mengandung unsur ketidakpastian, maka nilai masa mendatang harus dikonversikan ke dalam nilai sekarang (*present value*). Besarnya nilai uang setahun mendatang yang dikonversikan ke nilai uang sekarang dinyatakan oleh:

$$\mathbf{PV = F / (1 + r)}$$

Untuk dua, tiga dan tahun-tahun seterusnya, faktor konversi nilai uang/ penyebut dipangkatkan dengan waktunya (t).

$$\mathbf{PV = \frac{F}{(1+r)^t} = F\frac{1}{(1+r)^t} = F.DF}$$

dengan :

PV = nilai sekarang dari uang masa mendatang (tahun ke t)

F = nilai uang masa mendatang (waktu ke-t)

r = tingkat diskonto (%)

$\frac{1}{(1+r)^t}$ = DF = faktor diskonto

Metode Penilaian Kelayakan Investasi

Dari konsep *present value* ini, dikenal beberapa metode untuk menilai kelayakan investasi suatu usaha, diantaranya:

1. Net Present Value (NPV):

Net Present Value adalah besarnya nilai sekarang dari uang masa mendatang (penerimaan netto) dikurangi dengan nilai uang sekarang dari investasi awal.

NPV menunjukan berapa besarnya pengembalian suatu investasi.

$$\mathbf{NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0}$$

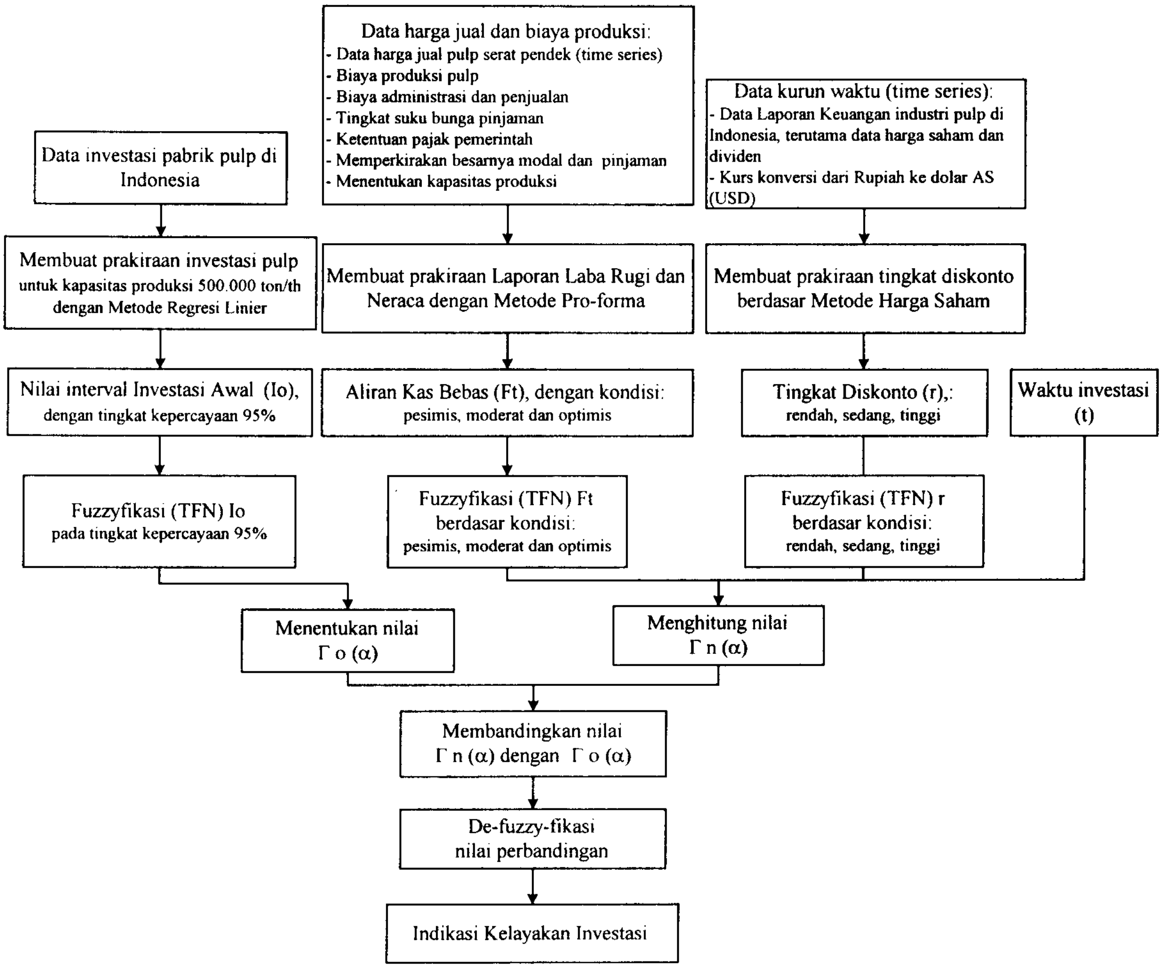
dengan :

