

***FUZZY LOGIC* MEMPREDIKSI KECELAKAAN
KERJA PADA GALANGAN KAPAL DI PT SUMBER
MARINE SHIPYARD**

SKRIPSI



Oleh:

Yakobus Oda Leko

150210130

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2019**

***FUZZY LOGIC* MEMPREDIKSI KECELAKAAN
KERJA PADA GALANGAN KAPAL DI PT SUMBER
MARINE SHIPYARD**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
Guna memperoleh gelar Sarjana**



Oleh:

Yakobus Oda Leko

150210130

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2019**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, dan/atau magistar), baik di Universitas Putera Batam maupun diperguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau di publikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Batam, 07 Februari 2020

Yakobus Oda Leko
150210130

**FUZZY LOGIC MEMPREDIKSI KECELAKAAN KERJA
PADA GALANGAN KAPAL DI PT SUMBER MERINE**

Oleh

Yakobus Oda Leko

150210130

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar sarjana**

**Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal
seperti tertera di bawah ini**

Batam, 07 Februari 2020

Alfannisa Annurrullah Fajrin, S.Kom., M.Kom

Pembimbing

ABSTRAK

Daerah Batam merupakan daerah perindustrian yang hampir menyebar di setiap wilayah Batam. Daerah Tanjung Uncang merupakan kawasan terluas untuk perindustrian perkapalan untuk daerah Batam. Salah satu galangan kapal yang masih bertahan adalah PT. Sumber Marine Shipyard. PT. Sumber Marine Shipyard berdiri sejak tahun 2010 dan mulai beroperasi pada tahun 2011 dan berlokasi di Jln. Brigjend Katamso, Tanjung Uncang, dan merupakan kawasan industri tersibuk di kota Batam. Perusahaan ini juga memiliki beberapa departemen didalamnya, salah satunya adalah Departemen *SAFETY*. Menurut data dari dokumen *safety* di tahun 2011 sampai 2018, tingkat kecelakaan di PT. Sumber Marine Shipyard mencapai 96 orang karyawan. Permasalahannya yang terjadi saat ini adalah kurangnya tingkat keselamatan seorang karyawan sehingga mengakibatkan luka fisik dan bahkan mengorbankan nyawa bagi karyawan yang bekerja di perusahaan ini. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pelatihan *safety* dalam penggunaan alat kerja, jarang dilakukan *breafing* sebelum bekerja dan tingkat kesadaran akan *safety* yang masih kurang. Dengan melihat permasalahan yang sedang terjadi, peneliti menggunakan metode Sugeno untuk membantu meminimalisir dan mengantisipasi kecelakaan dalam bekerja. Ada beberapa tahapan dalam mendapatkan *output* dengan menggunakan metode ini di antaranya adalah fuzzyfikasi, pembuatan basis pengetahuan *fuzzy* (Rule dalam bentuk IF...THEN), Mesin Inferensial dan Defuzzyfikasi. Hasil yang didapat dalam pengujian Matlab R2014a senilai 0,57 dan pengujian manualnya adalah 0,5. Keputusan yang diambil berdasarkan pengujian tersebut adalah tidak layak. Sehingga metode Takagi Sugeno dalam menentukan tingkat kecelakaan kerja pada PT Sumber Marine Shipyard hasil yang didapat cukup akurat dan dapat dikatakan baik.

kata kunci: *Safety, Fuzzy Logic, Metode Sugeno, Defuzifikasi*

ABSTRACT

Batam area is an industrial area which is almost spread in every area of Batam. The Tanjung Uncang area is the largest area for shipping industry for the Batam area. One shipyard that still survives is PT. Marine Shipyard Resources. PT. Sumber Marine Shipyard was established in 2010 and started operating in 2011 and is located at Jl. Brigjend Katamso, Tanjung uncang, and is the busiest industrial area in the city of Batam. This company also has several departments in it, one of which is the SAFETY Department. According to data from safety documents from 2011 to 2018, the accident rate at PT. Sumber Marine Shipyard has 96 employees. The problem that occurs at this time is the lack of safety level of an employee resulting in physical injury and even sacrifice lives for employees who work at this company. This is due to the lack of safety training in the use of work tools, breafing is rarely done before work and the level of safety awareness is still lacking. By looking at the problems that are happening, researchers use the Sugeno method to help minimize and anticipate accidents at work. There are several stages in getting output using this method including fuzzyfication, fuzzy knowledge base creation (Rule in the form of IF ... THEN), Inferential and Defazzyfication Machines. The results obtained in the Matlab R2014a test were worth 0.57 and the manual test was 0.5. Decisions made based on these tests are not feasible. So Takagi Sugeno method in determining the level of work accidents at PT Sumber Marine Shipyard the results obtained are quite accurate and can be said to be good.

