

BAB 2

STUDI PUSTAKA DAN KAJIAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang dijadikan tinjauan pustaka dari penelitian ini sebagai bahan kajian. Penelitian yang dijadikan tinjauan pustaka merupakan penelitian yang memiliki hubungan pada topic penelitian terkait manajemen risiko pada pengembangan perangkat lunak.

Penelitian oleh Soufiane Ezghari mengusulkan estimasi upaya menggunakan metode berbasis analogi fuzzy konsisten (Ezghari & Zahi, 2018). Para peneliti mengatakan bahwa perkiraan upaya perangkat lunak adalah salah satu kegiatan yang paling penting dalam pengembangan proyek perangkat lunak karena sangat penting untuk perencanaan yang optimal dan penting untuk mengendalikan sumber daya perangkat lunak. Berdasarkan penelitian fuzzy analog berdasarkan metode memiliki pendekatan yang menjanjikan yang menyediakan kualifikasi ketidakpastian yang dapat diandalkan dalam estimasi upaya proyek pengembangan perangkat lunak baru. Hasil percobaan menunjukkan bahwa model yang diusulkan memiliki kinerja yang baik dengan akurasi 50% lebih tinggi.

Penelitian oleh Chandan Kumar mengusulkan penilaian dan estimasi risiko menggunakan model probabilistik. Indikator untuk menentukan risiko pengembangan perangkat lunak adalah Rekayasa Produk, Lingkungan Pengembangan dan Kendala Program. Masing-masing indikator memiliki sub kelas yang menentukan detail teknis (Kumar & Yadav, 2015). Model yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada Bayesian Belief Network. Masing-masing faktor dari indikator digunakan sebagai input kemudian model bayes digunakan untuk memproses yang memiliki probabilitas hasil keluaran risiko dari proyek pengembangan perangkat lunak. Dari hasil percobaan risiko proyek pengembangan perangkat lunak mudah diperkirakan berdasarkan nilai probabilitas

Penelitian yang diusulkan oleh Chin-Cheng Fan, et al. yang mengusulkan risiko manajemen menggunakan teknik probabilitas berbasis Bayesian network (Fan, 2004). Model yang diusulkan dibangun dengan model matematis yang menyediakan analisa terhadap keefektifan pemanfaatan sumber daya. Model tersebut digunakan untuk memonitor proyek pengembangan perangkat lunak dengan memprediksi risiko proyek dan sumber risiko. Hasil analisa tersebut digunakan untuk mendampingi manajer proyek mengambil keputusan dalam menyesuaikan alokasi sumber daya secara dinamis. Selain itu kelebihan pada model yang diusulkan adalah menyediakan dukungan pada pengambilan keputusan pada kondisi yang tidak pasti.

Penelitian oleh Arun Kumar, et. Al. yang mengusulkan penilaian risiko dalam proyek pengembangan perangkat lunak berdasarkan paradigma penguatan fuzzy (Sangaiah, et al., 2018). Prioritas risiko perangkat lunak adalah peran penting dalam menentukan proyek yang akan berhasil. Penelitian ini mengusulkan hibridisasi pendekatan pengambilan keputusan multi kriteria fuzzy untuk pengembangan kerangka penilaian untuk mengidentifikasi dan membuat peringkat risiko proyek pengembangan perangkat lunak yang membantu pengambilan keputusan selama tahap produksi. Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa fuzzy efektif dan akurat untuk menyelesaikan masalah.

2.2 Risiko

Risiko melekat pada semua aspek kehidupan dan aktivitas manusia, dari urusan pribadi sampai perusahaan, dari urusan gaya hidup sampai pola penyakit, dari bangun sampai tidur malam (Mamduh, 2014), dan masih banyak lagi . Para pakar manajemen risiko di dalam dan luar negeri memiliki banyak definisi mengenai apa itu risiko dan manajemen risiko. Namun demikian, secara umum risiko dapat didefinisikan dengan berbagai cara, misalnya risiko didefinisikan sebagai kejadian yang merugikan, atau risiko adalah bagi analis investasi dan, risiko adalah penyimpangan hasil yang diperoleh dari yang diharapkan. Apapun

definisi risiko, setidaknya mencakup dua aspek penting, yaitu aspek probabilitas/kemungkinan dan aspek kerugian/dampak.

Risiko memiliki definisi yang berbeda-beda, tergantung pada tujuannya. Definisi risiko yang tepat menurutnya dilihat dari sudut pandang adalah, exposure terhadap ketidakpastian pendapatan.