NPV = *Net Present Value* atau jumlah netto nilai sekarang dari uang masa mendatang (sampai tahun ke-n) dikurangi dengan investasi awal

F_t = nilai uang masa mendatang dari penerimaan netto/ aliran kas bebas netto (waktu ke-t)

I_0 = nilai awal investasi

Suatu investasi disebut layak, jika nilai $\boldsymbol{NPV \geq 0}$



Gambar 1. Alur kegiatan penelitian

2. ***Internal Rate of Return (IRR):***

IRR menunjukan seberapa besar tingkat (*rate*) pengembalian suatu investasi.

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+IRR)^t} - I_0 = 0$$

dengan :

IRR = *internal rate of return*

Suatu investasi disebut layak, jika nilai ***IRR ≥ r***

3. ***Profitability Index (PI):***

Profitability index adalah perbandingan antara nilai sekarang dari sejumlah peneriman netto uang masa mendatang terhadap nilai investasi awal.

PI mengukur berapa kali pengembalian suatu investasi.

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+r)^t}}{I_0}$$

dengan :

PI = *profitability index*

Suatu investasi disebut layak, jika nilai ***PI ≥ 1***

4. ***Payback Period (PP):***

Payback period menunjukan berapa lama pengembalian suatu investasi.

Dikenal dua cara perhitungan:

Tanpa memperhatikan faktor diskonto

$$I_0 - \sum_{t=1}^{n} F_t = 0$$

Dengan memperhatikan faktor diskonto

$$I_0 - \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+r)^t} = 0$$

Suatu investasi disebut layak, jika waktu n (tahun) perhitungan ≤ waktu (tahun) yang ditentukan investor.

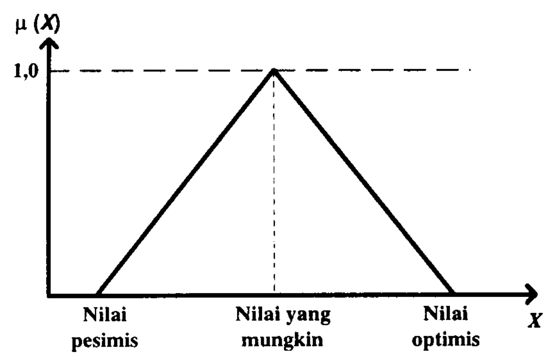
Dari keempat metode penilaian kelayakan di atas, yang digunakan untuk kajian dalam makalah ini adalah metode NPV dan PI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari metode penilaian kelayakan investasi terlihat ada tiga faktor penting yang terlibat, yaitu:

1. Nilai pembiayaan awal yang dinyatakan dengan I_0,
2. Tingkat diskonto yang dinyatakan dengan r,
3. Jumlah aliran kas bebas yang telah didiskonto dalam suatu jangka waktu perhitungan yang dinyatakan oleh $\sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+r)^t}$)

Dengan memperhatikan iklim usaha yang bisa berada dalam kondisi resesi, normal atau *booming*, maka ketiga faktor utama investasi (nilai pembiayaan awal, aliran kas bebas dan tingkat diskonto) lebih baik kalau dinyatakan dalam bentuk bilangan fuzzy. Dalam makalah ini digunakan TFN dengan interval kepercayaan menggambarkan iklim usaha dalam rentang pesimis sampai optimis. Untuk operasi perhitungannya juga digunakan operasi aritmetika fuzzy.



Gambar 2. Bentuk triangular fuzzy number (TFN)

Penentuan Pembiayaan Awal.

Berdasarkan data-data investasi pabrik pulp di Indonesia, diperoleh data mengenai besarnya pembiayaan awal dalam pendirian pabrik pulp. Ada empat data pembiayaan awal pabrik pulp beserta kapasitas produksinya. Data-data tersebut terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Biaya investasi pabrik pulp di Indonesia

Pabrik Pulp	Kapasitas Produksi (ton/ th)	Biaya (Juta USD)*)
PT. Takengon[1]	300.000	663,0
PT. Tanjung Enim Lestari[2]	450.000	991,0
PT. International Timber[1]	540.000	1.000,0
PT. Kiani Kertas[3]	730.000	1.200,0

