

EVALUASI KELAYAKAN NILAI DAN RESIKO BISNIS INVESTASI TEKNOLOGI INFORMASI MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Wijang Widhiarso¹, Sri Hartati²

¹Program Studi Teknik Informatika STMIK MDP Palembang

²Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

E-mail: wijang@stmik-mdp.net, shartati@ugm.ac.id

ABSTRAKS

Beragam metode yang dipergunakan untuk menganalisis kelayakan suatu investasi TI. Paper ini akan menyajikan bagaimana melakukan analisis kelayakan investasi TI menggunakan metode information economic pada sisi business domain *values and risks* dengan memanfaatkan lima faktor penilaian yang ada di domain ini. Kelima faktor dalam domain ini sebenarnya nilai 'kepastian' sudah ditetapkan dan dapat dilakukan pengujian dan analisis. Hanya saja penulis ingin melihat seberapa jauh logika fuzzy dapat memberikan hasil yang lebih baik karena pada domain *Project Or Organizational Risk* ada penilaian yang akan menyebabkan hasil dari setiap evaluasi menjadi sangat kecil perbedaannya.

Keuntungan menggunakan logika fuzzy adalah nilai yang lebih rigid dapat dihasilkan oleh system ini. Ini akan sangat membantu jika terdapat hasil evaluasi yang memiliki nilai perbedaan yang sangat tipis.

Kata kunci : *Information economics, business domain values and risks, logika fuzzy.*

1. PENDAHULUAN

Investasi TI yang menyedot anggaran cukup besar, memiliki konsekuensi berupa resiko yang tinggi, tingkat ketidakpastian dan nilai pengembalian yang tinggi, sudah sepatutnya dibarengi dengan evaluasi. Beragam metode bisa digunakan untuk mengevaluasi hasil investasi dan implementasi TI.

Beberapa alasan mengapa evaluasi perlu dilakukan antara lain untuk mengukur tingkat keselarasan antara TI dengan bisnis, tingkat kualitas layanan, pengembangan TI ke depan, menghindari kegagalan proyek hingga penurunan resiko perusahaan (*business risks*). Keputusan melakukan investasi TI adalah proses yang kompleks serta melibatkan beragam faktor dan tidak sepenuhnya berhubungan linier antara faktor-faktor yang berpengaruh dan hasil pengukuran.

Jie [7] menyatakan ada bahwa ada dua tipe proyek TI yakni *purchased project and developing project*. Pada *purchased project* perangkat lunak, perangkat lunak maupun layanan dipenuhi dengan membeli dari pihak ketiga. Sedangkan pada *developing project* pemenuhan kebutuhan TI bagi perusahaan implementasinya dilakukan secara bertahap sesuai dengan periode dan jadwal implementasi. Evaluasi ekonomi untuk masing-masing tipe proyek dilakukan dengan menggunakan metode *stochastic dynamic programming*. Hasilnya bahwa untuk beberapa praktek dalam proyek TI, evaluasi ekonomi menggunakan *stochastic dynamic programming* berhasil dengan baik walaupun beberapa fitur dalam proyek TI tidak selalu aktual

dengan asumsi awal model finansial dalam hal ini masalah harga.

Hallikainen [6] menyatakan bahwa evaluasi Investasi TI dilakukan karena investasi TI memiliki karakteristik unik terutama dari sisi biaya, manfaat dan resiko.

Murphy[8] menyatakan bahwa dari sisi biaya, evaluasi investasi TI menggunakan pendekatan finansial yakni salah satu metode pengukuran dengan menggunakan *Cost Benefit Analysis (CBA)* yang menganalisis manfaat nyata (*tangible benefit*) dan menghasilkan *Return on Investment (ROI)* sebagai output. Metode CBA mampu juga menyertakan evaluasi terhadap manfaat tidak berwujud seperti misalnya kepuasan pelanggan.

