

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Pada penelitian ini menerapkan manajemen risiko proyek perangkat lunak menggunakan logika fuzzy dalam upaya memperhitungkan risiko dan mengukur keberhasilan proyek pengembangan perangkat lunak yang ada di PT Mindo Small Business Solutions. Logika fuzzy digunakan untuk menganalisis tingkat risiko pada seluruh faktor pada proses pengembangan perangkat lunak.

Bab ini menjelaskan hasil penelitian yang berupa pengumpulan data dan menjelaskan secara detail model manajemen risiko yang diusulkan dengan logika fuzzy. Data dikumpulkan dari kuisioner yang telah diisi oleh stakeholder pada PT Mindo Small Business Solutions yang berisi faktor-faktor proyek pengembangan perangkat lunak. Kemudian dijelaskan hasil perhitungan terhadap data-data dengan logika fuzzy dengan keluaran tingkat risiko dari berbagai faktor pengembangan perangkat lunak. Dari perhitungan yang telah dilakukan kemudian dilakukan pembahasan terhadap strategi dalam penanggulangan risiko sehingga dapat meningkatkan keberhasilan proyek pengembangan perangkat lunak di PT Mindo Small Business Solutions.

4.2 Hasil Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data-data terkait proyek yang akan dikerjakan dan kuisioner—kuisioner berdasarkan data terkait proyek. data-data terkait proyek merupakan spesifikasi perangkat lunak yang dibutuhkan klien. Sedangkan kuisioner merupakan hasil review oleh stakeholder berdasarkan spesifikasi dari perangkat lunak. Secara detail akan dijelaskan pada spesifikasi perangkat lunak dan kuisioner sebagai berikut:

4.2.1 Spesifikasi Permintaan Perangkat Lunak

Spesifikasi dari proyek pengembangan perangkat lunak yang dihasilkan dari dokumentasi wawancara atau dokumen permintaan dari calon klien. Spesifikasi ditampilkan dalam format tabel sebagai berikut:

Tabel 4.1: Spesifikasi Klien

ORGANIZATION			
PROJECT NAME	Polling Collation System		
NAME	Vertex Solutions	MAILING ADDRESS	101 CECIL STREET, #13-12 TONG ENG BUILDING, SINGAPORE 069533
PHONE	+65 6718 2256		
EMAIL	shae@vertexplus.com.sg		
DATE	11 Okt 2018	AUTHOR	Gina

Tabel 4.2: Project Overview

PROJECT
OVERVIEW Project Description
Sistem pengumpulan data polling berbasis website dan aplikasi mobile secara realtime dengan skala nasional. Pengumpulan data dapat dilakukan dengan aplikasi mobile dan sms oleh agen pengumpul data (saksi).
OBJECTIVE What does the project work to achieve?
Mengumpulkan data polling dari agen (saksi) dari setiap daerah dengan skala nasional dengan hasil informasi yang realtime dan akurat.
BUSINESS CASE What is the problem being solved? Who/what is impacted? What are the business benefits?
Menyelesaikan masalah pengumpulan data polling secara konvensional dan pengecekan manual. Mempercepat proses pengumpulan data dan informasi.

Tabel 4.4: Project Overview Lanjutan

FEATURE OVERVIEW <i>What Feature as requested by client</i>	
1.	Hasil polling dari daerah dapat dikirim dengan SMS maupun Aplikasi Mobile (Internet)
2.	Hasil dari setiap daerah dikumpulkan dalam satu database dan terpusat pada system berbasis website
3.	Hasil dikelompokkan sesuai area daerah, provinsi dan nasional
4.	Pengumpulan data dilakukan dengan system realtime
5.	System memiliki fungsi multiusers • Polling Agent • Melihat Hasil (daerah, provinsi dan nasional) • Penyesuai Data (daerah) • Penyesuai Data (provinsi) • Penyesuai Data (Nasional) • Admin • Super Admin
6.	Sistem pusat dapat melakukan visualisasi data dengan chart multifungsi (chart, cluster peta, etc)

Tabel 4.3: Spesifikasi Teknikal

TECHNICAL SPECIFICATIONS	
SERVERS	
Operating System	Windows Server
CPU	20 Core CPU
Memory Requirements	96 GB
Disk Space	960 GB Flash
Bandwidth Transfer	7 TB

Tabel 4.4: Spesifikasi Teknikal Lanjutan

Platform	
Core Backend	PHP
Mobile Platform	Android (Android Studio)
Database	MySQL
Tools (Other)	• Frontend VUE.js • Node.js • webgis GMAP.js • SMS Gateway

Tabel 4.4: Spesifikasi Teknikal Lanjutan

PROJECT PLAN	
Development Time	8 Month
Projected Costs	USD 30,000.00

4.2.2 Kuisioner Aspek Permintaan Perangkat Lunak

Hasil jawaban kuisioner didapatkan dari responden yang terdiri dari staff developer front end, staff developer backend, project manager dan analis expert. Jawaban yang diberikan responden merupakan hasil review dari spesifikasi permintaan yang diberikan oleh calon klien. Hasil review merupakan penilaian secara subjektif berdasarkan pengalaman masing-masing responden. Dengan pertanyaan kuisioner yang dibagi sesuai dengan faktor sebagai berikut:

1. Indikator *Product Engineering*

Pada indikator product engineering terdapat 3 responden yang secara urut terdiri dari staff developer front end, developer backend dan manajer proyek. Pada aspek ini kuisioner diambil berdasarkan stakeholder yang berkaitan pada aspek produksi secara langsung. Indikator risiko Product Engineering mempunyai 9 pertanyaan. Pertanyaan pada indikator Product Engineering terkait dengan proses produksi mulai dari kebutuhan perangkat lunak, implementasi sampai integrasi dan pengujian.