Risiko dapat juga dikatakan sebagai kerugian secara finansial, baik secara langsung maupun tidak langsung. Risiko bank adalah keterbukaan terhadap kemungkinan rugi (exposure to the change of loss). Sedangkan menurut Peraturan Bank Indonesia (PBI), risiko bisnis bank adalah risiko yang berkaitan dengan pengelolaan usaha bank sebagai perantara keuangan.

Menurut kamus ekonomi, risiko adalah peluang dimana hasil yang sesungguhnya bisa berbeda dengan hasil yang diharapkan atau kemungkinan nilai yang hilang atau diperoleh yang dapat diukur. Risiko berbeda dengan ketidakpastian yang tidak dapat diukur.

Risiko dalam konteks perbankan menurut Adiwarmanto A. Karim (2004) merupakan suatu kejadian potensial, baik yang dapat diperkirakan (anticipated) maupun yang tidak dapat diperkirakan (unanticipated) yang berdampak negatif terhadap pendapatan dan permodalan bank. Definisi risiko yang tepat dilihat dari sudut pandang bank adalah, exposure terhadap ketidakpastian pendapatan. Bank Indonesia (PBI No.5/8/PBI/2003) mendefinisikan risiko sebagai “potensi terjadinya peristiwa (event) yang dapat menimbulkan kerugian bank”. Sehingga, risiko bank dapat didefinisikan sebagai kombinasi dari tingkat kemungkinan terjadinya sebuah peristiwa beserta konsekuensinya terhadap bank, dimana setiap kegiatan mengandung kemungkinan itu dan memiliki konsekuensi untuk mendatangkan keuntungan atau kerugian atau mengancam sebuah kesuksesan.

Djojosoedarsono (dalam Umar Hasan Bashori, 2008) mencatat beberapa pengertian risiko secara umum seperti disampaikan beberapa penulis, antara lain:

1. Risiko adalah suatu variasi dari hasil-hasil yang dapat terjadi selama periode tertentu (Arthur Williams Dan Richard MH.).

2. Risiko adalah ketidakpastian (uncertainty) yang mungkin melahirkan peristiwa kerugian (loss) (A. Abas Salim).
3. Risiko adalah ketidakpastian atas terjadinya peristiwa (Soekarto).
4. Risiko merupakan penyebaran/penyimpangan hasil aktual dari hasil yang diharapkan (Herman Darmawi).
5. Risiko adalah probabilitas suatu hasil/outcome yang berbeda dengan yang diharapkan (Herman Darmawi).

Dari definisi-definisi tersebut, risiko memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a) Merupakan ketidakpastian atas terjadinya suatu peristiwa.
- b) Merupakan ketidakpastian yang bila terjadi akan menimbulkan kerugian.²

2.3 Risiko Perangkat Lunak

Risiko mempunyai 2 karakteristik, yaitu ketidakpastian dan kerugian. Risiko mempunyai 3 kategori risiko yaitu sebagai berikut:

1. Risiko Proyek

Risiko proyek mengancam rencana proyek. Bila risiko proyek menjadi kenyataan maka ada kemungkinan jadwal proyek akan mengalami slip, dan biaya akan menjadi bertambah. Risiko proyek mengidentifikasi biaya, jadwal, personil, sumber daya, pelanggan, dan masalah persyaratan.

2. Risiko Teknis

Risiko teknis mengancam kualitas dan ketepatan perangkat lunak yang akan dihasilkan. Bila risiko teknis menjadi kenyataan maka implementasinya menjadi sangat sulit atau tidak mungkin. Risiko teknis mengidentifikasi desain potensial, ambiguitas, implementasi, spesifikasi, interfacing, ketidakpastian teknik, verifikasi, keusangan teknik, masalah pemeliharaan, dan teknologi yang leading edge

3. Risiko Bisnis

Risiko bisnis mengancam validitas perangkat lunak yang akan dibangun. Risiko bisnis membahayakan proyek dan produk. Risiko bisnis mempunyai 5 risiko utama adalah

- a. Pembangunan produk atau sistem yang baik sebenarnya tidak pernah diinginkan oleh setiap orang (risiko pasar).
- b. Pembangunan sebuah produk yang tidak sesuai dengan keseluruhan strategi bisnis bagi perusahaan (risiko strategi).
- c. Pembangunan sebuah produk dimana sebuah bagian pemasaran tidak tahu bagaimana harus menjualnya.
- d. Kehilangan dukungan manajemen senior sehubungan dengan perubahan pada fokus atau perubahan pada manusia (risiko manajemen).
- e. Kehilangan hal-hal yang berhubungan dengan biaya atau komitmen personal (risiko biaya).

