

JURNAL SOSIAL-EKONOMI PERTANIAN DAN AGRIBISNIS

ISSN : 1411-7177

SOCA

JOURNAL ON SOCIO-ECONOMICS OF AGRICULTURE AND AGRIBUSINESS

A photograph of a person, likely a farmer, working in a lush green rice field. The person is bent over, possibly weeding or planting, and is wearing a light-colored shirt and dark pants. The field is filled with tall, healthy rice plants, and the background shows more of the same field under bright daylight.

EFISIENSI FAKTOR PRODUKSI DAN DAYA SAING AGRIBISNIS

SOCA VOL. 10 NO. 2 : 115- 238 JULI 2010

JURUSAN/PROGRAM STUDI AGRIBISNIS
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS UDAYANA

Akreditasi: No. 108/Dikti/Kep/2007, Tanggal 23 Agustus 2007

MODEL INVESTASI FUZZY UNTUK ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL USAHA DIVERSIFIKASI INDUSTRI BERBASIS TEBU

SRI MARTINI, SUKARDI, MARIMIN, DAN ANDES ISMAYANA

*Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Institut Pertanian Bogor*

E-mail: srimartini03@yahoo.com

ABSTRACT

Financial analysis is required to prevent the failure of a project when it is implemented. The obstacles and risks of the project implementation that might arise should be minimized. The analysis is complex due to uncertain future situation. Fuzzy approach is one of the methods to examine and handle this uncertainty. This research is aimed to study fuzzy financial feasibility indicators, to arrange fuzzy financial feasibility model, and to apply this model to bioethanol industry as a derivate of sugar cane product. Feasibility indicators of fuzzy investment model studied included NPV Fuzzy, IRR Fuzzy, and B/C Ratio Fuzzy. Raw materials cost, selling price, and interest rate made as fuzzy variables with Triangular Fuzzy Number (TFN) representation. Model feasibility information was categorized into four categories; unfeasible, fairly feasible, feasible, and very feasible. Model validation was conducted by comparing the fuzzy method output with conventional method.

Model verification on bioethanol industry using fuzzy method showed this industry was feasible to be developed based on assumption of 10 years project periods, with Rp 18.910.000.000 NPV; 1.46 B/C ratio; and 25.8% IRR. Calculation using fuzzy method gave different results from conventional method calculation, however it showed on the same trend.

Keywords: bioethanol industry, fuzzy investment model, NPV fuzzy, IRR fuzzy, B/C Ratio fuzzy

ABSTRAK

Analisa finansial diperlukan untuk menghindari kegagalan setelah proyek dilakukan sehingga hambatan dan resiko yang mungkin timbul di masa yang akan datang dapat diminimalkan karena keadaan yang akan datang penuh dengan ketidakpastian. Pendekatan fuzzy merupakan salah satu metode untuk mengkaji ketidakpastian tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji indikator kelayakan finansial fuzzy, menyusun model kelayakan finansial fuzzy dan mengimplementasikan model kelayakan finansial fuzzy pada industri bioethanol sebagai salah satu produk derivat tebu. Fuzzy Investment Model disusun dengan indikator kelayakan yang dikaji adalah NPV fuzzy, IRR fuzzy dan B/C Ratio fuzzy dan harga bahan baku, harga jual, dan suku bunga sebagai variabel yang difuzzikan dengan representasi Triangular Fuzzy Number (TFN). Informasi kelayakan Fuzzy Investment Model dikategorikan dalam 4 kategori yaitu tidak layak, cukup layak, layak, dan sangat layak. Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran metode fuzzy dengan metode konvensional. Hasil verifikasi model pada industri bioethanol dengan menggunakan metode fuzzy menunjukkan bahwa industri ini layak untuk dikembangkan dengan asumsi umur proyek 10 tahun, dengan hasil analisa sebagai berikut: NPV dengan nilai Rp 18.9 milyar, B/C Ratio dengan nilai 1,46 dan IRR dengan nilai 25,8 persen. Pada trend yang searah, hasil penghitungan dengan metode fuzzy berbeda dengan hasil perhitungan dengan metode konvensional.

Kata kunci : industri bioethanol, fuzzy investment model, NPV fuzzy, IRR fuzzy, B/C Ratio Fuzzy

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Industri berbasis tebu memiliki potensi besar untuk dikembangkan karena berbagai macam produknya dibutuhkan di pasaran, sehingga akan lebih baik apabila dilakukan sistematisasi produk-produk olahan dari tebu dan ditentukan produk alternatif yang memiliki nilai kelayakan untuk dikembangkan saat ini.

Salah satu analisa kelayakan yang digunakan untuk mengembangkan hasil olahan tebu dan derivatnya adalah

analisa finansial. Analisa finansial diperlukan untuk menghindari kegagalan setelah proyek dilakukan sehingga hambatan dan resiko yang mungkin timbul di masa yang akan datang dapat diminimalkan karena keadaan yang akan datang penuh dengan ketidakpastian.