Evaluasi terhadap resiko investasi proyek TI dalam beberapa penelitian banyak menjadi titik berat dalam mengevaluasi kelayakan investasi. Hal ini dapat dimaklumi karena jika resiko dapat diidentifikasi maka prediksi kegagalan proyek dapat diketahui lebih awal yang juga berdampak terhadap biaya. Untuk mengevaluasi manfaat investasi TI Wen [9] membedakan dalam dua kelompok yakni manfaat berwujud dan manfaat tidak berwujud. Evaluasi untuk manfaat berwujud dilakukan dengan metode *Return On Investment (ROI)*, *Cost Benefit Analysis (CBA)*, *Return On Management (REM)*, *Information Economics (IE)*. Untuk manfaat tidak berwujud dilakukan dengan *Multi Objective Multi Criteria (MOMC)*, *Value Analysis (VA)*, *Critical Success Factors (CSF)*.

Metode lain yang dilakukan untuk mengukur manfaat investasi TI adalah menggunakan pendekatan finansial yakni salah satu metode pengukuran dengan menggunakan *cost benefit*

analysis yang menganalisis manfaat nyata (*tangible benefit*) dan menghasilkan *Return on Investment* (ROI) sebagai output. Sedangkan pendekatan non finansial yakni mengkaji manfaat-manfaat yang bersifat *intangible* seperti peningkatan *brands* perusahaan, motivasi dan lain-lain dari sisi domain bisnis dan domain teknologi. Dari hasil kedua pendekatan tersebut dapat dihasilkan 'karakteristik' dari setiap proyek TI yang akan diimplementasikan. (Parker, 1988).

Tulisan ini akan membahas bagaimana melakukan evaluasi kelayakan investasi proyek TI menggunakan metode *information economics* dengan melakukan evaluasi dari sisi *business domain values and risks* yang memiliki *5 Business Domain Factor*. Untuk memodelkan evaluasi dari sisi *business domain values and risks*, penulis menggunakan metode dengan pemodelan logika fuzzy model mamdani.

Hasil pemodelan ini penulis akan mengimplementasinya untuk evaluasi kelayakan proyek pemerintah sesuai dengan Keppres 80 tahun 2003, terutama untuk melengkapi evaluasi teknis.

Information economics

Information economic adalah metode yang digunakan untuk mengkuantifikasi biaya dan manfaat dari implementasi suatu teknologi informasi pada suatu organisasi yang dihubungkan dengan peningkatan nilai bisnis serta dampaknya bagi strategi perusahaan secara keseluruhan.

Information economic digunakan juga dalam proses pembuatan keputusan. Setiap usulan investasi seperti *programmer*, aplikasi, *hardware* harus dijustifikasi, karakteristik yang berbeda atau unik terhadap nilai (*value*), biaya (*cost*) dan resiko (*risk*). Alternatif penyediaan sumber daya investasi dapat dilakukan dengan melakukan pengembangan sendiri (*inhouse*) maupun diserahkan kepada pihak lain (*outsourc*).

Ada tiga domain utama yang diukur pada saat melakukan evaluasi yakni:

1. *ROI (Return On Investment) Measurement*
2. *Business Domain Assessment*
3. *Technology Domain Assessment*

Untuk *business domain assessment* sendiri ada lima faktor yang akan dievaluasi yaitu:

1. *Strategic Match*,
2. *Competitive Advantage*
3. *Management Information*
4. *Competitive Response*
5. *Project or Organizational Risk*.

Penilaian untuk setiap faktor dapat dilihat pada tabel 1,2,3,4 dan tabel 5 dibawah ini.

Tabel 1 Strategic Match Worksheet
Skor (0 – 5)

0	Proyek tidak memiliki hubungan langsung atau tidak
---	--

	langsung dengan hasil yang diperoleh dari tujuan-tujuan strategis perusahaan.
1	Proyek tidak memiliki hubungan langsung atau tidak langsung dengan beberapa tujuan, tetapi hasil dari proyek akan meningkatkan efisiensi operasional.
2	Proyek tidak memiliki hubungan langsung atau tidak langsung dengan beberapa tujuan, tetapi proyek menjadi syarat system atau system lain yang mencapai <i>sebagian</i> tujuan startegis perusahaan.
3	Proyek tidak memiliki hubungan langsung atau tidak langsung dengan beberapa tujuan, tetapi proyek menjadi syarat system atau system lain yang mencapai tujuan startegis perusahaan
4	Proyek secara langsung mencapai <i>sebagian</i> dari tujuan startegis perusahaan.
5	Proyek secara langsung mencapai tujuan startegis perusahaan.