2.4 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah suatu pendekatan terstruktur atau metodologi dalam mengelola ketidakpastian yang berkaitan dengan ancaman dan merupakan suatu rangkaian aktifitas manusia yaitu dengan penilaian risiko, pengembangan strategi untuk mengelolanya dan mitigasi risiko dengan menggunakan pemberdayaan sumber daya. Strategi yang diambil adalah memindahkan risiko kepada pihak lain, menghindari risiko, mengurangi efek negatif risiko, dan menampung sebagian atau semua konsekuensi risiko tertentu. Manajemen risiko tradisional berfokus pada risiko-risiko yang timbul oleh penyebab fisik atau legal seperti bencana alam atau kebakaran, kematian, dan tuntutan hukum (Mamduh, 2014).

Sasaran dari pelaksanaan manajemen risiko adalah untuk mengurangi risiko yang berbeda-beda berkaitan dengan bidang yang telah dipilih pada tingkat yang dapat diterima oleh masyarakat. Hal ini dapat berupa berbagai jenis

ancaman yang disebabkan oleh lingkungan, teknologi, manusia, organisasi, dan politik. Di sisi lain pelaksanaan manajemen risiko melibatkan segala cara yang tersedia bagi manusia, khususnya bagi entitas manajemen risiko yaitu manusia, staff, dan organisasi. Dengan tahapan

1. Identifikasi

Sebelum dapat mengelola sesuatu hal yang pertama adalah harus mengetahui terlebih dahulu. Demikian dengan manajemen risiko, diawali dengan mengenali risiko dan memprediksikan konsekuensinya

2. Analisis

Analisis risiko merupakan tahap kedua yang bertujuan untuk mengestimasi peluang terjadinya risiko dan memprediksi letak potensi risiko itu berada dengan menggunakan metode tertentu dengan persamaan-persamaan matematis. Dimana besar probabilitasnya direpresentasikan dalam bentuk angka.

3. Prioritas

Prioritas adalah tahap seluruh variabel yang memiliki probabilitas tinggi akan terjadinya risiko, dianalisa berdasarkan dampak yang akan ditimbulkan. Dengan menggunakan metode tertentu, dampak diukur sesuai metode dan persamaan yang

4. Mitigasi

Tahap ini adalah tahap terakhir dalam manajemen proyek, dimana probabilitas yang memiliki dampak besar terhadap proyek baik itu secara teknis, biaya dan waktu akan disediakan alternatif penanganannya. Tahap dalam mitigasi adalah:

- a. Menghindari risiko
- b. Menyediakan solusi bagi risiko
- c. Menyerahkan risiko ke pihak lain
- b. Menerima risiko (tidak melakukan apapun terhadap risiko yang datang)

2.5 Manajemen Risiko Perangkat Lunak

Manajemen risiko perangkat lunak adalah pengelolaan risiko dengan meminimalkan kegagalan yang mencakup aspek technical, cost, dan schedule pada pengembangan perangkat lunak (Mall, 2018). Pengembangan perangkat lunak mempunyai 3 area pokok risiko adalah sebagai berikut:

1. Ketidakjelasan kebutuhan perangkat lunak mengakibatkan ketidaktepatan fungsionalitas yang dikembangkan.
2. Ketidapahaman estimasi biaya yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak mengakibatkan biaya yang berlebih.
3. Ketidakmampuan mengukur kinerja tim proyek pengembang perangkat lunak dalam menyelesaikan pekerjaan dan besarnya fungsionalitas mengakibatkan semakin lamanya jadwal pengembangan perangkat lunak.

2.6 Matriks Risiko Perangkat Lunak

Matriks Risiko digunakan untuk menilai faktor risiko dalam perangkat lunak. konsep ini ditemukan pertama kali yang berfungsi untuk mendapatkan perangkat lunak yang berkualitas dan handal. Matrik risiko perangkat lunak merupakan kumpulan pertanyaan (kuisisioner) dengan jawaban yang diberi bobot nilai sesuai dengan pendapat responden dalam manajemen risiko proyek perangkat lunak. Indikator utama dalam risiko pengembangan perangkat lunak adalah Engineering, Development Enviroment, Program Constraint (Islam, 2009). Pada indicator tersebut dibagi lagi menjadi sub class dengan berbagai macam faktor. Berdasarkan indicator tersebut masih dibagi menjadi sub indicator ditampilkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1: Matriks Risiko Perangkat Lunak