Pendekatan analisa finansial didasarkan pada pengukuran analisis ekonomi tentang harga, seperti NPV, IRR, dan *discounted payback period* (DPP). Pengukuran ini juga mempertimbangkan *cash flow* dan manfaat yang dibatasi oleh ketidakcocokan estimasi biaya dan manfaat. Karena itu, pengukuran yang ada tidak bisa dikatakan

memadai untuk menganalisa suatu proyek dengan *cash flow* dan manfaat tanpa batas disebabkan adanya manfaat *intangible* yang tidak mudah dikuantifikasikan, kecenderungan prakiraan biaya yang terlalu rendah sesuai umur proyek, dan kelemahan teknik dalam mengatasi manfaat yang tertunda. Alasan lain adalah tingginya biaya modal, kesulitan menduga manfaat jangka panjang. Karena itu, estimasi manfaat dan biaya tidak bisa deterministik maupun stokastik, melainkan bersifat *fuzzy*, karena ada beberapa elemen yang kabur dalam estimasinya. Ketidaktepatan ini akibat dari kuatnya subyektivitas manusia yang terlibat serta kurang sesuainya pengetahuan dalam pelaksanaan investasi. Jadi teknik konvensional tidak cukup untuk mengevaluasi investasi (Omitaomu dan Badiru, 2007).

Konsep sistem *fuzzy* diperkenalkan oleh Zadeh (1965) untuk mengatasi kekaburan dan ketidaktepatan yang secara umum terjadi pada data nyata. Tidak seperti pendekatan konvensional, pendekatan *fuzzy* memungkinkan data yang digunakan dalam analisis finansial suatu investasi untuk diekspresikan dalam bahasa yang lebih alami yang tidak melibatkan matematika tingkat tinggi.

Pendekatan ini memberikan suatu sistem pemodelan standar dalam istilah parameter-parameternya. Prinsip-prinsipnya didasarkan pada asumsi bahwa informasi menjadi sulit diolah dengan metode konvensional, karenanya dibutuhkan metode lain untuk menyelesaikan masalah ini. Lebih jauh lagi, pendekatan *fuzzy* memungkinkan manipulasi nilai-nilai yang non-eksak sebagai variabel linguistik untuk implementasi komputer (Badiru dan Cheung, 2002).

Fuzzy investment model untuk kelayakan usaha diversifikasi industri berbasis tebu ini menghadirkan pendekatan yang berbeda, dimana ketidakpastian dalam informasi yang ada disatukan dalam proses evaluasi untuk menangkap gambaran yang lebih baik dari alternatif yang ada untuk membuat keputusan yang lebih baik. Selain itu model ini diharapkan dapat menunjang pihak yang terkait dalam proses pengambilan keputusannya.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji indikator kelayakan finansial *fuzzy*, mengembangkan model kelayakan finansial *fuzzy* dan mengimplementasikan model kelayakan finansial *fuzzy* pada industri bioetanol sebagai salah satu produk derivat tebu.

Penelitian Terdahulu

Buckley (1985) merupakan salah satu pionir pengguna dari pendekatan *fuzzy*. Pendekatan ini telah disajikan pula oleh penulis lain seperti Chiu dan Park (1994). Beberapa penelitian sebelumnya yang menjadi acuan dalam penelitian ini diantaranya disajikan dalam Tabel di bawah ini :

Tabel 1. Posisi penelitian yang dilakukan

Peneliti	Topik			Parameter yang difuzzifykan	Fungsi keanggotaan
	NPV Fuzzy	IRR Fuzzy	B/C Ratio Fuzzy		
Buckley (1987)	✓	-	-	Suku Bunga	Trapezoidal
Carlsson (1998)	-	✓	-	Cash Flow	TFN
Chiu & Park (1994)	✓	-	-	Cash Flow	TFN
Kahraman (2001)	-	-	✓	Suku Bunga	TFN
Lesage (2001)	✓	-	-	Suku Bunga, Cash Flow	Trapezoidal
Yao et al (2005)	✓	-	-	Suku Bunga, Cash Flow	Trapezoidal
Banholzer (2005)	✓	✓	-	Cash Flow	TFN
Sanches (2005)	✓	-	-	Cash Flow	Trapezoidal
Penelitian ini	✓	✓	✓	Harga Bahan Baku, Harga Jual, Suku Bunga	TFN