Tabel 4.5: Kuisioner Product Engineering

Indicator	Classes	Factor	Resp. 1	Resp.2	Resp.3	Rata
Product Engineering	Requirement Specification	Requirement Complexity	0.50	0.40	0.40	0.43
		Requirement Dependence	0.50	0.60	0.60	0.57
		Requirement Clarity	0.75	0.75	0.75	0.75
		Requirement Stability	0.70	0.75	0.75	0.73
	Design and Implementation	Reuse Level	0.70	0.75	0.75	0.73
		Interfacing Level	0.75	0.75	0.75	0.75
		No. of Programming Language	0.40	0.40	0.40	0.40
	Integration and Testing	Product Stability	0.80	0.75	0.75	0.77
		Difficult Level to Implement Security	0.75	0.70	0.70	0.72

2. Indikator Development Enviroment

Pada indicator development environment kuisioner diisi oleh stakeholder pada level manajerial diantaranya manajer proyek dan analis expert. Manajer proyek masuk dalam pengisian kuisioner Development Enviroment karena masuk dalam stakeholder level manajerial. Manajer proyek merupakan manajer yang bertanggungjawab dalam proses produksi atau supervisi dari level staff. Indicator Development Enviroment merupakan faktor yang mempengaruhi produksi perangkat lunak dari sudut pandang manajerial dan pengelolaan sumber daya manusia.

Tabel 4.6: Kuisioner Development Enviroment

Indicator	Classes	Factor	Resp. 3	Resp. 4	Rata
Development Enviroment	Management Process	Maturity Level	0.8	0.8	0.8
		Project Manager Experience Level	0.85	0.85	0.85
		Project Dependence Level	0.8	0.8	0.8
	Development Process & System	Development Infrastructure Availability	0.9	0.9	0.9
		Development Software Availability	0.9	0.9	0.9
		Experience on The Development Process	0.85	0.8	0.825
	Management Method	Motivational Level	0.8	0.8	0.8
		Effective Role of Organization	0.75	0.7	0.725
	Work Enviroment	Team Focus	0.7	0.7	0.7
		Turnover	0.7	0.7	0.7

3. Indikator Program Constraint

Pada indikator Program Constraint kuisioner diisi oleh stakeholder dengan level manajerial. Analis expert memiliki tugas menterjemahkan kebutuhan klien menjadi hal-hal teknis terkait pengembangan perangkat lunak. Selain itu analis expert juga melakukan kontrol setiap aspek pengembangan perangkat lunak. Indikator Program Constraint memiliki cakupan pada faktor-faktor terkait dengan sumber daya manusia.

Tabel 4.7: Kuisioner Program Constraint

Indicator	Classes	Factor	Resp. 3	Resp. 4	Rata
Program Constraint	Resource	Team Knowledge Level	0.85	0.85	0.85
		Team Experience Level	0.85	0.8	0.825
		Team Size	0.7	0.75	0.725
		Project Size	0.75	0.75	0.75
		Financial Feasibility	0.9	0.9	0.9
	Contract and Program Interface	External Dependence Level	0.6	0.6	0.6
		Client Experience	0.7	0.75	0.725
		Client Participation Level	0.8	0.85	0.825

4.2.3 Kuisioner Nilai Konfiden Indikator Risiko

Nilai tingkat kepercayaan diperoleh dari analis expert yang menganalisis indikator risiko perangkat lunak. Nilai konfiden diberikan untuk menyeleksi indikator yang memiliki efek kecil pada hasil akhir pada estimasi keberhasilan pengembangan perangkat lunak. Nilai konfiden yang diberikan oleh analis expert pada setiap indikator berdasarkan subjektivitas dengan range nilai 0 sampai 1, nilai indikator yang besar, menunjukkan besarnya dampak pada pada estimasi keberhasilan pengembangan perangkat lunak

Tabel 4.8: Nilai Konfiden Indikator Risiko

No	Factor	Confidence Level
1	Requirement Stability	0.65
2	Requirement Clarity	0.9
3	Requirement Dependence	0.6
4	Requirement Complexity	0.85
5	Reuse Level	0.7
6	Interfacing Level	0.65
7	No. of Programming Language	0.8
8	Product Stability	0.6
9	Difficult Level to Implement Security	0.7
10	Experience on The Development Process	0.85
11	Development Infrastructure Availability	0.6
12	Development Software Availability	0.9
13	Project Manager Experience Level	0.6
14	Project Dependence Level	0.5
15	Maturity Level	0.6
16	Motivational Level	0.6
17	Effective Role of Organization	0.6
18	Team Focus	0.8
19	Turnover	0.6
20	Team Knowledge Level	0.85
21	Team Experience Level	0.75
22	Team Size	0.75
23	Project Size	0.75
24	Financial Feasibility	0.9
25	External Dependence Level	0.7
26	Client Experience	0.6
27	Client Participation Level	0.75