Indicator	Classes	Factor
Program Constraint	Resource	Team Knowledge Level
		Team Experience Level
		Team Size
		Project Size
		Financial Feasibility
	Contract and Program Interface	External Dependence Level
		Client Experience
Product Engineering	Requirement Specification	Requirement Stability
		Requirement Clarity
		Requirement Dependence
		Requirement Complexity
	Design and Implementation	Reuse Level
		Interfacing Level
		No. of Programming Language
	Integration and Testing	Product Stability
		Difficult Level to Implement
		Security
Development Environment	Management Process	Maturity Level
		Project Dependence Level
		Project Manager Experience Level
	Development Process & System	Development Software Availability
		Development Infrastructure Availability
		Experience on The Development Process
		Team Focus
	Work Environment	Turnover
		Management Method
	Effective Role of Organization	

2.7 System Development Life Cycle

System Development Life Cycle (SDLC) adalah suatu model konsep yang digunakan di dalam manajemen proyek untuk menguraikan langkah-langkah yang terlibat dalam satu proyek. Berbagai metode SDLC telah dikembangkan untuk memandu pengembangan sistem termasuk model waterfall (Metode SDLC yang asli), Rapid Application Development (RAD), Joint Application Development (JAD), Fountain model dan Spiral model dan lain sebagainya. Pada umumnya tahap-tahap dalam pengembangan perangkat lunak adalah:

1. Requirement

Aktivitas yang dilakukan untuk mengeksplorasi konsep-konsep/fenomena alami yang ada pada ranah persoalan. Pada tahap ini mengumpulkan spesifikasi kebutuhan sebuah perangkat lunak dari semua stakeholder yang terlibat. Stakeholder adalah semua orang/organisasi yang terlibat dalam pengembangan sistem mulai dari top manager sampai end user.

2. Design

Pada tahap design menentukan bagaimana system akan beroperasi, dalam hal ini antara lain database, perangkat keras, perangkat lunak, infrastruktur jaringan, user interface, form dan output laporan.

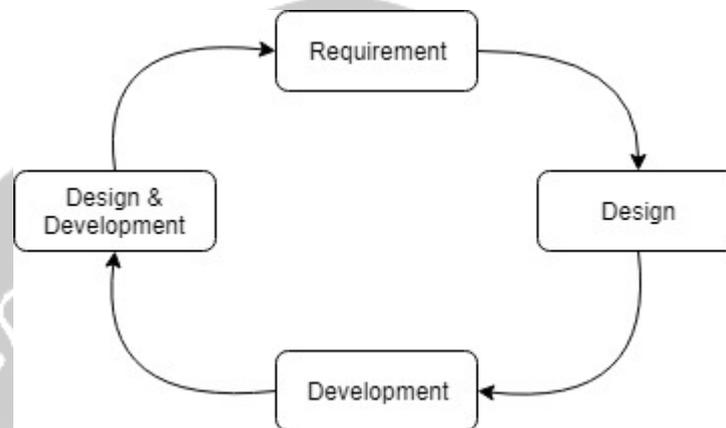
3. Development

Tahap ini dilakukan implementasi bahasa pemrograman. Pembuatan perangkat lunak dipecah menjadi modul-modul kecil yang akan digabungkan dalam tahap berikutnya. Tahap ini dilakukan pengujian awal untuk mengetahui kesesuaian fungsi yang dibutuhkan dan didefinisikan.

4. Testing dan deployment

Tahap ini merupakan tahap penggabungan modul-modul yang telah dibuat dan dilakukan pengujian pada kasus nyata untuk mengetahui perangkat lunak yang dibuat sesuai dengan desain dan kebutuhan yang

didefinisikan. Setelah pengujian dan evaluasi dilakukan implementasi dan digunakan oleh user.



Gambar 2.1 Tahap-tahap dalam pengembangan perangkat lunak.

2.8 Fuzzy

2.2.1. Logika Fuzzy

Konsep tentang logika fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada tahun 1962. Logika fuzzy adalah metode pemecahan masalah, yang ideal diterapkan pada sistem, mulai dari sistem kecil, sederhana, embedded system, jaringan PC, multi-chanel atau workstation berbasis akusisi data, dan sistem kontrol. Metodologi ini dapat digunakan pada Hardware, Software atau dapat kombinasikan dari keduanya (Yager, 2012).

Kelebihan dari logika fuzzy adalah proses penalarannya menggunakan bahasa, dan dalam desainnya tidak memerlukan persamaan matematik yang rumit. Beberapa alasan mengapa peneliti menggunakan logika fuzzy diantaranya adalah mudah dimengerti, dapat memproses data yang kurang tepat, dapat mengembangkan dan menerapkan pengalaman ahli langsung tanpa proses pelatihan, dapat bekerja dengan teknik kontrol konvensional.