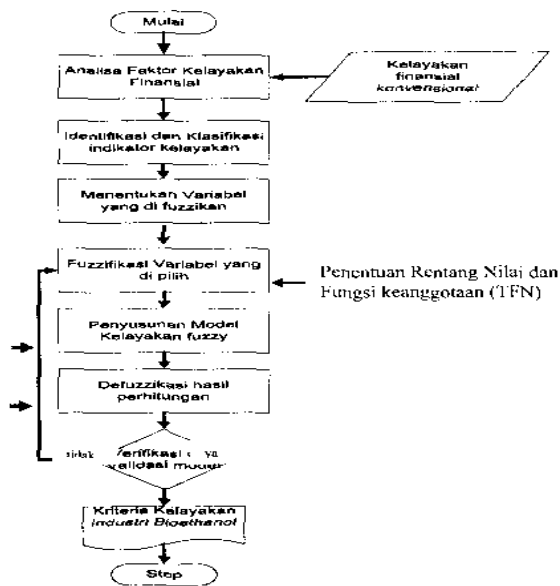
Fuzzy investment model dilakukan dengan variabel yang difuzzifykan adalah harga bahan baku, harga jual, dan suku bunga. Harga bahan baku dan harga jual merupakan variabel yang mempengaruhi cash flow dimana variabel tersebut merupakan inputan yang terdiri dari tiga nilai yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Dengan inputan yang bersifat *fuzzy* tersebut, maka cash flow yang dihasilkan juga *fuzzy*. Hal ini berbeda dengan penelitian yang terdapat dalam literatur, dimana variabel cash flow langsung difuzzifykan tanpa memfuzzifykan variabel lain sebagai inputan.

METODOLOGI

Fuzzy Investment Model Untuk Kelayakan Usaha Diversifikasi Industri Berbasis Tebu merupakan suatu model yang dikembangkan untuk mengatasi kondisi yang tidak pasti dalam analisa finansial. Model ini diharapkan dapat menunjang pihak yang terkait dalam proses pengambilan keputusannya. Kerangka pemikiran penelitian disajikan pada Gambar 1.

Tata Laksana

1. Jenis data
Jenis data yang digunakan adalah data sekunder
2. Pengumpulan data
Pengumpulan data dilakukan dengan studi pustaka dan analisa terhadap data sekunder yang diperoleh dari PT. PG Rajawali II unit PG Jatitujuh, hasil penelitian, jurnal, dan literatur lainnya.
3. Pengembangan model dan analisis finansial *fuzzy*
 - a. Pengkajian indikator kelayakan
Indikator kelayakan yang dikaji meliputi *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), *net benefit cost ratio* (Net B/C).
 - b. Menentukan variabel yang difuzzifykan
Penentuan variabel kelayakan dilakukan dengan studi pustaka. Variabel tersebut adalah biaya bahan baku, harga jual produk, tingkat suku bunga (*discount rate*).
 - c. Fuzzifikasi variabel yang dipilih
Fuzzifikasi dilakukan dengan menetapkan fungsi keanggotaan, menetapkan level untuk tiap-tiap



Gambar 1. Kerangka pemikiran analisis finansial fuzzy.

faktor; menetapkan batas bawah untuk jumlah level terendah dan batas atas untuk level tertinggi dan menetapkan batas bawah selisih antar level dalam setiap faktor. Fungsi keanggotaan fuzzy yang digunakan untuk fuzzifikasi variabel adalah *triangular fuzzy number* (TFN).

- d. Pengembangan model perhitungan fuzzy
Pengembangan model dilakukan dengan memanfaatkan program aplikasi MATLAB 6.5.
- e. Defuzzifikasi hasil perhitungan
Defuzzifikasi merupakan suatu proses perubahan *output fuzzy* ke *output* yang bernilai tunggal. Defuzzifikasi yang digunakan adalah metode CENTROID.
- f. Implementasi
Pada tahap implementasi rancangan model diimplementasikan dalam bentuk program komputer menggunakan Matlab dan Delphi sebagai perangkat lunak untuk user interface.
- g. Verifikasi dan validasi model

Verifikasi model dilakukan dengan menggunakan data aktual untuk mengetahui apakah model tersebut cukup layak untuk digunakan dan memenuhi kriteria yang telah ditetapkan. Validasi dilakukan dalam menilai kesahihan *fuzzy investment model* adalah menggunakan teknik *comparison to other model* yaitu dengan membandingkan berbagai hasil (keluaran) model yang sedang divalidasi dengan hasil model lain yang terbukti valid (Sargent 1998).

Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan data dilakukan di PT. PG Rajawali II unit PG Jatitujuh dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Teknik dan Manajemen Industri, Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas

Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilaksanakan selama 8 bulan.