4.3 Manajemen Risiko dengan Logika Fuzzy

Pada sub bab ini menjelaskan tentang tahap-tahap yang terdiri dari input, proses dan output dari logika fuzzy pada penelitian ini. Tahap-tahap input dimulai dari pengolahan data hasil kuisisioner kemudian dilanjutkan dengan proses logika fuzzy dan menghasilkan output berupa tingkat risiko pada proyek pengembangan perangkat lunak sesuai dengan kasus penelitian ini.

4.3.1 Pengolahan Data Kuisisioner

Tahap awal dalam pengolahan data adalah menghitung rata-rata nilai faktor kuisisioner yang diberikan oleh semua responden. Hasil nilai rata-rata setiap faktor dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9: Nilai Kuisisioner Rata-Rata Faktor

Indicator	Classes	Factor	Nilai Faktor
Product Engineering	Requirement Specification	Requirement Stability	0.73
		Requirement Clarity	0.75
		Requirement Dependence	0.57
		Requirement Complexity	0.43
	Design and Implementation	Reuse Level	0.73
		Interfacing Level	0.75
		No. of Programming Language	0.40
	Integration and Testing	Difficult Level to Implement Security	0.72
		Product Stability	0.77
Development Environment	Development Process & System	Development Software Availability	0.9
		Experience on The Development Process	0.825
		Development Infrastructure Availability	0.9
	Management Process	Project Dependence Level	0.8
		Maturity Level	0.8
		Project Manager Experience Level	0.85
	Management Method	Motivational Level	0.8
		Effective Role of Organization	0.725
	Work Environment	Team Focus	0.7
		Turnover	0.7

Tabel 4.9: Nilai Kuisisioner Rata-Rata Faktor (Lanjutan)

Indicator	Classes	Factor	Nilai Faktor
Program Constraint	Resource	Team Knowledge Level	0.85
		Team Experience Level	0.825
		Team Size	0.725
		Project Size	0.75
		Financial Feasibility	0.9
	Contract and Program Interface	External Dependence Level	0.6
		Client Experience	0.725
		Client Participation Level	0.825

Dari nilai rata-rata masing-masing faktor tersebut akan dipilih indikator menggunakan rumus interval konfiden untuk mendapatkan indikator yang memiliki pengaruh besar pada estimasi keberhasilan pengembangan perangkat lunak dalam penelitian ini. Indikator yang tidak melebihi ambang batas dalam rumus interval konfiden tidak digunakan pada proses perhitungan selanjutnya. Indikator yang melewati ambang batas dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10: Indikator Terpilih Berdasarkan Nilai Konfiden

Indicator	Factor	Confidence Level
Product Engineering	Requirement Clarity	0.9
	Requirement Complexity	0.85
	No. of Programming Language	0.8
Development Enviroment	Experience on The Development Process	0.85
	Development Software Availability	0.9
	Team Focus	0.8
Program Constraint	Team Knowledge Level	0.85
	Financial Feasibility	0.9

Berdasarkan proses pemilihan indikator pada tabel 4.10 menghasilkan 8 indikator yang digunakan dari total 27 indikator. Kedelapan indikator tersebut digunakan sebagai atribut input pada logika fuzzy dalam proses selanjutnya. Hasil ini

digunakan sebagai matriks indikator risiko pengembangan perangkat lunak yang ditunjukkan pada tabel 4.11.

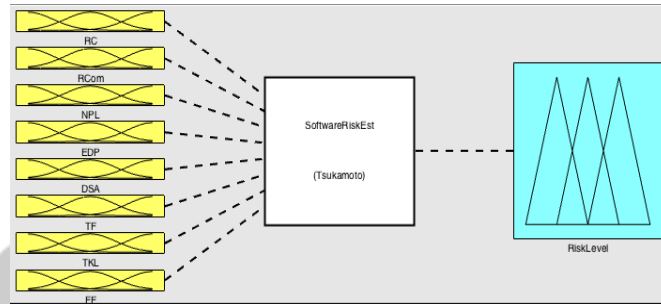
Tabel 4.11: Matriks Indikator Risiko Perangkat Lunak

Factor	Average
Requirement Clarity	0.75
Requirement Complexity	0.43
No. of Programming Language	0.40
Experience on The Development Process	0.825
Development Software Availability	0.9
Team Focus	0.7
Team Knowledge Level	0.85
Financial Feasibility	0.9

Berdasarkan hasil matriks indicator risiko perangkat lunak diatas dijadikan sebagai input dari model fuzzy yang diusulkan pada penelitian ini. Input dari model terdiri dari Requirement Clarity (RC), Requirement Complexity (RCom), No. Programming Language (NPL), Experience on The Development Process (EDP), Development Software Availability (DSA), Team Focus (TF), Team Knowledge Level (TKL) and Financial Feasibility (FF).