2.2.4.1. Dasar-Dasar Logika Fuzzy

Untuk memahami logika fuzzy, sebelumnya perhatikan dahulu konsep dari himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy mempunyai 2 atribut, yaitu :

1. Linguistik, yaitu nama suatu kelompok yang mewakili keadaan tertentu menggunakan bahasa alami, misalnya PANAS, SEJUK, DINGIN mewakili variabel kondisi temperature.
2. Numeris, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 1,3,5,7, dan sebagainya.

Disamping itu ada beberapa hal yang harus dipahami dalam memahami logika fuzzy yaitu :

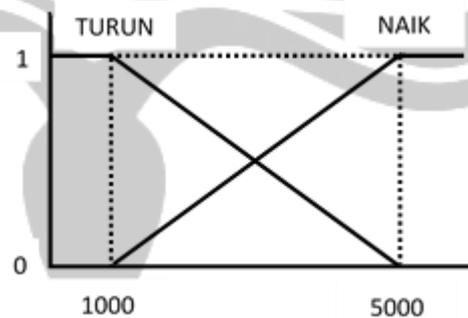
1. Variabel fuzzy, yaitu variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem fuzzy.

Contoh : penghasilan, temperatur, permintaan, umur, dan sebagainya.

2. Himpunan fuzzy, yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.

Contoh gambar 2.2 :

Variabel penawaran, terbagi menjadi 2 buah himpunan fuzzy, yaitu laris dan tidak laris.



Gambar 2.2 Variabel penawaran, terdapat 2 buah himpunan fuzzy LARIS dan TIDAK LARIS.

3. Semesta pembicaraan, yaitu seluruh nilai yang diizinkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy.

Contoh :

Semesta untuk pembicaraan untuk variabel permintaan : $[0 +\infty]$

Semesta untuk pembicaraan untuk variabel temperatur : $[-10 90]$

4. Domain himpunan fuzzy, yaitu seluruh nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Pada Gambar 2.2 diatas domain untuk himpunan TURUN dan himpunan NAIK masing-masing adalah :

Domain himpunan TURUN = $[0 5000]$

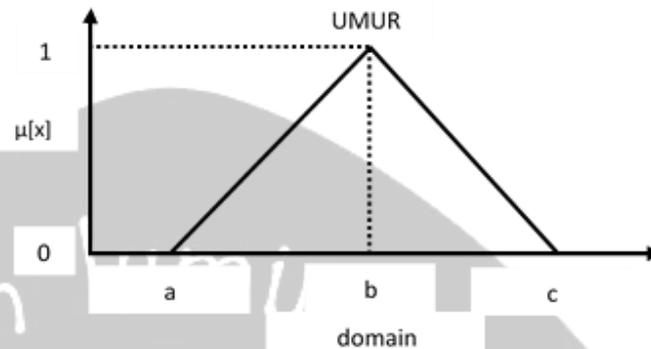
Domain himpunan NAIK = $[1000 +\infty]$

2.2.4.2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan adalah grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing variabel input yang berada dalam interval antara 0 sampai 1. Derajat keanggotaan sebuah variabel x dilambangkan dengan $\mu(x)$. Rule-rule menggunakan keanggotaan sebagai faktor bobot untuk menentukan pengaruhnya pada saat melakukan inferensi untuk menarik kesimpulan. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang sering digunakan, diantaranya adalah :

1. Grafik Keanggotaan Fungsi Representasi Kurva Segitiga

Grafik keanggotaan kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan dari 2 garis (linear) seperti terlihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Fungsi representasi kurva bentuk segitiga .

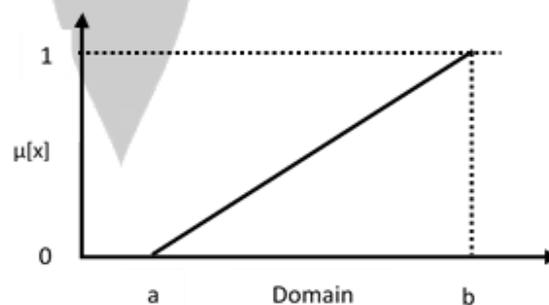
Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (b - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.1)$$

2. Grafik Keanggotaan Fungsi Representasi Kurva Linear

Pada grafik keanggotaan linear, sebuah variabel input dipetakan ke derajat keanggotaannya dengan digambarkan sebagai suatu garis lurus.