*) USD = Dolar Amerika serikat

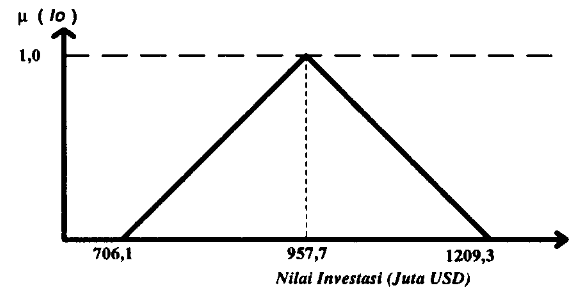
Sumber: [1] : *TBI 15 Juli 1994*, [2] : *Indomedia Juni 1997*, [3] : *Pulp and Paper International Mei 1997*.

Meskipun data yang ada relatif terbatas, tetapi dapat dilakukan regresi linier dengan tingkat kepercayaan yang memadai (Mendenhall dan Sincich, 1995). Untuk mencapai skala ekonomi (*economic of scale*), menurut APKI dicapai pada kapasitas produksi 500.000 ton/th. Dengan melakukan regresi linier dari data di atas, untuk skala produksi 500.000 ton/th dan tingkat kepercayaan 95%, diperoleh nilai investasi dalam antara 706,1 juta USD sampai 1209,3 juta USD, dengan titik tengah pada 957,7 juta USD. Rentang ini dinyatakan dalam TFN sebagai:

$I_0(706,1,\ 957,7,\ 1209,3)$ atau:

$\Gamma_0(\alpha) = [706,1 + 251,6\alpha,\ 1209,3 - 251,6\alpha]$

dalam juta USD.



Gambar 3. TFN nilai investasi untuk kapasitas produksi pulp 500.000 ton/th

Penentuan Tingkat Diskonto.

Tingkat diskonto, merupakan nilai untuk menentukan berapa besarnya tingkat pengembalian suatu investasi. Nilai ini dapat ditentukan dari berbagai cara, diantaranya berdasarkan: *judgment* investor, penilain obligasi dan penilaian harga jual saham industri pulp di pasar (Block dan Hirt, 1990). Tingkat diskonto dengan cara penilaian obligasi, besarnya dipengaruhi oleh tingkat pengembalian real yang diharapkan investor, ditambah inflasi dan resiko. Sementara pada penilaian harga saham, tingkat diskonto tergantung besarnta dividen pada akhir tahun anggaran, harga saham (*market price*) dan pertumbuhan dividen, yang dinyatakan dalam persamaan:

$$r_t = \frac{D_I}{P_0} + g$$

dengan r_t adalah nilai *required rate of return* (tingkat diskonto), D_I dividen pada akhir tahun, P_0 harga saham pada suatu waktu dan g pertumbuhan konstan dividen.

Nilai tingkat diskonto industri pulp untuk makalah ini digunakan nilai harga jual saham karena data inilah yang tersedia. Untuk itu digunakan data dari dua perusahaan penghasil pulp, yaitu PT. Indah Kiat Pulp & Paper (IKPP) dan PT. Inti Indorayon Utama (IIU) yang telah terdaftar di Bursa Efek Jakarta (BEJ). Harga saham rata-rata, *earning per share* (EPS) rata-rata, pertumbuhan EPS rata-rata dan tingkat diskonto rata-rata kedua perusahaan tersebut berdasar data dari Maret 1994 sampai September 2000 dalam skala triwulan terlihat pada Tabel 2. Harga saham dan EPS dikonversikan dari Rupiah menjadi USD, dengan kurs tengah Bank Indonesia (BI).

Table 2. Nilai tingkat diskonto pabrik pulp

	IIU[1]	IKPP
Harga saham rata-rata[2] (USD)	0,497	0,478
Dividen (EPS) rata-rata[3] (USD)	0,042	0,054
Pertumbuhan EPS rata-rata (%)	21,8	13,7
Tingkat diskonto rata-rata (%)	26,1	27,4
Std dev. tingkat diskonto	8,3	12,4
Tingkat diskonto 95% atas (%)	42,4	51,7
Tingkat diskonto 95% bawah (%)	9,8	3,0

Sumber: www.jsx.co.id yang telah diolah.

Keterangan:

[1] Karena sejak tahun 1997 IIU mendapat masalah dengan warga sekitar pabrik, dan nilai buku saham serta EPS-nya negatif, maka perhitungan dimulai dari Maret 1994 sampai Juni 1997.