ANALISA FAKTOR KELAYAKAN FINANSIAL

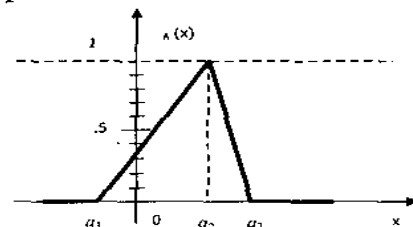
Pada penelitian ini dikaji tiga indikator kelayakan yaitu *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), *benefit/cost ratio* (B/C R). Indikator yang digunakan dalam analisis finansial mengandung variabel yang bersifat tidak pasti. Ketidakpastian dalam analisis finansial ini bisa akibat penyederhanaan yang tak terhindari dalam proses pemodelan, pengetahuan yang tidak utuh terhadap fungsionalitas, faktor-faktor di luar kontrol sebagai hasil interaksi antara stakeholder, bias-bias operasional, serta kesalahan-kesalahan kecil lainnya.

Karena itu, ketidakpastian indikator di dalam analisa finansial pendirian pabrik terjadi karena kekaburan satu faktor yang saling mempengaruhi. Indikator-indikator yang kabur tersebut mempengaruhi hasil keputusan apakah suatu investasi layak atau tidak untuk dikerjakan. Ketidakpastian tersebut dipengaruhi oleh variabel-variabel yang tidak pasti antara lain tingkat suku bunga, *cash flow*, harga bahan baku dan harga jual.

Fuzzifikasi Variabel yang Dipilih

Fuzzifikasi dilakukan dengan penetapan fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya sering juga disebut dengan derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 dan 1 (Kusumadewi 2002).

Pada penelitian ini, representasi bilangan *triangular fuzzy number* (TFN) dengan tiga parameter digunakan untuk merepresentasikan tiga nilai yang mungkin dari suku bunga, harga bahan baku dan harga jual produk. Sebuah bilangan fuzzy segitiga x dapat diwakili oleh (a_1, a_2, a_3) dimana $a_1 \leq a_2 \leq a_3$. Representasi TFN disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2. Triangular fuzzy number (TFN) $A = (a_1, a_2, a_3)$.

Penetapan Fungsi Keanggotaan Suku Bunga

Tingkat suku bunga (*discount rate/required rate of return/cost of capital*) merupakan suatu nilai untuk menentukan berapa besarnya tingkat pengembalian suatu investasi. Nilai ini dipengaruhi oleh nilai suku bunga (perbankan, obligasi, SBI dan lainnya), baik suku bunga simpanan maupun pinjaman. Suku bunga dapat

diklasifikasikan dalam rendah, sedang, tinggi. Dimana rendah mempunyai rentang 1% sampai 17%, sedang 15% sampai 22% dan tinggi nilai 20% sampai 50%. Interval keanggotaan suku bunga untuk masing-masing kategori dengan menggunakan angka fuzzy dengan TFN disajikan pada Tabel 2.

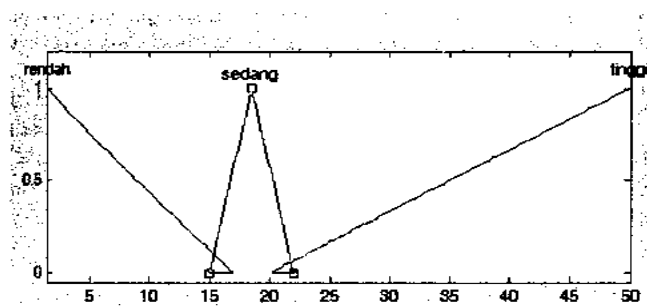
Tabel 2. Himpunan fuzzy untuk suku bunga dengan TFN

Klasifikasi	Representasi		Fuzzifikasi		
	Natural	Ordinal	Rentang	TFN	
Tinggi	T	3	50	50	(20;50;50)
			20	50	
			22	20	
Sedang	S	2	22	22	(15;18.5;22)
			15	18.5	
			17	15	
Rendah	R	1	17	17	(1;1;17)
			1	1	
			1	1	

Keterangan : T = Tinggi, S = Sedang, R = Rendah

Penetapan Fungsi Keanggotaan Harga Bahan Baku

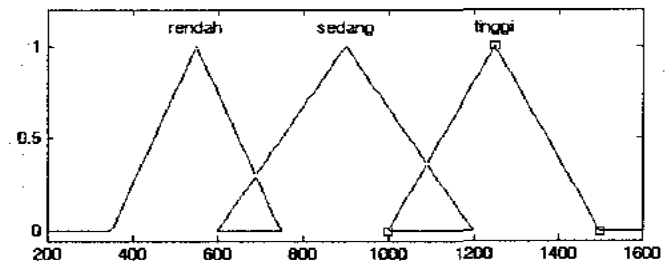
Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan harga molases dari tahun 2003 sampai tahun 2006 cenderung sama yaitu Rp 600/kg. Data tersebut dijadikan sebagai dasar dalam penetapan rentang nilai harga bahan baku. Rentang nilai yang digunakan adalah rendah, sedang, tinggi. Dimana, rendah mempunyai rentang nilai dengan asumsi 350 sampai 750, sedang 600 sampai 1200 dan tinggi 1000 sampai 1500. Dengan representasi menggunakan TFN segitiga sama kaki diperoleh nilai yang mungkin untuk rendah (350, 550, 750), sedang (600, 900, 1200) dan tinggi (1000, 1250, 1500). Secara grafis TFN untuk harga bahan baku disajikan pada Gambar 4. Secara grafis TFN untuk suku bunga disajikan pada Gambar 3.