Keywords: *Safety, Fuzzy Logic, Sugeno Method, Defuzification*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunianya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada program studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh lebih sempurna. Karena itu kritik dan saran akan senantiasa peneliti terima dengan senang hati.

Dengan segala keterbatasan, peneliti menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Putera Batam
2. Ketua Program Studi
3. Dekan Fakultas Teknik dan Komputer
4. Ibu Alfannisa Annurrullah Fajrin, S.Kom.,M.Kom selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.
5. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam
6. Manajer Safety PT Sumber Merine shipyard dan jajarannya.

7. Termakasih kepada keluarga besar Manggarai Timur Batam, terima kasih atas proses pendewasaan diri yang kalian semua berikan untuk peneliti.
8. Seluruh teman teman Program Study Informatika Universitas Putera Batam angkatan tahun 2015, semoga ini menjadi awal yang baik untuk kita semua.
9. Seluruh insan yang peneliti cintai, insan hebat yang membawah peneliti kejalan yang lebih baik, yang telah berjasa dan relah berkorban demi mulusnya perjalan hidup saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terima kasih untuk semuanya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan dan mencurahkan Roh Kudus kepada kita semua, Amin.

Batam, 07 Februari 2020

Yakobus Oda Leko

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Perumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1. Teori Dasar	8
2.1.1. Kecerdasan Buatan (artificial intelligence).....	8
2.1.2 Jaringan Syaraf Tiruan (JST).....	10
2.1.2.1 Kelebihan Dan Kelemahan JST	11
2.1.2.2 Arsitektur Jaringan	12
2.1.3 Sistem Pakar	15
2.1.3.1 Konsep Dasar Sistem Pakar	16
2.1.3.2 Teknik Inferrensi Forward Chaining Dan beckward Chaining.....	18
2.1.4 Fuzzy Logic	19
2.1.4.1 Dasar Dasar Logika <i>Fuzzy</i>	21
2.1.4.2 Fungsi Keanggotaan	22
2.1.4.3 Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	28
2.1.4.4 Operator Dasar Himpunan <i>Fuzzy</i>	31

2.1.5 Metode Sugeno	32
2.2 Variabel (indikator masalah/kriteria)	33
2.3 <i>Software</i> Pendukung	34
2.4 Penelitian Terdahulu	36
2.5 Kerangka Pemikiran	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1. Desain Penelitian	42
3.2. Teknik Pengumpulan Data	45
3.1.1. Wawancara	45
3.1.2. Observasi	46
3.3. Operasional Variabel	46
3.4. Perancangan Sistem	48
3.5. Lokasi dan Jadwal Penelitian	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1. Hasil Penelitian	50
4.1.1. Kriteria Penelitian	50
4.1.2. <i>Fuzzyfikasi</i>	51
4.1.3. <i>Domain</i>	53
4.1.4. Fungsi Keanggotaan	54
4.4.5. <i>Rules</i>	61
4.2. Pembahasan	76
4.2.1. Pengujian Manual	76
4.2.2. Perbandingan	119
BAB V KESIMPULAN	121
5.1. Kesimpulan	121
DAFTAR PUSTAKA	123
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	125
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan Saraf Tiruan Lapisan Tunggal.....	13
Gambar 2.2 Jaringan Saraf Tiruan Lapsan Banyak.....	13
Gambar 2.3 Jaringan Saraf Tiruan.....	14
Gambar 2.5 Grafik Keanggotaan Kurva <i>Linear</i> Naik	23
Gambar 2.6 Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga.....	23
Gambar 2.7 Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium.....	24
Gambar 2.8 Grafik Keanggotaan Kurva Bentuk Bahu.....	25
Gambar 2.9 Grafik Keanggotaan Kurva S Pertumbuhan	26
Gambar 2.10 Grafik Keanggotaan Kurva S Penyusutan	27
Gambar 2.11 Grafik Kurva Bentuk Lonceng (<i>Bell Curva</i>)	28
Gambar 2.9 Kerangka Pemikiran	41
Gambar 4.1 Variabel Masukan Aturan.....	55
Gambar 4.2 Variabel Masukan Lokasi	56
Gambar 4.3 Variabel Masukan Operasional.....	58
Gambar 4.4 Variabel Masukan APD	59
Gambar 4.5 Variabel Output	61
Gambar 4.5 Tampilan Variabel	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6 Tampilan <i>Rules</i>	118
Gambar 4.7 Tampilan Hasil Pengujian	119