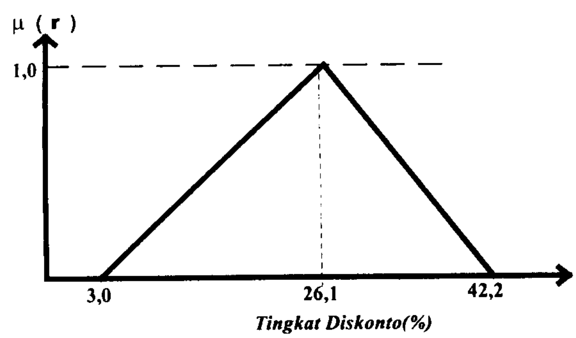
[2] Harga saham antara Maret 1994 sampai Sepember 1998 digunakan nilai buku (*book value*) dan bukan harga pasar (*market price*).

[3] Dividen diganti dengan *earning per share* (EPS), karena dalam Laporan Keuangan kedua perusahaan tidak dicantumkan besarnya dividen.

Data kedua perusahaan ini jika dinyatakan dalam bentuk TFN, memiliki tingkat diskonto (9,8, 26,1, 42,4) untuk IIU dan (3,0, 27,4, 51,7) untuk IKPP. Gabungan nilai tingkat diskonto kedua perusahaan ini dilakukan dengan operasi irisan ($\wedge$), dan diperoleh nilai tingkat dikonto gabungan r_t (3,0, 26,1, 42,4) atau:

$r_t(\alpha) = [3,0+23,1\alpha,\ 42,4 - 16,3\alpha]$ dalam prosen (%).

Nilai r_t dianggap tetap selama jangka waktu investasi.



Gambar 4. TFN nilai tingkat diskonto

Penentuan Aliran Kas Bebas.

Aliran kas bebas yang akan diterima perusahaan akibat kegiatan investasinya dapat diprediksi diantaranya dengan menggunakan metode *pro-forma*. Metode ini berupaya memprediksi seberapa besar komponen yang ada dalam Laporan Keuangan terutama *Neraca* dan *Laporan Laba-Rugi* masa mendatang disesuaikan dengan pertumbuhan harapan (terutama pertumbuhan penjualan). Pro-forma Neraca, terutama memperkirakan berapa besarnya pertumbuhan asset (asset lancar dan asset tetap), kewajiban atau pinjaman (kewajiban jangka pendek dan jangka panjang) serta struktur dan besarnya modal. Dalam asset tetap mencakup besarnya penyusutan (depresiasi). Sementara Laporan Laba-Rugi mencakup komponen:

Penjualan	
Biaya Produksi	(-)
Laba kotor	
Biaya administrasi dan penjualan	(-)
Depresiasi	(-)
Pendapatan sebelum bunga dan pajak	
Biaya bunga	(-)
Pendapatan sebelum pajak	
Biaya pajak	(-)
Pendapatan bersih	
Depresiasi	(+)
Aliran kas bebas	

Keterangan: (-) dikurangkan, (+) ditambahkan, dan yang dicetak miring menunjukan hasil penjumlahan atau pengurangan.

Data-data untuk:

1. Penjualan diperoleh dari data harga pulp serat pendek di pasar internasional dari tahun 1992 sampai 1997 (IPPA, 1997),
2. Biaya produksi (Paper Maker, 1995, Farid Hariyanto et al., 1998 dalam Ibnusantosa, 2000),
3. Biaya administrasi dan penjualan berdasarkan perbandingan dengan PT. IKPP (www.app.co.id) dan PT. IIU (www.jsx.co.id),
4. Depresiasi dihitung dari Neraca,
5. Biaya bunga dinyatakan dalam rendah, sedang dan tinggi diturunkan dari suku bunga SIBOR (*Singapore Inter Bank Offered*) untuk mata uang dollar AS (USD) dari tahun 1996 sampai 1999,
6. Biaya pajak dari ketentuan pajak perusahaan Pemerintah Indonesia.

Dari perhitungan ini dengan menggunakan skala produksi pulp 500.000 ton/th, dengan perbandingan antara modal (sendiri) dan pinjaman 50%:50% diperoleh nilai aliran kas bebas untuk kondisi suku bunga rendah (optimis), sedang (moderat) dan tinggi (pesimis). Nilai aliran kas bebas selama 23 tahun terlihat pada Table 3.