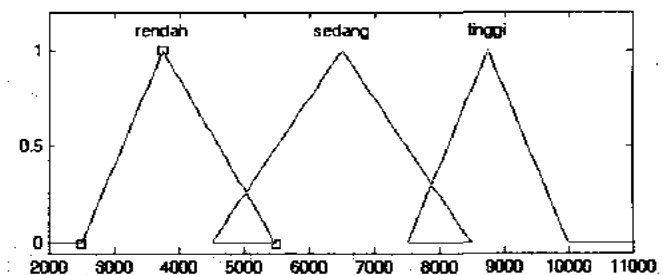
Gambar 3. TFN suku bunga

Penetapan Fungsi Keanggotaan Harga Jual Produk

Penetapan rentang nilai harga jual ditentukan berdasarkan data masa lalu. Rentang yang digunakan adalah rendah, sedang, dan tinggi. Dimana rendah mempunyai rentang nilai dengan asumsi 2500 sampai 5500, sedang 4500 sampai 8500 dan tinggi 7500 sampai 10000. Dengan representasi menggunakan TFN segitiga sama kaki diperoleh nilai yang mungkin untuk rendah adalah 2500, 4000, 5500, sedang 4500, 6500, 8500, dan tinggi 7500, 8750, 10000. Secara grafis TFN untuk harga jual produk disajikan pada Gambar 5.



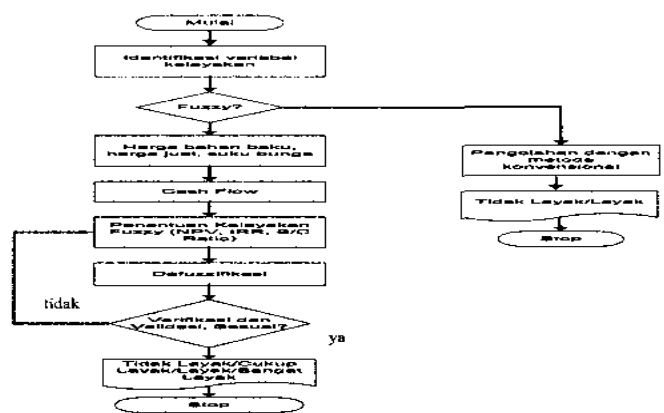
Gambar 4. TFN harga bahan baku



Gambar 5. TFN harga jual produk

PENGEMBANGAN FUZZY INVESTMENT MODEL

Fuzzy investment model digunakan untuk mengukur kelayakan dari industri bioetanol. Kelayakan diukur berdasarkan parameter NPV, IRR, B/C Ratio. Diagram alir model Kelayakan finansial disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir fuzzy investment model. Gambar 6. Diagram alir fuzzy investment model.

Net Present Value (NPV) Fuzzy

NPV dari aliran kas didefinisikan sebagai jumlah dari alur *cash flow* dari tahun ke nol dengan tingkat suku bunga i . Formulasi global NPV sebuah *fuzzy cash flow* yang hanya ada dalam *cash flow* periodik dan *discount rate* diperlakukan sebagai bilangan fuzzy oleh Chiu dan Park (1994) sebagai berikut:

$$PV_i = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{\prod_{x=0}^t (1+r_x)}$$

dimana i melambangkan tiga parameter sebuah periode yang dibatasi oleh TFN. $PV_i = (a_i, b_i, c_i)$ dengan $i = 1, 2, 3$. Tiap hasil PV adalah sebuah TFN dengan tiga nilai yaitu

$$PV_1 = (a_1, b_1, c_1)$$

$$PV_2 = (a_2, b_2, c_2)$$

$$PV_3 = (a_3, b_3, c_3)$$

sehingga NPV *fuzzy* seperti yang pernah disampaikan oleh Chiu dan Park (1994), dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$PV_i = \left[\begin{array}{l} \sum_{t=0}^n \left(\frac{\max\{f_{t0}, 0\}}{\prod_{x=0}^t (1+r_{x0})} + \frac{\min\{f_{t0}, 0\}}{\prod_{x=0}^t (1+r_{x0})} \right) \\ \sum_{t=0}^n \frac{f_{t1}}{\prod_{x=0}^t (1+r_{x1})} \\ \sum_{t=0}^n \left(\frac{\max\{f_{t2}, 0\}}{\prod_{x=0}^t (1+r_{x0})} + \frac{\min\{f_{t2}, 0\}}{\prod_{x=0}^t (1+r_{x2})} \right) \end{array} \right]$$