Tabel 2 Competitive Advantage Worksheet

Skor (0 – 5)

0	Proyek tidak menciptakan akses atau pertukaran data antara perusahaan dengan konsumennya, pemasoknya dan unit-unit pendukung.
1	Proyek tidak menciptakan akses atau pertukaran data ke level diatasnya, tetapi meningkatkan posisi bersaing perusahaan yang meningkatkan efisiensi operasional yang menopang kemampuan bersaing.
2	Proyek tidak menciptakan akses atau pertukaran data ke level diatasnya, tetapi meningkatkan posisi bersaing perusahaan yang meningkatkan efisiensi operasional di area strategi kunci (penting).
3	Proyek menyediakan beberapa tingkat akses data keluar atau pertukaran data dan tidak berlebihan (moderat) meningkatkan posisi bersaing perusahaan.
4	Proyek menyediakan tingkat akses data keluar atau pertukaran data yang moderat dan penting dalam meningkatkan posisi bersaing perusahaan dengan menyediakan level layanan yang sebagian besar dimiliki oleh kompetitor.
5	Proyek menyediakan tingkat akses data keluar atau pertukaran data tingkat <i>tinggi</i> dan secara luas meningkatkan posisi bersaing perusahaan dengan menyediakan level layanan yang <i>tidak dapat disamai</i> oleh kompetitor.

Tabel 3 Management Information Worksheet

Skor (0 – 5)

0	Proyek tidak berhubungan dengan dukungan informasi manajemen dari aktifitas inti. (MISCA = <i>Management Information System Activities</i>)
1	Proyek tidak berhubungan dengan MISCA, tetapi menyediakan sejumlah data pada fungsi yang menopang aktifitas utama yang ada di perusahaan.
2	Proyek tidak berhubungan dengan MISCA, tetapi menyediakan informasi pada fungsi yang secara langsung mendukung aktifitas inti.
3	Proyek tidak berhubungan dengan MISCA, tetapi menyediakan informasi penting pada fungsi yang diidentifikasi sebagai aktifitas inti. Dengan demikian informasi memiliki peranan operasional.
4	Proyek adalah penting untuk menyediakan MISCA di masa mendatang.
5	Proyek adalah penting untuk menyediakan MISCA pada periode ini.

Tabel 4 Competitive Response Worksheet

Skor (0 – 5)

0	Proyek dapat ditunda paling sedikit 12 bulan tanpa berpengaruh terhadap posisi daya saing, atau sisten dan prosedur yang ada secara substansial menghasilkan hasil yang sama dan tidak akan berpengaruh terhadap posisi daya saing.
1	Penundaan proyek tidak akan berpengaruh pada posisi

	daya saing, dan ongkos pekerja minimal <i>diharapkan</i> secara substansial mendapatkan hasil yang sama.
2	Penundaan proyek tidak akan berpengaruh pada posisi daya saing; namun demikian ongkos pekerja akan meningkat untuk mendapatkan hasil yang sama.
3	Jika proyek ditunda, perusahaan mampu merespon kebutuhan untuk berubah tanpa mempengaruhi posisi daya saing; kekurangan system baru, perusahaan <i>tidak mengalami</i> hambatan untuk merespon dengan segera dan efektif setiap perubahan dalam lingkungan persaingan.
4	Penundaan proyek mungkin menghasilkan kerugian daya saing lebih lanjut bagi perusahaan; atau kehilangan peluang bersaing; atau aktifitas yang berhasil selama ini <i>mungkin</i> akan berkurang karena kehilangan system yang diusulkan.
5	Penundaan proyek mungkin menghasilkan kerugian daya saing lebih lanjut bagi perusahaan; atau kehilangan peluang bersaing; atau aktifitas yang berhasil selama ini pasti akan berkurang karena kehilangan system yang diusulkan

Tabel 5 Project Or Organizational Risk Worksheet
Skor (0 – 5)