4.3.2 Fuzzyfikasi

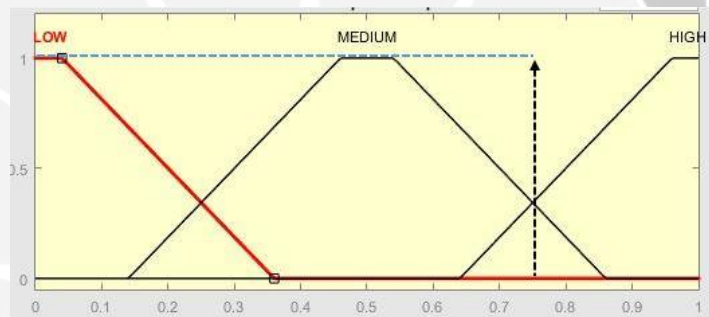
Tahap awal pada Proses logika fuzzy dimulai dari input fuzzyfication. Input pada logika fuzzy terdiri dari Requirement Clarity (RC), Requirement Complexity (RCom), No. Programming Language (NPL), Experience on The Development Process (EDP), Development Software Availability (DSA), Team Focus (TF), Team Knowledge Level (TKL) and Financial Feasibility (FF). Hasil input ini akan menghasilkan output dalam bentuk risiko. Skema input, proses dan output dapat dilihat di gambar 4.1.



Gambar 4.1: Skema Fuzzy

Kemudian dilakukan fuzzyfikasi terhadap input data yang terdiri dari Product Engineering (PE), Development Enviroment (DE) dan Program Constraint (PC).

1) Requirement Clarity (RC = 0.75)



Gambar 4.2: Faktor Requirement Clarity (RC = 0.75)

- Membership function fuzzy LOW:

$$\mu_{\text{LOW}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0 \\ (0.33 - x)/(0.33 - 0); & 0 \leq x \leq 0.33 \\ 0; & x \geq 0.33 \end{cases}$$

$x \geq 0.33$, then $x=0$

- Membership function fuzzy MEDIUM:

$$\mu_{\text{MEDIUM}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.14 \\ (x - 0)/(0.14 - 0); & 0 \leq x \leq 0.14 \\ 0.1; & 0.14 \leq x \leq 0.43 \\ (0.54 - x)/(0.54 - 0.43); & 0.46 \leq x \leq 0.54 \\ 0; & x \geq 0.54 \end{cases}$$

$x \geq 0.54$, then $x = 0$

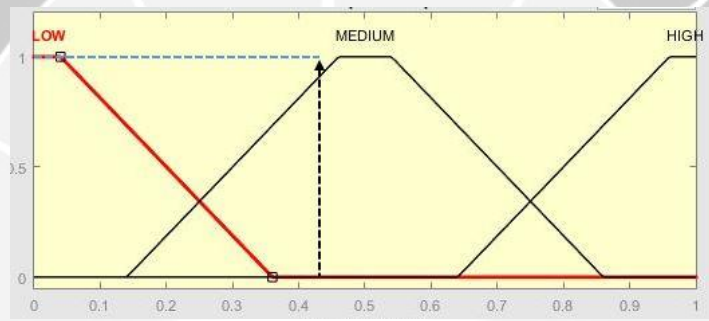
- Membership function fuzzy HIGH:

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.63 \\ \frac{x-0.63}{0.96-0.63}; & 0.63 \leq x \leq 0.96 \\ 0.63; & x \geq 0.96 \end{cases}$$

0.96 ≤ x ≤ 0.63, then

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \frac{x-0.63}{0.93-0.63} = \frac{0.75-0.63}{0.93-0.63} = 0.4$$

2) Requirement Complexity (RCom = 0.43)



Gambar 4.3: Faktor Requirement Complexity (RCom = 0.43)

- Membership function fuzzy LOW:

$$\mu_{\text{LOW}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0 \\ (0.33-x)/(0.33-0); & 0 \leq x \leq 0.33 \\ 0; & x \geq 0.33 \end{cases}$$

x ≥ 0.33, then x=0

- Membership function fuzzy MEDIUM:

$$\mu_{\text{MEDIUM}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.14 \\ (x-0)/(0.14-0); & 0.14 \leq x \leq 0.43 \\ 0.1; & 0.43 \leq x \leq 0.46 \\ (0.54-x)/(0.54-0.43); & 0.46 \leq x \leq 0.54 \\ 0; & x \geq 0.54 \end{cases}$$

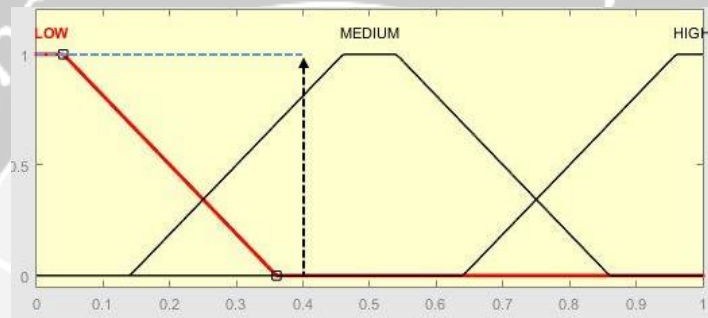
0.14 ≤ x ≤ 0.43, then x=0.1

- Membership function fuzzy HIGH:

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.63 \\ (x - 0.63)/(0.96 - 0.63); & 0.63 \leq x \leq 0.96 \\ 0.63; & x \geq 0.96 \end{cases}$$

$x \leq 0.63$, then $x = 0$

3) No. Programming Language (NPL = 0.40)



Gambar 4.4: Faktor No. Programming Language (NPL = 0.40)

- Membership function fuzzy LOW:

$$\mu_{\text{LOW}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0 \\ (0.33 - x)/(0.33 - 0); & 0 \leq x \leq 0.33 \\ 0; & x \geq 0.33 \end{cases}$$

$x \geq 0.33$, then $x=0$

- Membership function fuzzy MEDIUM:

$$\mu_{\text{MEDIUM}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.14 \\ (x - 0)/(0.14 - 0); & 0 \leq x \leq 0.14 \\ 0.1; & 0.14 \leq x \leq 0.43 \\ (0.54 - x)/(0.54 - 0.43); & 0.46 \leq x \leq 0.54 \\ 0; & x \geq 0.54 \end{cases}$$

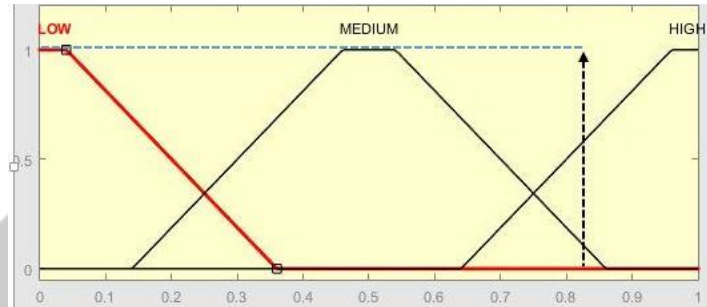
$0.14 \leq x \leq 0.43$, then $x=0.1$

- Membership function fuzzy HIGH:

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.63 \\ (x - 0.63)/(0.96 - 0.63); & 0.63 \leq x \leq 0.96 \\ 0.63; & x \geq 0.96 \end{cases}$$

$x \leq 0.63$, then $x = 0$

4) Experience on The Development Process (EDP=0.825)



Gambar 4.5: Faktor Experience on The Development Process (EDP=0.825)

- Membership function fuzzy LOW:

$$\mu_{\text{LOW}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0 \\ (0.33 - x)/(0.33 - 0); & 0 \leq x \leq 0.33 \\ 0; & x \geq 0.33 \end{cases}$$

$x \geq 0.33$, then $x=0$

- Membership function fuzzy MEDIUM:

$$\mu_{\text{MEDIUM}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.14 \\ (x - 0)/(0.14 - 0); & 0 \leq x \leq 0.14 \\ 0.1; & 0.14 \leq x \leq 0.43 \\ (0.54 - x)/(0.54 - 0.43); & 0.46 \leq x \leq 0.54 \\ 0; & x \geq 0.54 \end{cases}$$

$x \geq 0.54$, then $x=0$

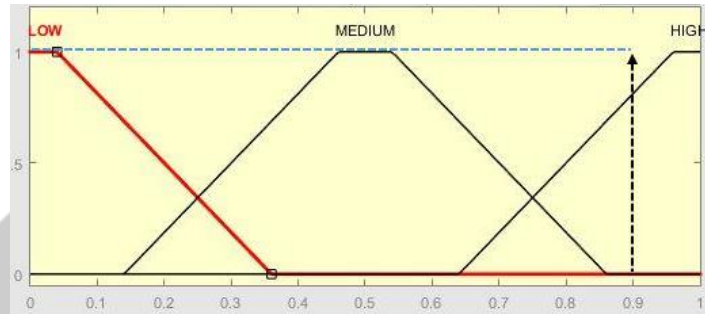
- Membership function fuzzy HIGH:

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.63 \\ (x - 0.63)/(0.96 - 0.63); & 0.96 \leq x \leq 0.63 \\ 0.63; & x \geq 0.96 \end{cases}$$

$0.96 \leq x \leq 0.63$, then

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \frac{x - 0.63}{0.93 - 0.63} = \frac{0.825 - 0.63}{0.93 - 0.63} = 0.65$$

5) Development Software Availability (DSA=0.9)

**Gambar 4.6: Faktor Development Software Availability (DSA=0.9)**

- Membership function fuzzy LOW:

$$\mu_{\text{LOW}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0 \\ (0.33 - x)/(0.33 - 0); & 0 \leq x \leq 0.33 \\ 0; & x \geq 0.33 \end{cases}$$

$x \geq 0.33$, then $x=0$

- Membership function fuzzy MEDIUM:

$$\mu_{\text{MEDIUM}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.14 \\ (x - 0)/(0.14 - 0); & 0 \leq x \leq 0.14 \\ 0.1; & 0.14 \leq x \leq 0.43 \\ (0.54 - x)/(0.54 - 0.43); & 0.46 \leq x \leq 0.54 \\ 0; & x \geq 0.54 \end{cases}$$