Benefit/ Cost Ratio (B/C Ratio) Fuzzy

B/C Rasio membandingkan antara manfaat yang diperoleh dari proyek terhadap biaya dari proyek. Dalam hal ini, merupakan selisih antara nilai pendapatan sekarang dengan biaya pada nilai sekarang. Penentuan B/C rasio dapat digambarkan sebagai perbandingan nilai keuntungan (*benefit*) terhadap nilai biaya (*cost*). Analisis B/C dapat digunakan untuk menganalisa teknik lain seperti analisis *present value* (PV), *future value* (FV) dan *rate of return* (ROR). Dalam penelitian ini metode perhitungan B/C rasio menggunakan metode yang dikembangkan oleh Kahraman (2001). Model tersebut merupakan hasil pengembangan dari metode sebelumnya yaitu:

$$B/C = \left(\frac{\sum_{t=0}^n B_t^i (1+r^i)^{-t}}{\sum_{t=0}^n C_t^i (1+r^i)^{-t}} \right) p \quad 1$$

Internal Rate of Return (IRR) Fuzzy

Seperti NPV, IRR juga bersifat tidak pasti karena dipengaruhi oleh tingkat suku bunga. IRR menunjukkan seberapa besar tingkat (*rate*) pengembalian suatu investasi. Dalam penelitian ini IRR dihitung dengan menggunakan rumus :

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

Dimana IRR = *internal rate of return*, jika $IRR < \text{dari } r$ maka proyek dinyatakan tidak layak.

IRR dihitung berdasarkan aliran kas. Dari aliran kas yang diklasifikasi dalam representasi TFN, maka didapat tiga nilai IRR yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Untuk memperoleh nilai *crisp* dilakukan defuzzifikasi dengan menggunakan *centroid*.

Output Fuzzy Investment Model

Kriteria kelayakan diklasifikasikan dalam empat kriteria yaitu tidak layak, agak layak, layak, dan sangat layak. Di mana, masing-masing kriteria mempunyai rentang nilai (Tabel 3):

Rentang nilai dalam kriteria kelayakan merupakan parameter model yang nilainya tergantung dari jenis industri, lokasi, dan waktu analisis dilakukan. Jika terjadi perbedaan output kelayakan, misalkan nilai IRR menunjukkan sangat layak, B/C ratio menunjukkan cukup layak dan NPV menunjukkan layak maka untuk menentukan kriteria kelayakannya menggunakan Metode Bayes.

Dalam metode bayes, kriteria diberi bobot yang jika dijumlahkan sama dengan 1. NPV, IRR dan B/C Ratio merupakan indikator yang digunakan dalam metode bayes, yang masing-masing memiliki bobot 0,4 untuk NPV, 0,3 untuk IRR dan 0,3 untuk B/C Ratio. Kriteria kelayakan yang terdiri dari cukup layak, layak, dan sangat layak dikonversi menjadi nilai skala 1 sampai 3. Skala kelayakan yang digunakan adalah 1 untuk cukup layak, 2 untuk layak, dan 3 untuk sangat layak.

Tabel 3. Kriteria kelayakan fuzzy investment model

Indikator	Kriteria			
	Tidak Layak	Cukup Layak	Layak	Sangat Layak
NPV	< 0	$0 < NPV \leq 10\% * \text{investasi}$	$8\% * \text{investasi} < NPV \leq 17\% * \text{investasi}$	$NPV > 15\% * \text{investasi}$
IRR	$< r$	$r \leq IRR \leq 6\% + r$	$4\% + r \leq IRR \leq 15\% + r$	$IRR \geq r + 12\%$
B/C Ratio	< 1	$1 < B/C \leq 1,3$	$1,25 < B/C \leq 1,75$	$B/C > 1,6$

Jika hasil kelayakan menunjukkan nilai IRR sangat layak, B/C ratio menunjukkan cukup layak dan NPV menunjukkan layak, maka hasil kelayakan yang diolah dengan menggunakan bayes adalah 2, maka kriteria untuk kelayakan diatas masuk ke dalam kriteria layak.

Apabila model ini akan digunakan untuk menganalisa industri lain yang perlu diperhatikan adalah penentuan asumsi yang digunakan serta penentuan rentang nilai, baik itu rentang untuk harga bahan baku, harga jual dan suku bunga harus disesuaikan dengan harga yang berlaku di industri yang bersangkutan.