Table 3. Perhitungan aliran kas bebas untuk kondisi pesimis, moderat dan optimis selama 23 tahun

Tahun ke:	Aliran Kas Bebas (juta USD):		
	Pesimis (f_1)	*Moderat* (f_2)	*Optimis* (f_3)
1.	41,4	48,4	59,5
2.	60,0	66,9	78,0
3.	74,6	81,7	92,2
4.	80,1	85,9	95,8
5.	88,2	90,9	99,8
6.	96,8	95,9	103,9
7.	96,7	101,1	108,1
8.	102,5	106,3	112,4
9.	145,3	148,4	153,7
10.	149,3	152,6	159,3
11.	156,5	159,2	165,0
12.	163,8	166,0	171,0
13.	168,7	171,0	176,1
14.	173,7	176,1	181,4

15.	179,0	181,4	186,8
16.	184,3	186,8	192,4
17.	189,9	192,4	198,2
18.	195,5	198,2	204,1
19.	201,4	204,1	210,3
20.	207,5	210,3	216,6
21.	213,7	216,6	223,1
22.	220,1	223,1	229,8
23.	226,7	229,8	236,7

Perhitungan Investasi

Dari data tingkat diskonto dan aliran kas bebas, maka dapat ditentukan besarnya jumlah aliran kas bebas yang telah didiskonto selama selang waktu (n) tahun tertentu. Dalam perhitungan dengan metode klasik, jumlah aliran kas bebas yang telah didiskonto ini dinyatakan sebagai:

$$\Gamma_n = \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \ldots\ldots + \frac{F_n}{(1+r)^n}$$

atau:

$$\Gamma_n = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+r)^t}$$

F_t (aliran kas bebas) dan r_t (tingkat diskonto) yang dinyatakan dalam bilangan fuzzy (TFN):

$F_t(f_{1t}, f_{2t}, f_{3t})$, dan $r_t(r_{1t}, r_{2t}, r_{3t})$, dengan t =1,2,3, ... n.

Nilai-nilai F_t dan r_t untuk tingkat kepercayaan α-cut tertentu dapat dinyatakan sebagai $F_t(\alpha)$, dan $r_t(\alpha)$:

$F_t(\alpha) = [f_{1t} + (f_{2t} - f_{1t})\alpha, f_{3t} - (f_{3t} - f_{2t})\alpha]$

$= [f_{1t}(\alpha), f_{3t}(\alpha)]$, dan

$r_t(\alpha) = [r_{1t} + (r_{2t} - r_{1t})\alpha, r_{3t} - (r_{3t} - r_{2t})\alpha]$

$r_t(\alpha) = [r_{1t}(\alpha), r_{3t}(\alpha)]$.

Sehingga persamaan:

$$\Gamma_n = \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+r)^t}$$

menjadi:

$$\Gamma_n(\alpha) = \sum_{t=1}^{n} \frac{[f_{1t}(\alpha), f_{3t}(\alpha)]}{\{1(+)[r_{1t}(\alpha), r_{3t}(\alpha)]\}^t}$$

dimana faktor : $\{1\ (+)\ [r_{1t}(\alpha), r_{3t}(\alpha)]\}$ dapat dinyatakan sebagai: $[1+r_{1t}(\alpha), 1+r_{3t}(\alpha)]$,

sehingga faktor : $\dfrac{[f_{1t}(\alpha), f_{3t}(\alpha)]}{\{1(+)[r_{1t}(\alpha), r_{3t}(\alpha)]\}^t}$,

menjadi: $\dfrac{[f_{1t}(\alpha), f_{3t}(\alpha)]}{[1+r_{1t}(\alpha), 1+r_{3t}(\alpha)]^t}$.

Untuk t = 1, maka:

$$\Gamma_1(\alpha) = \frac{[f_{11}(\alpha), f_{31}(\alpha)]}{[1+r_{11}(\alpha), 1+r_{31}(\alpha)]}$$

Untuk t = 2:

$$\Gamma_2(\alpha) = \frac{[f_{11}(\alpha), f_{31}(\alpha)]}{[1+r_{11}(\alpha), 1+r_{31}(\alpha)]} + \frac{[f_{12}(\alpha), f_{32}(\alpha)]}{[1+r_{12}(\alpha), 1+r_{32}(\alpha)]^2}$$

atau:

$$\Gamma_2(\alpha) = \frac{[f_{11}(\alpha), f_{31}(\alpha)]}{[1+r_{11}(\alpha), 1+r_{31}(\alpha)]} + \frac{[f_{12}(\alpha), f_{32}(\alpha)]}{[1+r_{12}(\alpha), 1+r_{32}(\alpha)](.)[1+r_{12}(\alpha), 1+r_{32}(\alpha)]}$$

Karena dalam perkalian dot (.), antara bilangan fuzzy berlaku:

$A_\alpha(.)\ B_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)](.)[b_1(\alpha), b_2(\alpha)]$