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variabel Data Real Tingkal Kecelakaan Kerja ... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.1 Variabel Himpunan *Fuzzy* 47

Tabel 3.2 Lokasi Dan Tempat Penelitian 48

Tabel 4.1 Semesta Pembicaraan 52

Tabel 4.3 *Rules* (Aturan *Fuzzy*) 62

Tabel 4.7 Defuzzyfikasi..... 111

Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Keputusan 120

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Batam merupakan daerah perindustrian yang hampir menyebar di setiap wilayah Batam. Salah satu sektor perindustrian yang paling terkenal dan banyak di jumpai adalah Galangan kapal yang hampir membentang sepanjang pesisir laut daerah Batam. Masyarakat Batam hampir sebagian besarnya bekerja di Galangan Kapal dan sebagiannya bekerja di PT. Elektronik. Daerah Tanjung Ugang merupakan kawasan terluas untuk perindustrian perkapalan untuk daerah Batam. Akhir-akhir ini galangan kapal mengalami kemacetan atau penurunan dalam memproduksi hasil yang menjadi targetnya. Hal ini terbukti banyak galangan kapal yang tutup karena sebagian Investor ingin berinvestasi di negara lain. Salah satu galangan kapal yang masih bertahan adalah PT. Sumber Marine Shipyard. PT. Sumber Marine Shipyard berdiri sejak tahun 2010 dan mulai beroperasi pada tahun 2011 dan berlokasi di Jln. Brigjend Katamsa, Tanjung Ugang, dan merupakan kawasan industri tersibuk di kota Batam. Perusahaan ini telah banyak membuat kapal, sudah banyak dipasarkan hampir diseluruh wilayah Indonesia. Salah satu kapal yang di buat PT. Sumber Marine Shipyard adalah kapal semen berenergi listrik pertama untuk di Indonesia.

PT. Sumber Marine Shipyard mempunyai karyawan yang tidak kalah banyaknya dengan PT yang berada di daerah Tanjung Uncang. Dari hasil survei peneliti, dapat dikatakan bawah PT. Sumber Marine Shipyard merupakan perusahaan yang sangat bermutu di bidang perkapalan. Perusahaan ini juga memiliki fasilitas yang sangat memadai bagi karyawan yang berkerja di perusahaan tersebut dan manajemen yang cukup bagus dalam mengatur tata kelolah perusahaannya. Perusahaan ini juga memiliki beberapa departemen didalamnya, salah satunya adalah Departemen *SAFETY*. Dalam penelitian ini, peneliti mau membahas tentang departemen *safety*, dimana pada bagian departemen *safety* ini masih banyak ditemukan ketidak layankan pekerjaan itu dilakukan serta alat keselamatan yang kurang lengkap. Menurut data dari dokumen *sefety* di tahun 2011 sampai 2018, tingkat kecelakaan di PT. Sumber Marine Shipyard mencapai 96 orang karyawan. Dengan rincian : 5 orang meninggal, 9 orang patah patah, 16 orang terjepit benda keras, 23 orang terbentur dan 43 diantaranya mengalami luka ringan.