Ada 2 grafik keanggotaan linier. Pertama, grafik keanggotaan kurva linear naik, yaitu kenaikan himpunan fuzzy dimulai dari domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi. (Gambar 2.4)

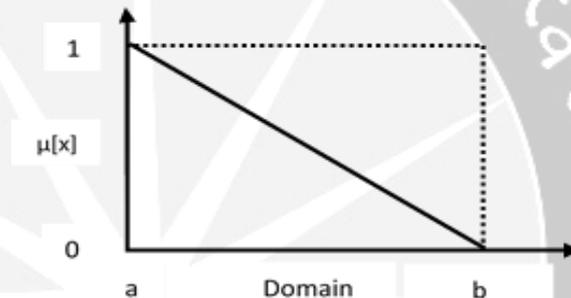


Gambar 2.4 Fungsi representasi kurva garis lurus (linear) naik .

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x = b \end{cases} \quad (2.2)$$

Kedua, grafik keanggotaan kurva linear turun, yaitu kenaikan himpunan fuzzy dimulai dari domain yang memiliki derajat keanggotaan tertinggi pada sebelah kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih rendah. (Gambar 2.5)



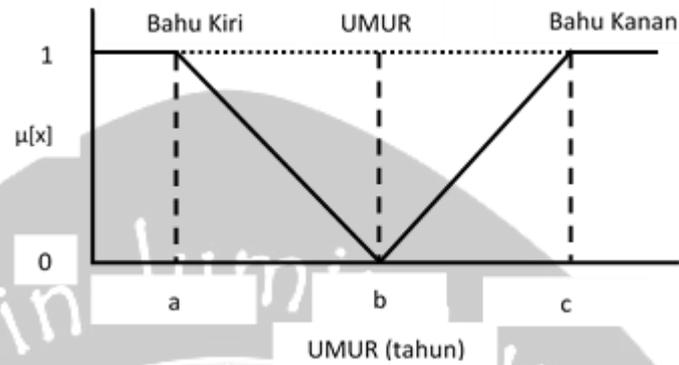
Gambar 2.5 Fungsi representasi kurva garis lurus (linear) turun .

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.3)$$

3. Grafik diagram Keanggotaan Fungsi Representasi Kurva Bentuk Bahu

Grafik keanggotaan kurva “bahu” digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy yang nilai derajat keanggotaannya adalah konstan (biasanya 1). Gambar 2.6 menunjukkan variabel UMUR dengan daerah bahunya.



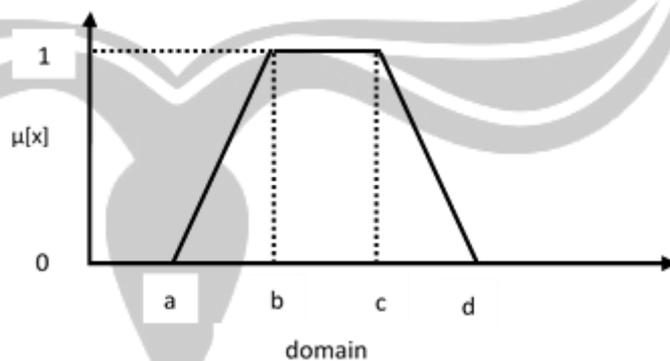
Gambar 2.6 Fungsi representasi kurva bentuk “bahu” pada variabel umur.

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & 0 \leq x \leq a \text{ atau } c \leq x \leq d \\ (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (x-b)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.4)$$

4. Grafik Keanggotaan Fungsi Representasi Kurva Trapesium

Grafik keanggotaankurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (Gambar 2.7).



Gambar 2.7 Fungsi representasi kurva bentuk trapesium .

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.5)$$

2.2.4.3. Operasi Himpunan Fuzzy

Operasi himpunan fuzzy diperlukan untuk proses inferensi atau penalaran. Dalam hal ini yang dioperasikan adalah derajat keanggotaannya. Derajat keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua buah himpunan fuzzy disebut sebagai *fire strength* atau α -predikat. Berikut merupakan beberapa operasi dasar yang paling sering digunakan untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy.

1. Operasi Gabungan (*Union*)

Operasi gabungan (sering disebut operator OR) di himpunan fuzzy A dan B dinyatakan sebagai $A \cup B$. Dalam sistem logika fuzzy, operasi gabungan disebut sebagai *Max*.

Derajat keanggotaan setiap unsur himpunan fuzzy $A \cup B$ adalah derajat keanggotaannya pada himpunan fuzzy A atau B yang memiliki nilai terbesar.

2. Operasi Irisan (*Intersection*)

Operasi gabungan (sering disebut operator AND) di himpunan fuzzy A dan B dinyatakan sebagai $A \cap B$. Dalam sistem logika fuzzy, operasi gabungan disebut sebagai *Min*.

Dalam tiap-tiap fuzzy $A \cap B$ mempunyai derajat keanggotaan dalam himpunan A atau B dengan nilai terkecil.