0	Domain bisnis dari organisasi telah direncanakan dan di formulasi dengan baik untuk diimplementasi pada system yang diusulkan. Manajemen sudah dilakukan dengan baik, dan proses serta prosedur telah di dokumentasi dengan baik. Rencana cadangan telah tersedia untuk proyek, ini adalah proyek prestasi, dan produk atau nilai tambah daya saing telah di definisikan sesuai dengan keinginan pasar.			
1 – 4	Nilai untuk 1-4 dapat di adopsi untuk situasi dimana elemen kesiagaan dengan elemen resiko dipadukan. Pilihan dibawah ini dapat digunakan untuk kepentingan penilaian.			
		Yes	No 0.5	Not Known 0.5
	Rencana domain bisnis telah di formulasi dengan baik.			
	Manajemen domain bisnis telah ditempatkan.			
	Rencana cadangan telah ditempatkan.			
	Proses dan prosedur telah ditempatkan.			
	Training kepada pengguna telah direncanakan.			
	Manajemen prestasi telah ditetapkan.			
	Produk telah di definisikan dengan baik.			
	Keinginan pasar telah dipahami dengan baik.			
5	Domain bisnis organisasi tidak direncanakan untuk diimplementasi pada system yang diusulkan. Pihak manajemen ragu-ragu dengan tanggung jawabnya. Proses dan prosedur tidak di dokumentasi. Tidak ada inisiatif untuk prestasi. Produk atau nilai kompetitif yang ditambahkan tidak didefinisikan dengan baik. Tidak ada pemahaman tentang keinginan pasar.			

Logika Fuzzy

Dalam kondisi yang nyata, beberapa aspek dalam dunia nyata selalu atau biasanya berada diluar model matematis dan bersifat *inexact*. Konsep ketidakpastian inilah yang menjadi konsep dasar munculnya konsep logika *fuzzy*. Pencetus gagasan logika *fuzzy* adalah Prof. L.A. Zadeh (1965) dari California University. Pada prinsipnya himpunan *fuzzy* adalah perluasan himpunan *crisp*, yaitu himpunan yang membagi sekelompok

individu kedalam dua kategori, yaitu anggota dan bukan anggota.

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu *item x* dalam suatu himpunan *A*, yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu (Kusumadewi, 2003: 156) :

- (1) Satu (1) yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan.
- (2) Nol (0) yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Pada himpunan *crisp*, nilai keanggotaan ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1. Sedangkan pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1.

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data kedalam nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan diantaranya :

1. Representasi Linear
2. Representasi Segitiga
3. Representasi Trapesium
4. Representasi Kurva Bentuk Bahu
5. Representasi Kurva S
6. Representasi Bentuk Lonceng

Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani

Metode mamdani sering juga dikenal dengan nama metode *min-max*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output* diperlukan 4 tahapan, diantaranya :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*. Pada metode mamdani baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.
2. Aplikasi fungsi implikasi. Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *min*.
3. Komposisi aturan. Metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu Metode *max*

(*maximum*). Secara umum dapat dituliskan :
 $\mu_{sf}[X_i] = \max(\mu_{sf}[X_i], \mu_{kf}[X_i])$
 dengan
 $\mu_{sf}[X_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke *i*
 $\mu_{kf}[X_i]$ = nilai keanggotaan konsekuan *fuzzy* aturan ke *i*

4. Penegasan (*defuzzy*)

Defuzzyfikasi pada komposisi aturan mamdani dengan menggunakan metode *centroid*. Dimana pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan (Bo Yuan, 1999) :

$$\mu(x) = \frac{\int_a^b x \mu(x) dx}{\int_a^b \mu(x) dx}$$

atau

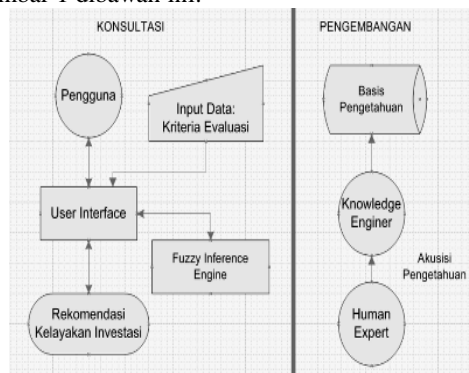
$$\mu(x) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)}$$

Ada dua keuntungan menggunakan metode *centroid*, yaitu (Kusumadewi, 2002):

1. Nilai *defuzzyfikasi* akan bergerak secara halus sehingga perubahan dari suatu himpunan *fuzzy* juga akan berjalan dengan halus.
2. Lebih mudah dalam perhitungan.