Hal ini sangatlah memprihatinkan bagi seorang karyawan yang setiap harinya datang bekerja di perusahaan ini, tetapi keselamatannya terancam. Permasalahannya yang terjadi saat ini adalah kurangnya tingkat keselamatan seorang karyawan sehingga mengakibatkan luka fisik dan bahkan mengorbankan nyawa bagi karyawan yang berkerja di perusahaan ini. Kelalaian dan keselamatan pekerja serta penggunaan peralatan perusahaan untuk kenyamanan keselamatan karyawan diperusahaan ini masih sangat minim. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pelatihan *safety* dalam penggunaan alat kerja, jarang dilakukan

breafing sebelum bekerja dan tingkat kesadaran akan *safety* yang masih kurang. *Safety* merupakan salah satu ujung tombak perusahaan dalam melakukan pekerjaan, dimana *safety* dapat menjamin suatu karyawan agar dapat bekerja dengan nyaman di areh kerjanya masing masing.

Dengan melihat permasalahan yang sedang terjadi dalam perusahaan ini, peneliti menggunakan metode Sugeno untuk memmbantu meminimalisir dan mengantisipasi kecelakaan dalam bekerja di PT. Sumber Marine Shipyard. *Fuzzy Logic* merupakan sebuah sistem pemecahan sebuah masalah dan bisa dijadikan pemecahan masalah dalam mengambil sebuah keputusan. Dalam pembuatan *Fuzzy Logic* diperlukan tentang konsep logika *Fuzzy* diantaranya adalah Variabel *Fuzzy*, Himpunan *Fuzzy*, Semesta Pembicara dan Domain.

Metode Sugeno adalah sering dikenal dengan *output* sistem berupa konstanta atau persamaan linear. Dan metode ini dipekenalkan oleh Takagi Sugeno pada tahun 1985. Ada beberapa tahapan dalam mendapatkan *output* dengan menggunakan metode ini di antaranya adalah fuzzyfikasi, pembuatan basis pengetahuan *fuzzy* (Rule dalam bentuk IF...THEN), Mesin Inferensial dan Defazzyfikasi. Dengan adanya sebuah sistem pengambilan keputusan, peneliti mengangkat judul penelitian sebagai berikut **“*Fuzzy Logic* Memprediksi Kecelakaan Kerja Pada Galangan Kapal Di PT Sumber Marine Shipyard”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti dapat mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Kurangnya perusahaan dalam memberikan penyuluhan tentang keselamatan kerja bagi karyawan.
2. Kurang disiplinnya karyawan dalam menggunakan APD (alat pelindung diri).
3. Masih banyak kecelakaan kerja yang mencapai 96 orang dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2018

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan masalah di atas perlu adanya batasan masalah sehingga ruang lingkup masalah menjadi lebih jelas. Batasan masalah yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di PT. Sumber Marine Shipyard dan hanya terpusat pada departemen *Safety*.
2. *Software* yang di gunakan dalam penelitian ini menggunakan *software Matlab* tahun 2014.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Sugeno
4. Variable yang di gunakan dalam penelitian ini adalah Aturan , Lokasi , Operasional dan APD (Alat pelindung diri)

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas peneliti dapat menarik beberapa rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana PT Sumber Marine Shipyard melakukan penyuluhan dalam upaya keselamatan kerja.
2. Bagaimana penggunaan *software Matlab* pada PT. Sumber Marine Shipyard sebagai sistem pengambilan keputusan.
3. Bagaimana PT Sumber Marine Shipyard menerapkan sistem safety untuk keselamatan kerja.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dilakukan penelutih dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pentingnya penyuluhan dalam upaya keselamatan kerja di PT. Sumber Marine Shipyard.
2. Untuk mengetahui penggunaan *software Matlab* pada PT. Sumber Marine Shipyard sebagai sistem pengambilan keputusan.
3. Untuk mengetahui penerapkan sistem safety untuk keselamatan kerja pada PT. Sumber Marine Shipyard.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang di harapkan penulis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Menerapkan ilmu secara nyata dan untuk mengaplikasikan ilmu yang di dapat selama di bangku kuliah.
 - b. Sebagai parameter kualitas kelulusan mahasiswa Fakultas Teknik Informatika Universitas Putera Batam.
 - c. Sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan dalam pemecahan masalah.
2. Manfaat Praktis
 - a. Meminimalisir tingkat kecelakaan kerja pada perusahaan PT. Sumber Marine Shipyard.
 - b. Menambah wawasan serta menjadi pelajaran yang sangat berharga dimana kecelakaan kerja sangatlah merugikan bagi setiap karyawan yang bekerja pada PT. Sumber Marine Shipyard.
 - c. Penelitian ini bisa dijadikan salah satu sumber atau referensi bagi penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Teori Dasar