VERIFIKASI DAN VALIDASI MODEL

Verifikasi *fuzzy investment model* dilakukan untuk memastikan bahwa pemrograman komputer dan implementasi model sudah benar. Verifikasi dilakukan dengan menggunakan parameter berpengaruh tinggi yaitu harga bahan baku, harga jual, dan tingkat suku bunga. Data yang digunakan untuk verifikasi merupakan data sekunder yang berasal dari PG Rajawali II.

Validasi digunakan untuk menilai kesesuaian *fuzzy investment model* dengan parameter yang telah ditetapkan dalam penelitian. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran *fuzzy investment model* dengan hasil perhitungan analisis kelayakan metode konvensional. Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa model dapat diterima pada kondisi nyata.

NPV Fuzzy

NPV dihitung berdasarkan *cash flow*. Selanjutnya *cash flow* difuzzifikasi dengan menggunakan fungsi keanggotaan *triangular fuzzy number (TFN)*. Dengan menggunakan persamaan 3, maka di peroleh nilai tiga nilai untuk $n1 = (-75,3; -45,1; -1,7)$, $n2 = (-33,8; 9,8; 78)$ dan $n3 = (-8; 47,5; 139,4)$. Selanjutnya nilai $n1$ difuzzifikasi dengan menggunakan metode *centroid* menghasilkan -40,7 milyar, $n2 = 17,6$ milyar dan $n3 = 58,9$ milyar. Untuk mendapatkan nilai *crisp* maka nilai $n1$, $n2$ dan $n3$ difuzzifikasi dengan metode *centroid* menghasilkan 18,9 milyar. Dengan demikian nilai NPV fuzzy yang dihasilkan adalah Rp 18.910.000.000. Nilai NPV menunjukkan $>8\% - \leq 17\% \times \text{investasi (Rp 126.860.000.000)}$ menunjukkan bahwa industri *bioetanol* layak untuk didirikan.

Perhitungan *net present value (NPV)* untuk industri *bioetanol* dengan metode konvensional sebesar Rp 61.307.178.000. Nilai ini berbeda dengan nilai yang dihasilkan dengan metode fuzzy (Rp 18.910.000.000). Hasil perhitungan NPV dengan pendekatan fuzzy menunjukkan nilai NPV yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan pendekatan NPV konvensional. Hal ini akan mengurangi tingkat resiko dari suatu proyek karena terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengolahan pendekatan konvensional dengan pendekatan fuzzy.

B/C Ratio Fuzzy

B/C ratio dihitung berdasarkan nilai *present value* di bagi dengan biaya. Nilai *present value* diperoleh dari kas bersih dikalikan dengan suku bunga. Suku bunga merupakan nilai inputan yang terdiri dari tiga nilai (rendah, sedang, tinggi).

Dari nilai *present value* tersebut kemudian dihitung nilai B/C Ratio dengan menggunakan persamaan 4 dan menghasilkan B/C ratio rendah 1,21, sedang 1,37 dan tinggi 1,78. Selanjutnya untuk memperoleh nilai tunggal dilakukan defuzzifikasi dengan menggunakan metode *centroid* menghasilkan 1,46. B/C Ratio yang diolah dengan metode fuzzy untuk proyek pendirian industri

Bioetanol/Biofuel sebesar 1,46. Kriteria ini menunjukkan proyek layak untuk dijalankan karena nilainya ($> 1,25$ sampai $\geq 1,75$.)

Dengan metode konvensional B/C Ratio untuk proyek pendirian industri *bioetanol/biofuel* sebesar 1,48. Nilai tersebut sedikit berbeda dengan hasil yang diperoleh dengan pendekatan fuzzy. Dengan pendekatan fuzzy, B/C Ratio yang diperoleh 1,46. Seperti halnya NPV fuzzy, B/C Ratio fuzzy juga menghasilkan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan metode konvensional, hal ini menunjukkan penggunaan bilangan fuzzy memberikan rentang lebih luas untuk mengisi kekaburan atau ketidakpastian.

IRR Fuzzy

IRR fuzzy dihitung dari arus kas bersih. Arus kas bersih diklasifikasikan dalam range rendah, sedang, dan tinggi. Dari arus kas tersebut dihitung nilai IRR dengan persamaan 5. Hasil perhitungan didapatkan nilai IRR rendah sebesar 19,8%, sedang 24,6%, dan tinggi 33,0%. Langkah selanjutnya dilakukan defuzzifikasi dengan metode *centroid* menghasilkan 25,8%. Dengan demikian IRR yang diperoleh dengan pendekatan fuzzy adalah 25,9%. Berdasarkan kriteria kelayakan yang disajikan pada Tabel 2, maka nilai tersebut menunjukkan bahwa proyek layak untuk dijalankan karena memiliki nilai lebih besar dari asumsi suku bunga bank.