Arsitektur Sistem Basis Pengetahuan

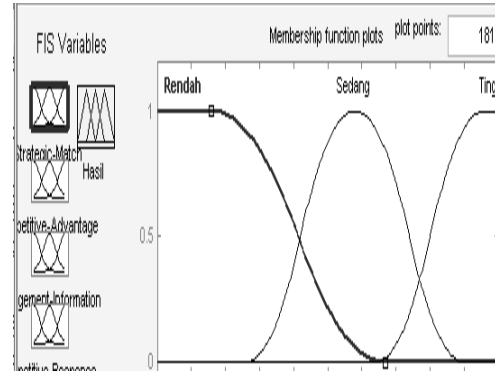
Struktur utama dari sistem basis pengetahuan untuk evaluasi kelayakan proyek investasi TI ini terdiri atas 2 bagian yakni bagian konsultasi dan bagian pengembangan yang dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1 Struktur sistem basis pengetahuan analisis kelayakan investasi

Fuzzifikasi

Kelompok fungsi keanggotaan untuk setiap faktor yang dipakai untuk analisis kelayakan ditentukan nilainya satu persatu. Secara umum penggambaran input fungsi keanggotaan dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Input fungsi keanggotaan *strategic match* Penentuan faktor dan semesta pembicaraan untuk setiap faktor yang dievaluasi dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini:

Tabel 6 Variabel dan semesta pembicaraan

Fungsi	Nama variabel	Semesta Pembicaraan
Input	<i>Strategic Match</i>	[0..5]
	<i>Competitive Advantage</i>	[0..5]
	<i>Management Information</i>	[0..5]
	<i>Competitive Response</i>	
	<i>Project or Organizational Risk.</i>	[0..5]
Output	Hasil	[0..20]

Sedangkan himpunan fuzzy yang terbentuk dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 6 Himpunan Fuzzy

Fungsi	Nama variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan
Output	Hasil	Layak	[0..20]
		Pertimbangan	
		Ditolak	

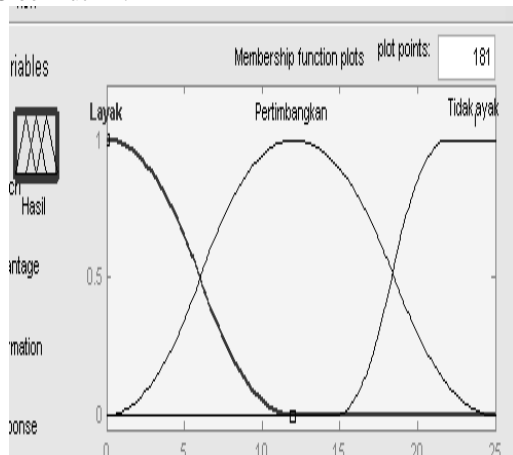
Setelah semua nilai untuk seluruh fungsi keanggotaan diinput, maka dibutuhkan sesuatu aturan yang akan mengatur bagaimana system akan melakukan evaluasi (*fuzzy rule*).

```
If(Strategic-Match is Tinggi) and
(Competitive-Advantage is Tinggi) and
(Management-Information is Tinggi) and
(Competitive-Response is Tinggi) and
(Project-or- Organizational-Risk is Rendah) then (Hasil is layak)
```

If(Strategic-Match is Rendah) and (Competitive-Advantage is Rendah) and (Management-Information is Rendah) and (Competitive-Response is Rendah) and (Project-or- Organizational-Risk is Tinggi) then (Hasil is tidak layak)

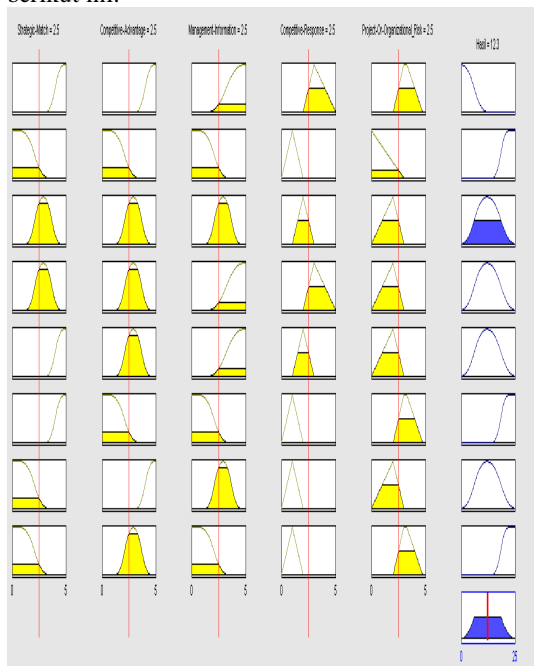
If(Strategic-Match is Sedang) and (Competitive-Advantage is Sedang) and (Management-Information is Sedang) and (Competitive-Response is Sedang) and (Project-or- Organizational-Risk is Sedang) then (Hasil is pertimbangan)