2.1.1. Kecerdasan Buatan (*artificial intelligence*)

Kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* (AI) adalah cabang ilmu komputer yang membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti yang dilakukan oleh manusia. Pada awal diciptakannya, komputer hanya difungsikan sebagai alat untuk menghitung saja. Seiring dengan perkembangan zaman, maka peran komputer semakin mendominasi kehidupan manusia. Hal ini biasanya dilakukan dengan mengikuti karakteristik dan analogi berpikir dari kecerdasan manusia dan menerapkannya sebagai algoritma yang di kenal dengan komputer. Kecerdasan buatan *artificial intelligence* (AI) biasanya selalu di hubungkan dengan ilmu komputer akan tetapi berkaitan erat juga dengan bidang lain seperti matematika, psikologi, pengamatan, biologi dan lain sebagainya. Kemampuan dalam mengkombinasikan pengetahuan dari semua bidang ini pada akhirnya akan bermanfaat bagi kemajuan dan upaya menciptakan suatu kecerdasan buatan(Rizki, 2016).

Kecerdasan buatan *artificial intelligence* (AI) memiliki beberapa keuntungan komersial antara lain adalah sebagai berikut:

1. Kecerdasan buatan *artificial intelligence* (AI) lebih bersifat permanen
2. Kecerdasan buatan *artificial intelligence* (AI) lebih mudah di duplikasi dan di sebarkan
3. Kecerdasan buatan *artificial intelligence* (AI) lebih murah dibandingkan dengan kecerdasan alami
4. Kecerdasan buatan *artificial intelligence* (AI) bersifat konsisten
5. Kecerdasan buatan *artificial intelligence* (AI) dapat di dokumentasi
6. Kecerdasan buatan *artificial intelligence* (AI) dapat melakukan pekerjaan dengan cepat dibandingkan kecerdasan alami.

Sedangkan keuntungan kecerdasan alami dapat di bedakan dari kecerdasan buatan berikut ini:

1. Kreatif
2. Kemungkinan orang untuk menggunakan pengalamannya secara langsung.
3. Pemikiran manusia dapat digunakan secara luas, sedangkan kecerdasan buatan *artificial intelligence* (AI) sangat terbatas.

Agar komputer bisa bertindak seperti manusia, maka komputer harus diberikan bekal pengetahuan dan mempunyai kemampuan untuk berpikir. Untuk itu kecerdasan buatan *artificial intelligence* (AI) akan mencoba memberikan beberapa metode untuk membekali komputer bisa menjadi mesin pintar.

2.1.2 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran dari otak manusia tersebut. Jaringan syaraf tiruan dapat juga didefinisikan sebagai berikut: jaringan syaraf tiruan adalah prosesor yang terdistribusi besar-besaran secara paralel yang dibuat dari unit proses sederhana, yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan pengetahuan berupa pengalaman dan dapat digunakan untuk proses lain. Jaringan syaraf tiruan tidak diprogram untuk menghasilkan keluaran tertentu. Semua keluaran atau kesimpulan yang di tarik oleh jaringan didasarkan pengalamannya selama mengikuti proses pembelajaran. Pada proses pembelajaran, ke dalam jaringan syaraf tiruan di masukan pola-pola masukan lalu jaringan akan diajari untuk memberikan jawaban yang bisa diterima (T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011a). Dalam meniru sistem jaringan biologis maka sistem jaringan saraf tiruan memiliki 3 karakteristik utama yaitu:

1. Arsitektur jaringan: merupakan pola keterhubungan antara *neuron*. Keterhubungan *neuron-neuron* inilah yang membentuk suatu jaringan.
2. Algoritma jaringan: merupakan metode untuk menentukan bobot hubungan.
3. Fungsi aktivasi: merupakan fungsi untuk menentukan nilai keluaran berdasarkan nilai total masukan pada *neuron*.