3. Operasi Komplemen (*Complement*)

Bila himpunan fuzzy A pada himpunan universal X mempunyai fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ maka komplemen dari

himpunan fuzzy A (sering disebut NOT) adalah himpunan fuzzy A^C dengan fungsi keanggotaan untuk setiap x elemen X .

$$\mu_{A^C}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (2.7)$$

2.2.4.4. Penalaran Monoton

Penalaran monoton digunakan untuk merelasikan himpunan fuzzy A pada variabel x dan himpunan fuzzy B pada variabel y dengan cara membuat implikasi berikut .

IF x is A THEN y is B

2.2.4.5. Fungsi Implikasi

Dalam suatu fuzzy based knowledge, Suatu relasi fuzzy akan selalu berhubungan dengan setiap aturan - aturan (proposisi). Berikut adalah bagaimana digunakannya fungsi implikasi :

IF a is X THEN b is Y

Himpunan fuzzy diatas adalah himpunan X dan Himpunan Y dan variabel a bertipe skalar begitu juga dengan variabel Y. IF yang diikuti oleh preposisi disebut sebagai anteseden, Sedangkan Then yang diikuti proposisi disebut sebagai konsekuen. Proposisi tersebut bisa diperkuat dengan menggunakan operator fuzzy seperti berikut;

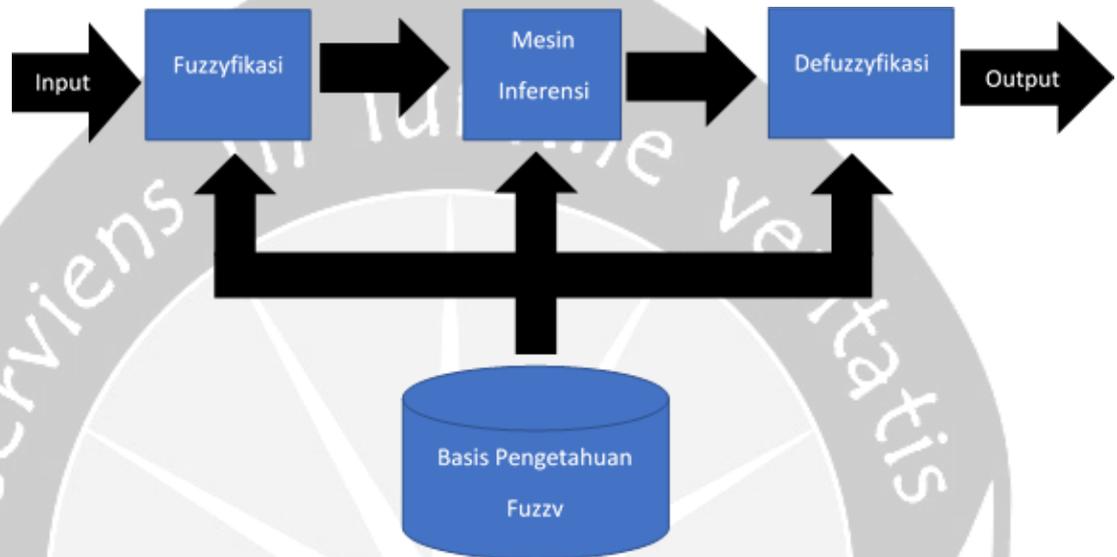
IF $(x_1 \text{ is } A_1) \cdot (x_2 \text{ is } A_2) \cdot (x_3 \text{ is } A_3) \cdot \dots \cdot (x_N \text{ is } A_N)$ THEN y is B

Dengan operator OR dan AND ditandai dengan simbol. fungsi implikasi secara general bisa dipergunakan sebagai berikut :

1. Min . Fungsi minimum ini digunakan untuk mendapatkan nilai α -predikat hasil implikasi dengan cara memotong output himpunan fuzzy sesuai dengan derajat keanggotaan yang terkecil.
2. Dot (*Product*). Fungsi ini digunakan untuk mendapatkan nilai α -predikat hasil implikasi dengan cara menskala output himpunan fuzzy sesuai dengan derajat keanggotaan yang terkecil.

2.2.4.6. Cara Kerja Logika Fuzzy

Untuk memahami cara kerja logika fuzzy, perhatikan struktur elemen dasar sistem inferensi fuzzy berikut (Gambar 2.8)



Gambar 2.8 Cara kerja logika fuzzy.

Keterangan :

Basis Pengetahuan Fuzzy : kumpulan rule-rule Fuzzy dalam bentuk pernyataan IF...THEN.