$x \geq 0.54$, then $x=0$

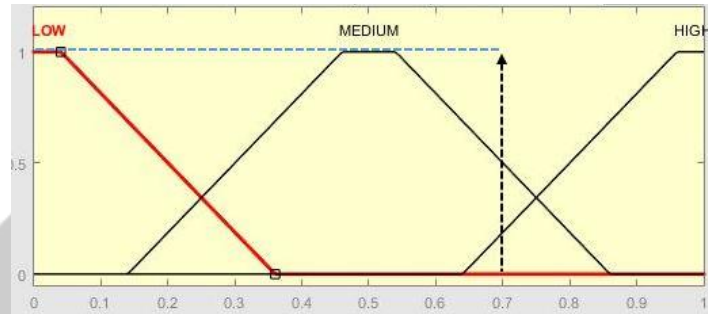
- Membership function fuzzy HIGH:

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.63 \\ (x - 0.63)/(0.96 - 0.63); & 0.96 \leq x \leq 0.63 \\ 0.63; & x \geq 0.96 \end{cases}$$

$0.96 \leq x \leq 0.63$, then

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \frac{x - 0.63}{0.93 - 0.63} = \frac{0.9 - 0.63}{0.93 - 0.63} = 0.9$$

6) Team Focus (TF=0.7)



Gambar 4.7: Faktor Team Focus (TF=0.7)

- Membership function fuzzy LOW:

$$\mu_{\text{LOW}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0 \\ (0.33 - x)/(0.33 - 0); & 0 \leq x \leq 0.33 \\ 0; & x \geq 0.33 \end{cases}$$

$x \geq 0.33$, then $x=0$

- Membership function fuzzy MEDIUM:

$$\mu_{\text{MEDIUM}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.14 \\ (x - 0)/(0.14 - 0); & 0 \leq x \leq 0.14 \\ 0.1; & 0.14 \leq x \leq 0.43 \\ (0.54 - x)/(0.54 - 0.43); & 0.46 \leq x \leq 0.54 \\ 0; & x \geq 0.54 \end{cases}$$

$x \geq 0.54$, then $x=0$

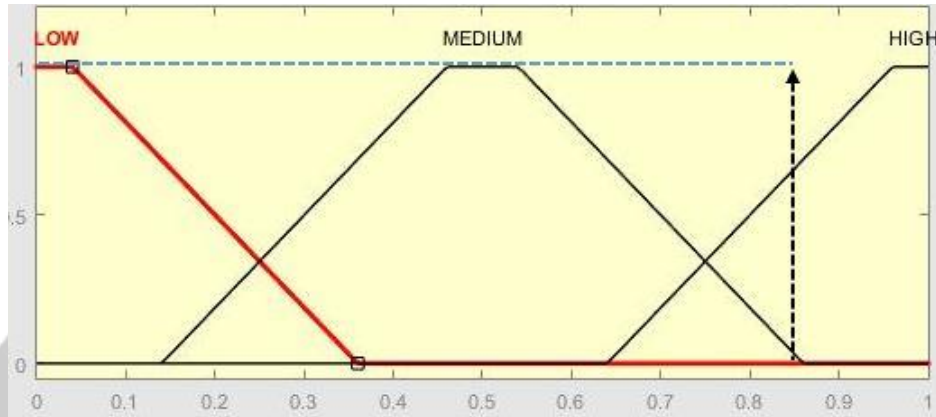
- Membership function fuzzy HIGH:

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.63 \\ (x - 0.63)/(0.96 - 0.63); & 0.96 \leq x \leq 0.63 \\ 0.63; & x \geq 0.96 \end{cases}$$

$0.96 \leq x \leq 0.63$, then

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \frac{x - 0.63}{0.96 - 0.63} = \frac{0.7 - 0.63}{0.96 - 0.63} = 0.23$$

7) Team Knowledge Level (TKL=0.85)

**Gambar 4.8: Faktor Team Knowledge Level (TKL=0.85)**

- Membership function fuzzy LOW:

$$\mu_{\text{LOW}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0 \\ (0.33 - x)/(0.33 - 0); & 0 \leq x \leq 0.33 \\ 0; & x \geq 0.33 \end{cases}$$

$x \geq 0.33$, then $x=0$

- Membership function fuzzy MEDIUM:

$$\mu_{\text{MEDIUM}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.14 \\ (x - 0)/(0.14 - 0); & 0 \leq x \leq 0.14 \\ 0.1; & 0.14 \leq x \leq 0.43 \\ (0.54 - x)/(0.54 - 0.43); & 0.46 \leq x \leq 0.54 \\ 0; & x \geq 0.54 \end{cases}$$