2.1.2.1 Kelebihan Dan Kelemahan JST

Adapun kelebihan-kelebihan yang diberikan JST antara lain sebagai berikut:

1. Belajar adaptif

Kemampuan untuk mempelajari bagaimana melakukan pekerjaan berdasarkan data yang diberikan untuk pelatihan atau pengalaman awal.

2. *Self Organisation*

Sebuah JST dapat membuat organisasi sendiri atau representasi dari informasi yang diterimahnya selama waktu belajar.

3. *Real Time Operation*

Perhitungan JST dapat dilakukan secara paralel sehingga perangkat keras yang dirancang dan diproduksi secara utuh dan mengambil keuntungan dari kemampuan ini.

Selain mempunyai kelebihan-kelebihan tersebut, JST juga mempunyai kelemahan-kelemahan sebagai berikut:

1. Tidak efektif jika digunakan untuk melakukan operasi-operasi numerik.
2. Tidak efisien jika digunakan untuk melakukan operasi algoritma aritmatika, operasi logika dan simbolis.
3. Untuk operasi JST butuh pelatihan sehingga jika jumlah datanya besar, waktu yang digunakan untuk proses pelatihan sangat lama.

2.1.2.2 Arsitektur Jaringan

Model JST salah satunya ditentukan oleh hubungan antara *neuron* atau yang biasa disebut sebagai arsitektur jaringan menurut (T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b).

Lapisan-lapisan JST dibagi menjadi menjadi 3 yaitu sebagai berikut:

1. Lapisan *Input* (*Input Layer*)

Unit dalam lapisan *input* disebut unit input yang bertugas menerima pola inputan dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan.

2. Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*)

Unit dalam lapisan tersembunyi disebut unit tersembunyi, yang mana nilai *output*-nya tidak diamati secara langsung.

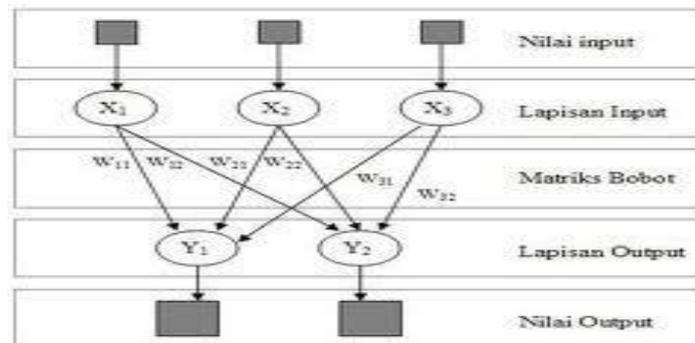
3. Lapisan *output* (*Output Layer*)

Unit lapisan *output* disebut unit *output*, yang merupakan solusi JST terhadap suatu permasalahan.

Beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam JST antara lain:

1. Jaringan Lapisan Tunggal

Jaringan dengan lapisan tunggal terdiri dari satu lapisan *input* dan satu lapisan *output*. Setiap unit dalam lapisan input selalu terhubung dengan lapisan unit yang terdapat pada lapisan *output*. Jaringan ini menerima input kemudian mengolah menjadi output tanpa melewati lapisan tersembunyi. Contoh JST yang menggunakan jaringan lapisan tunggal adalah *ADALINE*, *Hopfield*, *preceptron*.