Fuzzyfikasi : Proses perubahan masukan dari system yang diberi nilai tegas untuk menjadi variabel linguistik dan dimasukkan ke dalam fungsi keanggotaan yang kemudian di simpan dalam knowledge base fuzzy

Mesin Inferensi : Proses dimana perubahan masukan fuzzy untuk menjadi keluaran fuzzy dengan menggunakan cara mengikuti IF THEN rules yang sudah disimpan dalam knowledge base fuzzy

DeFuzzyfikasi : Proses perubahan keluaran fuzzy yang didapatkan mesin inferensi untuk menjadi crisp(nilai tegas) menggunakan fungsi keanggotaan sesuai pada saat proses fuzzifikasi.

2.2.2. Fuzzy Tsukamoto

Dalam fuzzy Tsukamoto representasi tiap-tiap konsekuen aturan IF THEN adalah dengan himpunan fuzzy yang mempunyai keanggotaan monoton. Output hasil inferensi dari setiap rules yang diberikan nilai secara crisp(tegas) yang mempunyai dasar a-predikat atau fire strenght. Dan output dihasilkan dengan membagi rata-rata yang terbobot.(Sutojo, et al., 2011).

Secara umum bentuk model fuzzy Tsukamoto adalah :

If (A IS X) and (B IS Y) Then (C IS Z)

Dimana X, Y, Z adalah himpunan fuzzy.

If (a is X₁) and (b is Y₁) Then (c is Z₁)

If (A is X₂) and (b is Y₂) Then (c is Z₂)

Tahapan - tahapan metode fuzzy Tsukamoto dalam inferensinya adalah sebagai berikut

1. Proses Fuzzyfikasi
2. Membangun Fuzzy Knowledge Base (aturan yang berbentuk IF..THEN)
3. Mesin Inferensi

nilai a-predikat setiap aturan($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) didapatkan dengan menggunakan fungsi implikasi MIN.

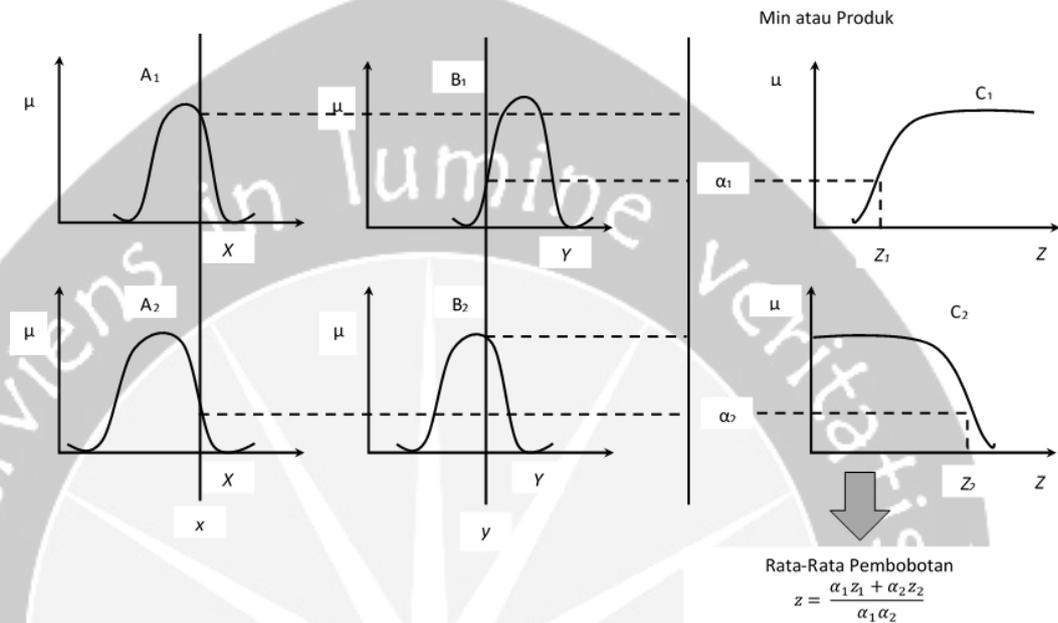
Dan kemudian hasil nilai yang didapatkan dari a-predikat digunakan buat mengkalkulasi output inferensi secara crisp(tegas) untuk tiap-tiap aturan (rule) ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).

4. Defuzzyfikasi

Rata-rata (average) digunakan untuk menghitung nilai defuzzyfikasi

$$z^* = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i}$$

Gambar 2.9 menunjukkan skema penalaran fungsi MIN dan proses defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.



Gambar 2.9 Skema penalaran fungsi implikasi min atau produk dan proses defuzzyfikasi

Proses DeFuzzifikasi

Hasil akhir output (z) diperoleh dengan menggunakan rata-rata pembobotan :

$$z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad (2.9)$$