$x \geq 0.54$, then $x=0$

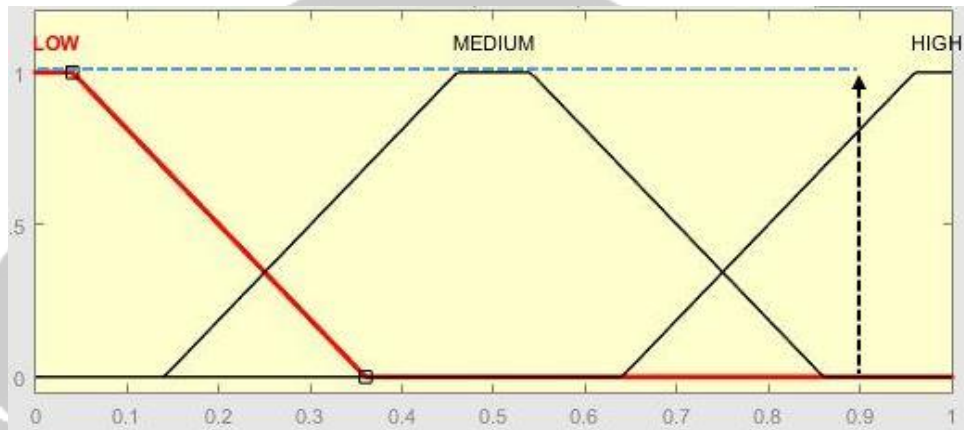
- Membership function fuzzy HIGH:

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.63 \\ (x - 0.63)/(0.96 - 0.63); & 0.63 \leq x \leq 0.96 \\ 0.63; & x \geq 0.96 \end{cases}$$

$0.96 \leq x \leq 0.63$, then

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \frac{x - 0.63}{0.96 - 0.63} = \frac{0.85 - 0.63}{0.96 - 0.63} = 0.73$$

8) Financial Feasibility (FF=0.9)

**Gambar 4.9: Faktor Financial Feasibility (FF=0.9)**

- Membership function fuzzy LOW:

$$\mu_{\text{LOW}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0 \\ (0.33 - x)/(0.33 - 0); & 0 \leq x \leq 0.33 \\ 0; & x \geq 0.33 \end{cases}$$

$x \geq 0.33$, then $x=0$

- Membership function fuzzy MEDIUM:

$$\mu_{\text{MEDIUM}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.14 \\ (x - 0)/(0.14 - 0); & 0 \leq x \leq 0.14 \\ 0.1; & 0.14 \leq x \leq 0.43 \\ (0.54 - x)/(0.54 - 0.43); & 0.46 \leq x \leq 0.54 \\ 0; & x \geq 0.54 \end{cases}$$

$x \geq 0.54$, then $x=0$

- Membership function fuzzy HIGH:

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0.63 \\ (x - 0.63)/(0.96 - 0.63); & 0.96 \leq x \leq 0.63 \\ 0.63; & x \geq 0.96 \end{cases}$$

$0.96 \leq x \leq 0.63$, then

$$\mu_{\text{HIGH}}[x] = \frac{x - 0.63}{0.93 - 0.63} = \frac{0.9 - 0.63}{0.93 - 0.63} = 0.9$$

Tabel 4.12: Rangkuman Fuzzyfikasi Input

	LOW	MEDIUM	HIGH
RC	0	0	0.4
RCom	0	0.1	0
NPL	0	0.1	0
EDP	0	0	0.65
DSA	0	0	0.9
TF	0	0	0.23
TKL	0	0	0.73
FF	0	0	0.9

4.3.3 Mesin Inferensi

Proses dari mesin inferensi yaitu mengubah input fuzzy menjadi output fuzzy (z) dengan cara mengikuti aturan-aturan (IF-THEN Rules) berdasarkan basis pengetahuan fuzzy yang telah dibuat oleh pakar.

4.3.4 Defuzzyfikasi

Setelah selesai tahap mesin inferensi fuzzy akan menghasilkan output untuk setiap rule ($Z_1, Z_2, \dots, Z_n$). Kemudian dilakukan tahap defuzzyfikasi yaitu mengubah output fuzzy dari mesin inferensi menjadi nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai pada saat fuzzyfikasi.

Berdasarkan range himpunan linguistic pada variable input, nilai parameter PE, DE dan PC masuk pada Kategori Himpunan “HIGH” seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13: Range Fuzzifikasi

Indicator	Kategorisasi Himpunan
-----------	-----------------------

RC	HIGH
RCom	MEDIUM
NPL	MEDIUM
EDP	HIGH

Tabel 4.13: Range Fuzzifikasi (Lanjutan)

Indicator	Kategorisasi Himpunan
DSA	HIGH
TF	HIGH
TKL	HIGH
FF	HIGH

Rule yang digunakan:

Mesin Inferensi Rule:

IF RC = HIGH AND RCom = MEDIUM AND NPL = MEDIUM AND EDP = HIGH AND DSA = HIGH AND TF = HIGH AND TKL = HIGH AND FF = HIGH THEN RISK = LOW

$$\alpha = \min(\mu_{\text{HIGH}}, \mu_{\text{MEDIUM}}, \mu_{\text{MEDIUM}}, \mu_{\text{HIGH}}, \mu_{\text{HIGH}}, \mu_{\text{HIGH}}, \mu_{\text{HIGH}}, \mu_{\text{HIGH}})$$