$= [a_1(\alpha)(.)b_1(\alpha), a_2(\alpha)(.)\ b_2(\alpha)]$

untuk $a_1(\alpha)$, $a_2(\alpha)$, $b_1(\alpha)$, dan $b_2(\alpha) \geq 0$,

dan $a_1(\alpha) \leq a_2(\alpha)$, dan $b_1(\alpha) \leq b_2(\alpha)$,

maka $\Gamma_2(\alpha)$ menjadi:

$$\Gamma_2(\alpha) = \frac{[f_{11}(\alpha), f_{31}(\alpha)]}{[1+r_{11}(\alpha), 1+r_{31}(\alpha)]} + \frac{[f_{12}(\alpha), f_{32}(\alpha)]}{[(1+r_{12}(\alpha)).(1+r_{12}(\alpha)), (1+r_{32}(\alpha)).(1+r_{32}(\alpha))]}$$

atau:

$$\Gamma_2(\alpha) = \frac{[f_{11}(\alpha), f_{31}(\alpha)]}{[1+r_{11}(\alpha), 1+r_{31}(\alpha)]} + \frac{[f_{12}(\alpha), f_{32}(\alpha)]}{[(1+r_{12}(\alpha))^2, (1+r_{32}(\alpha))^2]}$$

Sementara untuk t = 3, 4, 5, ... n, maka:

$$\Gamma_n(\alpha) = \sum_{t=1}^{n} \frac{[f_{1t}(\alpha), f_{3t}(\alpha)]}{[(1+r_{1t}(\alpha))^t, (1+r_{3t}(\alpha))^t]}$$

Dalam operasi pembagian (:) antar bilangan fuzzy berlaku:

$A_\alpha(:)\ B_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)](:)[b_1(\alpha), b_2(\alpha)]$

$= [a_1(\alpha)/b_1(\alpha), a_2(\alpha)/b_2(\alpha)]$

untuk $a_1(\alpha)$, $a_2(\alpha)$, $b_1(\alpha)$, dan $b_2(\alpha) \geq 0$,

dan $a_1(\alpha) \leq a_2(\alpha)$, dan $b_1(\alpha) \leq b_2(\alpha)$,

sehingga $\Gamma_n(\alpha)$ menjadi:

$$\Gamma_n(\alpha) = \sum_{t=1}^{n} \left[\frac{f_{1t}(\alpha)}{(1+r_{3t}(\alpha)^t)}, \frac{f_{3t}(\alpha)}{(1+r_{1t}(\alpha)^t} \right]$$

Dari data tingkat diskonto (r_t) dengan harga tetap selama waktu investasi: r_t = (3,0, 26,1, 42,4) untuk t=1,2,3,....23, dan aliran kas bebas seperti terlihat pada Tabel 3, maka, nilai aliran kas bebas yang telah didiskonto, yaitu:

nilai $(f/r)_{1t} = \dfrac{f_{1t}(\alpha)}{(1+r_{3t}(\alpha))^t}$,

nilai $(f/r)_{3t} = \dfrac{f_{3t}(\alpha)}{(1+r_{1t}(\alpha))^t}$,

dan nilai $(f/r)_{2t} = \dfrac{f_{1t}(\alpha)}{(1+r_{3t}(\alpha))^t} = \dfrac{f_{3t}(\alpha)}{(1+r_{1t}(\alpha))^t}$

untuk t = 1 sampai t = 23, dapat ditentukan. Hasilnya terlihat pada Tabel 4.

Table 4. Perhitungan aliran kas bebas yang telah didiskonto selama 23 tahun

Tahun ke (t =)	Diskonto aliran kas bebas (juta USD)		
	$(f/r)_{1t}$	$(f/r)_{2t}$	$(f/r)_{3t}$
1	29,1	38,4	57,7
2	29,6	42,1	73,5
3	25,9	40,8	84,3
4	19,5	34,0	85,0
5	15,1	28,5	85,9
6	11,6	23,9	86,8
7	8,2	19,9	87,7
8	6,1	16,6	88,5
9	6,0	18,4	117,4
10	4,4	15,0	118,1
11	3,2	12,4	118,8
12	2,4	10,3	119,4
13	1,7	8,4	119,4
14	1,2	6,9	119,4
15	0,9	5,6	119,3
16	0,6	4,6	119,3
17	0,5	3,7	119,3
18	0,3	3,1	119,2
19	0,2	2,5	119,2
20	0,2	2,0	119,1
21	0,1	1,7	119,1
22	0,1	1,4	119,1
23	0,1	1,1	119,0
Σ	**167,0**	**341,2**	**2.434,7**