Untuk melihat hasil evaluasi untuk setiap kriteria maka variabel output harus ditentukan terlebih dahulu. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3 Output dari fungsi keanggotaan

Hasil proses inferensi untuk evaluasi kelayakan proyek TI dapat digambarkan pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4 Proses inferensi untuk evaluasi kelayakan proyek TI

Kesimpulan

Penggunaan pemodelan fuzzy untuk mengevaluasi kelayakan investasi proyek TI dengan menganalisis lima faktor yang ada pada sisi *business domain values and risks* sebenarnya dapat juga dilakukan tanpa menggunakan metode fuzzy karena nilai 'kepastian' untuk tiap katagori yang dinilai dapat dikatakan sudah pasti. Keuntungannya adalah dengan menggunakan logika fuzzy nilai yang lebih rigid dapat dihasilkan oleh system ini. Ini akan sangat membantu jika terdapat hasil evaluasi yang memiliki nilai perbedaan yang sangat tipis.

Untuk memperoleh hasil yang lebih baik lagi analisis dapat dilakukan pada domain lain yakni pengukuran ROI dan domain teknologi kemudian di modelkan dengan logika *fuzzy* untuk membantu dalam memutuskan kelayakan investasi proyek TI.

PUSTAKA

- [1] Buku Pedoman Umum Tata Kelola Teknologi Informasi Nasional versi 1, Departemen Kominfo RI dan Detiknas, 2007.
- [2] Chircu, A., M., Kauffman, J., R., 2000, *Limits to Value in Electronic Commerce-Related IT Investments*, Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences.
- [3] Darmawan, Priambudi B, 2003, *Pengintegrasian konsep biaya modal dan discounted cash flow pada metode information economics untuk mempertajam pengukuran investasi teknologi informasi*, Program Magister Teknologi Informasi Universitas Indonesia.
- [4] Ding, H., Zhongsheng, H., 2009, *A Comparative Study Of Centralized And Decentralized Decision Making On Flexibility Investment*, 2009 International Conference On Business Intelligence And Financial Engineering.
- [5] Evans, Karen S., Ke&T Partners, 2009, *A Business Case For IT Investments*, IT PRO July/Agustus 2009, IEEE Computer Society.
- [6] Hallikainen, P., Kivijärvi, H., Nurmimäki, K., 2002, *Evaluating Strategic IT Investments: An*

- Assessment of Investment Alternatives for a Web Content Management System*, Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences.
- [7] Jie Zhang, Jie., Huang, Dong-bin., 2008, *Economic Evaluation of Two Types of IT Projects*, Advanced Software Engineering & Its Applications.
- [8] Murphy, Kenneth., E., Simon, S., J., 2001, *Using Cost Benefit Analysis for Enterprise Resource Planning Project Evaluation: A Case for Including Intangibles*, Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences.
- [9] Parker, M., Benson, R., 1988, *Information Economics Linking Business Performance to Information Technology*, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- [10] Wen, H.J. and Sylla, C., 1999, *A Road Map for the Evaluation of Information Technology Investment*, in *Measuring Information Technology Investment Payoff: Contemporary Approaches*, edited by Mahmood and Szewczak, Idea Group Publishing.
- [11] Zhang, J., Huang, D.B., 2008, *Economic Evaluation of Two Types of IT Projects*, Advanced Software Engineering & Its Applications.
- [12] Zhen-hua, M.J.M., 2009, *The Technological Investment Decision Study Based on Fuzzy Real Option*, International Symposium on Information Engineering and Electronic Commerce.