Nilai IRR dengan pendekatan konvensional menghasilkan 24,7%. Nilai ini sedikit berbeda dengan nilai IRR yang diperoleh dengan pendekatan fuzzy (25,8%). Hasil perhitungan IRR dengan pendekatan fuzzy menunjukkan nilai IRR yang lebih besar dibandingkan hasil perhitungan dengan pendekatan konvensional.

Analisa Sensitifitas

Analisis sensitifitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana unsur-unsur dalam aspek finansial ekonomi berpengaruh terhadap keputusan yang dipilih. Analisis sensitifitas dalam penelitian ini dilakukan terhadap dua parameter, yaitu kenaikan harga bahan baku dan penurunan harga jual. Hasil analisis sensitifitas menunjukkan bahwa toleransi kenaikan harga bahan baku sebesar 15% dan penurunan harga jual sebesar 5%. Kenaikan dan penurunan yang lebih dari angka tersebut akan menyebabkan kriteria investasi menunjukkan proyek tidak layak.

Analisis sensitifitas dengan pendekatan konvensional menunjukkan bahwa toleransi kenaikan harga bahan baku sebesar 38,99% dan penurunan harga jual sebesar 15,04%. Hasil analisis sensitifitas dengan pendekatan fuzzy memberikan toleransi yang lebih kecil dibandingkan dengan pendekatan konvensional, hal ini menunjukkan bahwa pendekatan fuzzy lebih sensitif terhadap perubahan harga jual dan harga bahan baku.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Hasil penelitian *fuzzy investment model* untuk kelayakan usaha diversifikasi industri berbasis tebu dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Indikator yang dikaji meliputi NPV, IRR, dan B/C Ratio. Model NPV fuzzy yang disusun dari penjumlahan *present value maximum* dan minimum dibagi dengan hasil perkalian dari suku bunga setiap periode (persamaan 3). Model B/C Ratio fuzzy disusun dari tiga nilai *present value fuzzy* (keuntungan) yang diperoleh dibagi dengan dengan biaya/cost yang dikeluarkan selama investasi (persamaan 4). Model IRR fuzzy diperoleh dari kas bersih dengan representasi *triangular fuzzy number* (TFN) (persamaan 5).
2. Hasil analisa dengan menggunakan metode fuzzy menunjukan bahwa industri ini layak untuk dikembangkan dengan asumsi umur proyek 10 tahun, hasil analisa sebagai berikut: NPV dengan nilai Rp 18.910.000.000, B/C Ratio dengan nilai 1,46, dan IRR dengan nilai 25,8%.
3. Model fuzzy investment diimplementasikan pada industri bioetanol. Model kelayakan finansial industri *biofuel/bioetanol*. Hasil perhitungan dengan pendekatan fuzzy menunjukkan nilai yang berbeda dengan nilai hasil pengolahan menggunakan pendekatan konvensional karena adanya variasi input terhadap harga bahan baku, harga jual, dan suku bunga.

4. Pendekatan fuzzy dapat mengurangi tingkat resiko dalam pengambilan keputusan suatu proyek karena output kelayakan disajikan dalam rentang cukup layak, layak, sangat layak atau tidak layak.

Saran

1. Perlu dilakukan fuzzifikasi dengan fungsi keanggotaan selain *triangular fuzzy number* (TFN) seperti trapezoidal dan gaussian.
2. Perlu pengkajian yang lebih mendalam baik rentang, representasi fungsi (rendah, sedang, tinggi) pada setiap indikator yang dikaji (suku bunga, harga bahan baku, harga jual).

DAFTAR PUSTAKA

- Banholzer IEG, Sanches AL, Pamplona EO, Montevechi JAB. 2004. *An Interpretation For The Internal Rate of Return Through Fuzzy Calculation*. Brazil: Universidade Federal de Itajuba.
- Badiru AB, Cheng JY. 2002. *Fuzzy Engineering Expert System With Neural Network Applications*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Carlsson C, Futtler R. 1998. On Fuzzy Internal Rate of Return. Turku Centre for Computer Science. *TUCS Technical Report* No. 211.
- Chiu CY, Park CS. 1994. Fuzzy Cash Flow Analysis Using Present worth Criterion. *The Engineering Economist* 39 (2):113-138.
- Kahraman C. 2001. Fuzzy Versus Probabilistic Benefit/Cost Ratio Analysis For Public Work Project. *Int. J App Math Comput. Sci* 11 (3):705-718.
- Kusumadewi S, Purnomo H. 2002. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Penunjang Keputusan*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Omitaomu OA, Badiru AB. 2007. Fuzzy Present Value Analysis Model for Evaluation System Projects. *The Engineering Economist* 52: 157-178.
- Sargent RG. 1998. Verification and Validation of Simulation Models. *Proceeding of the 1998 Winter Simulation Conference* 121-130.