Jumlah aliran kas bebas yang telah didiskonto untuk kondisi rendah, sedang dan tinggi masing-masing adalah: 167,0, 341,2 dan 2434,7 juta USD. Atau dinyatakan dalam bentuk TFN: $\Gamma_n = (167{,}0,\ 341{,}2,\ 2434{,}7)$ juta USD, atau:
$\Gamma_n(\alpha) = [167{,}0 + 174{,}2\alpha,\ 2434{,}7 - 2093{,}5\alpha]$

Penentuan kelayakan

Untuk menentukan kelayakan investasi, maka jumlah aliran kas bebas yang telah didiskonto $\Gamma_n(\alpha)$, kemudian dibandingkan dengan nilai investasi awal ($\Gamma_0(\alpha)$), dengan menggunakan metode:

NPV (Net Present Value)

Untuk:

$\Gamma_n(\alpha) = [167{,}0 + 174{,}2\alpha,\ 2434{,}7 - 2093{,}5\alpha]$

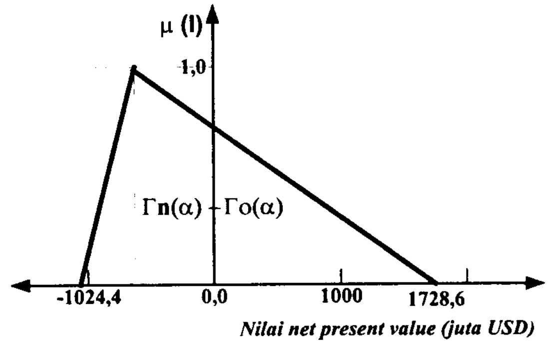
dan:

$\Gamma_0(\alpha) = [706{,}1 + 251{,}6\alpha,\ 1209{,}3 - 251{,}6\alpha]$

maka :

$$\begin{aligned} NPV(\alpha) &= \Gamma_n(\alpha) - \Gamma_0(\alpha) \\ &= [167{,}0 + 174{,}2\alpha,\ 2434{,}7 - 2093{,}5\alpha] \\ &\quad - [706{,}1 + 251{,}6\alpha,\ 1209{,}3 - 251{,}6\alpha] \\ &= [-1042{,}4 + 425{,}8\alpha,\ 1728{,}6 - 2345{,}1\alpha] \end{aligned}$$

$NPV_n = [-1042{,}4,\ -616{,}5,\ 1728{,}6]$



Gambar 5. TFN net present value

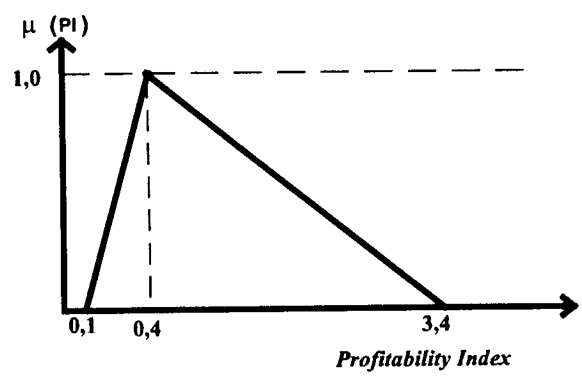
Defuzzyfikasi nilai NPV_n ini dengan metode *center of gravity* menghasilkan NPV = 23,2 juta USD (positif). Karena nilai NPV > 0, maka investasi dianggap layak.

PI (Profitability Index)

$PI(\alpha) = \Gamma_n(\alpha) / \Gamma_0(\alpha)$

$$\begin{aligned} PI(\alpha) &= [167{,}0 + 174{,}2\alpha,\ 2434{,}7 - 2093{,}5\alpha] / \\ &\quad [706{,}1 + 251{,}6\alpha,\ 1209{,}3 - 251{,}6\alpha] \\ &= [0{,}1 + 0{,}3\alpha,\ 3{,}4 + 3{,}0\alpha] \end{aligned}$$

$\mathbf{PI_n = [0{,}1,\ 0{,}4,\ 3{,}4]}$



Gambar 6. TFN nilai profitability index

Defuzzyfikasi nilai PI_n dengan metode *center of gravity* menghasilkan PI = 1,3. Karena nilai PI > 1, maka investasi dianggap layak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Bilangan fuzzy dapat dapat mengakomodasikan iklim usaha dalam rentang pesimis (resesi) sampai optimis (*booming)*, yang tidak bisa dinyatakan dalam metode konvensional.
2. Pembiayaan awal investasi pabrik pulp di Indonesia pada skala produk 500.000 ton/th berada dalam interval 706,1 juta sampai 1209,3 juta USD.
3. Tingkat diskonto atau *required rate of return* berada dalam interval 3,0% sampai 42,4%.