$$\alpha = \min(0.4, 0.1, 0.1, 0.65, 0.9, 0.23, 0.73, 0.9)$$

$$\alpha_1 = 0.1$$

$$\frac{0.33 - z_1}{0.33 - 0} = 0.1$$

$$\longrightarrow Z_1 = 0.7355$$

Diketahui,

$$\alpha = 0.1$$

$$Z_1 = 0.7355$$

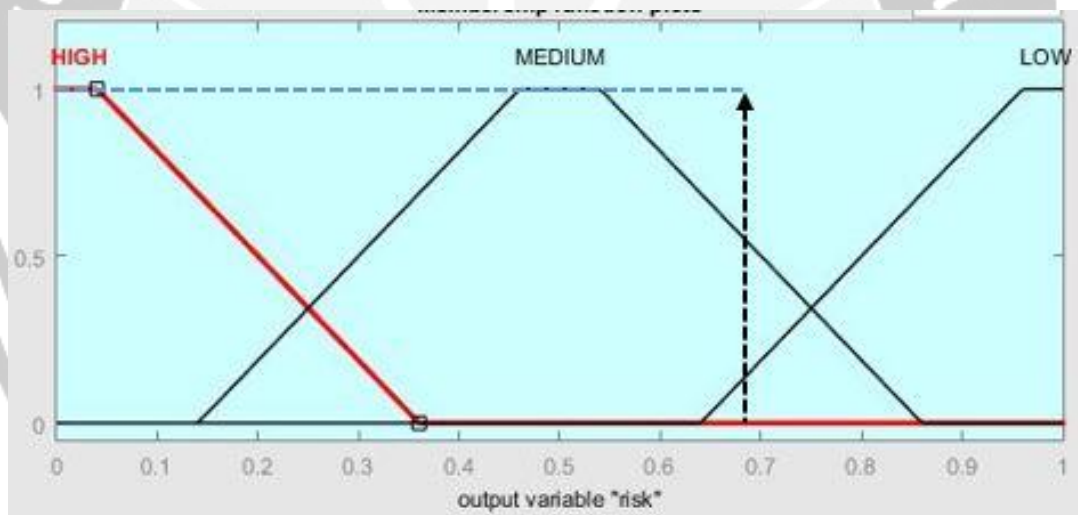
Maka

$$z = \frac{(\alpha Z_1)}{\alpha}$$

$$z = \frac{(0.1 \times 0.7355)}{0.1}$$

$$z = \frac{0.07355}{0.1}$$

$$z = 0.7355$$



Gambar 4.5: Output Risiko

Berdasarkan perhitungan fuzzy nilai risiko yang dihasilkan dari nilai ketika indicator Requirement Clarity (RC), Requirement Complexity (RCom), No. Programming Language (NPL), Experience on The Development Process (EDP), Development Software Availability (DSA), Team Focus (TF), Team Knowledge Level (TKL) and Financial Feasibility (FF) dihasilkan output risiko pada proyek

pengembangan perangkat lunak sebesar 0.699, jika dimasukan pada himpunan fuzzy variable output maka nilai tersebut masuk dalam irisan himpunan risiko “MEDIUM” dan “LOW”.

4.4 Pembahasan

Perhitungan fuzzy input dimulai dari faktor-faktor yang terjadi pada risiko. Nilai faktor risiko memiliki nilai antara 0 sampai 1 dengan range variable linguistic 0 sampai 0.33 LOW, 0.34 sampai 0.64 MEDIUM dan 0.65 sampai 1 HIGH.

Ada 27 indikator risiko perangkat lunak. Indikator ini digunakan sebagai dasar dalam mengambil pertanyaan kuesioner kepada para stakeholder proyek pengembangan perangkat lunak. Dari 27 indikator ini, dilakukan pemilihan indikator yang memiliki pengaruh penting pada proses memperkirakan keberhasilan proyek pengembangan perangkat lunak. Pemilihan indikator dilakukan dengan nilai interval konfiden sehingga menghasilkan 8 indikator yang dianggap penting oleh analis expert. Indikator yang digunakan adalah Requirement Clarity (RC), Requirement Complexity (RCom), No. Programming Language (NPL), Experience on The Development Process (EDP), Development Software Availability (DSA), Team Focus (TF), Team Knowledge Level (TKL) and Financial Feasibility (FF)

Prosesnya dimulai dari input indikator risiko fuzzyfikasi (RC, RCom, NPL, EDP, DSA, TF, TKL, FF) kemudian proses dilanjutkan dengan inferensi mesin dan defuzzyfikasi. Dari proses fuzzy menghasilkan output risiko dalam proyek pengembangan perangkat lunak dengan nilai sebesar 0,7355, nilainya dikategorikan pada set risiko "MEDIUM" dan "LOW". Berdasarkan risiko output proyek telah dikategorikan sebagai risiko menengah ke rendah sehingga tingkat kesuksesan proyek dalam studi kasus tinggi. Dari tahap input yang terdiri dari indicator Product Engineering, Development Enviroment dan Program Constraint, Product Engineering memiliki nilai terkecil sehingga stakeholder proyek pengembangan

perangkat lunak dapat mengantisipasi faktor-faktor yang ada dalam indikator Rekayasa Produk untuk mengatasi risiko dan meningkatkan keberhasilan perangkat lunak proyek pengembangan di PT. Solusi Bisnis Kecil Mindo.