4. Aliran kas bebas untuk kapasitas produksi pulp 500.000 ton/th dengan perbandingan modal sendiri dan pinjaman 1:1, berkisar antara 41,4 juta sampai 59,5 juta USD pada tahun pertama dan 226,7 juta sampai 236,7 juta USD pada tahun ke-23.
5. NPV untuk pabrik pulp kapasitas produksi 500.000 ton/th selama waktu 23 tahun berkisar antara –1024,4 juta sampai 1728,6 juta USD dan termasuk menguntungkan. Tetapi untuk kurun waktu kurang dari 23 maka dianggap kurang layak.
6. PI pabrik pulp 500.000 ton/th berada dalam interval 0,1 sampai 3,4 dan termasuk menguntungkan selama jangka waktu 23 tahun.

Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, maka dalam penentuan interval kepercayaan nilai pembiayaan awal, aliran kas bebas maupun tingkat diskonto perlu juga memperhatikan pendapat para praktisi dan analis investasi dan keuangan.

Pada penentuan nilai pembiayaan awal yang menggunakan regresi linier dan tingkat diskonto yang menggunakan distribusi normal, maka bilangan fuzzy juga lebih baik kalau menggunakan distribusi normal dan bukan TFN.

Sebagai suatu metode, analisis dengan pendekatan fuzzy ini perlu dikaji dan dibuktikan keakuratannya dengan membandingkan terhadap kondisi sebenarnya di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Bierman, Harorld, Jr. dan Seymour Smidt (1984). *The Capital Budgeting Decision of Investment Project.* 4th Edition, New York: Macmillan Publishing, Co., Inc.

Block, Stanley B. dan Geoffrey A. Hirt. (1990). *Foundation of Financial Management.* Illinois: Richard D. Irwin, Inc.

Dysinger, Daniel K (1997). "Capital Budgeting: Forecasting The Future". *Mining Engineering*, Vol. 49, September, Pp. 35-38

Emery, Gary W (1998). *Corporate Finance: Principle & Practice.* Massachusetts: Adidison Wesley,

Ibnusantosa, G. 2000. "Prospek dan Tantangan Pengembangan Industri Pulp dan Kertas Indonesia dalam Era Ekolabeling dan Otonomi Daerah". Dalam *Prosiding Seminar: Prospek dan Tantangan Agribisnis Pulp dan Kertas dalam Era Ekolabeling dan Otonomi Daerah.* Penyunting Sipayung, T. (dkk) Bogor: Pusat Studi Pembangunan – IPB, Pp. 1-28.

Indonesian Pulp And Paper Association (IPPA 1995), *Indonesian Paper Trade Directory 1995*, Jakarta: IPKI-PT Gramedia.

Indonesian Pulp And Paper Association (IPPA 1997), *Indonesian Paper Trade Directory 1997*, Jakarta: IPKI-PT Gramedia.

Kahraman, Cengiz Dan Ziya Ulukan (1997). "Continuous Compounding In Capital Budgeting Using Fuzzy Concept". *Proceedings Of 6th International Fuzzy Sistems Conference*, Barcelona-Spain, July, 1-5. Dalam IEEE, Vol. 3. Pp. 1451-1455.

Kamrad, Bardia (1995). "A Lattice Claims Model for Capital Budgeting". *IEEE Transaction on Engineering Management*, Vol. 42, No. 2, May, Pp. 140-149.

Kaufmann, Arnold dan Madan M. Gupta (1988). *Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science.* Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V.

Kaufmann, Arnold dan Madan M. Gupta (1991). *Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications.* New York: Van Nostrand Reinhold.

Matusek, Heide., Rita Anna Pappems, Mark Lockie dan Jim Kenny (1997). "Record Run Unbroken As Asia Overtakes European Output". Dalam *Pulp And Paper International*, Edisi July.

Mendenhall, Wiliam dan Terry Sincich (1995). *Statistics for Engineering and The Sciences.* New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Pacheco, Roberto, Alejandro Martins, Richardo M. Barcia dan Suresh Khator (1996). "A Hybrid Intelligent Sistem Applied to Financial Statement Analysis". *IEEE*, Vol.

Stapley, Cecil E. dan Russell E. Butner (1994). "The Need for New Investment Planning". *PIMA Magazine*, Vol. 76, August, Pp. 38-42.

Tang, S.L (1996). *Economic Feasibility of Project: Managerial And Engineering Practice*, Singapore: McGraw-Hill Book, Co,

Weston, J. Fred, Scott Besley dan Eugene F. Brigham (1996). *Essentials of Managerial Finance.* 7th Edition. Fort Worth: The Dryden Press.

Zadeh, Lofti A. (1988). "Fuzzy Logic". *IEEE*, April.