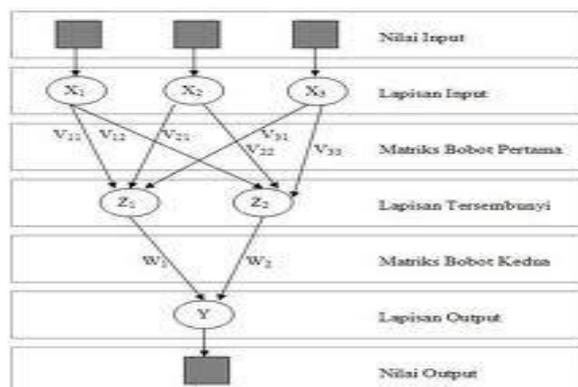


Gambar 2.1 Jaringan Saraf Tiruan Lapisan Tunggal

(Sumber: data pada tahun 2019 T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b)

2. Jaringan Lapisan Banyak

Jaringan lapisan banyak mempunyai 3 jenis lapisan, yaitu lapisan *input*, lapisan tersembunyi dan lapisan *output*. Jaringan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan dengan jaringan lapisan tunggal. Contoh JST yang menggunakan lapisan banyak adalah *MADALINE*, *Backpropagation* dan *neocognitron*.

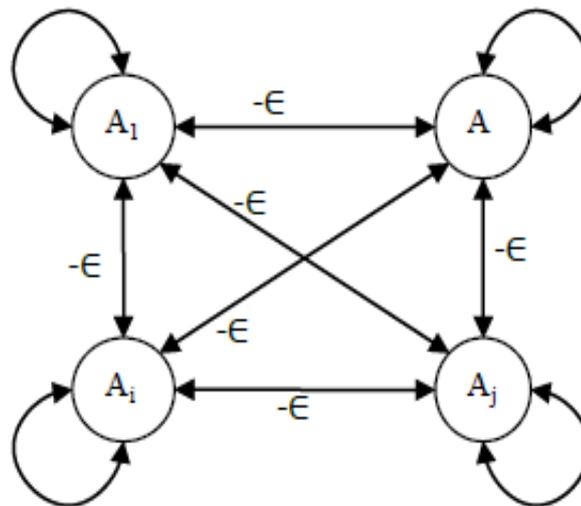


Gambar 2.2 Jaringan Saraf Tiruan Lapsan Banyak

(Sumber: data pada tahun 2019 T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b)

3. Jaringan Dengan Lapisan Kompetitif

Jaringan ini memiliki bobot yang telah ditentukan dan tidak memiliki proses pelatihan. Jaringan ini digunakan untuk mengetahui *neuron* pemenang dari sejumlah *neuron* yang ada. Akibatnya, pada jaringan ini sekumpulan *neuron* bersaing untuk mendapatkan hak untuk menjadi aktif. Nilai bobot neuron untuk dirinya sendiri adalah 1. Sedangkan untuk *neuron* lainnya bernilai random negatif. Contoh JST yang menggunakan jaringan dengan lapisan kompetitif adalah LVQ.



Gambar 2.3 Jaringan Saraf Dengan Lapisan Kompetitif Yang Memiliki Bobot $-\epsilon$.

(Sumber: data pada tahun 2019 T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b)

2.1.3 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh ahlinya. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu masalah tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Sistem pakar pertama kali dikembangkan oleh komunitas AI pada pertengahan tahun 1960. Sistem pakar yang muncul pertama kali adalah *General purpose Problem Solver* (GPS) yang dikembangkan oleh Newell dan Simon. *General-purpose Problem Solver* (GPS) ini mengalami kegagalan dikarenakan cakupannya terlalu luas sehingga terkadang justru meninggalkan pengetahuan-pengetahuan penting yang seharusnya disediakan (T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b).

Di bawah ini adalah beberapa hal tentang keuntungan dari sistem pakar adalah sebagai berikut :

1. Memungkinkan orang bisa bekerja seperti para ahli.
2. Bisa melakukan proses secara berulang secara otomatis.
3. Menyimpan pengetahuan dan keahlian.
4. Meningkatkan kualitas.
5. Mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar
6. Memiliki kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap
7. Sebagai media pelengkap dalam pelatihan.
8. Meningkatkan kapasitas dan penyelesaian masalah.
9. Menghemat waktu dalam pengambilan keputusan.

Kelemahan sistem pakar adalah sebagai berikut:

1. Biaya yang diperlukan untuk membuat sistem tersebut dan memeliharanya sangat mahal.
2. Sulit dikembangkan.
3. Sistem pakar tidak sepenuhnya bernilai benar.

2.1.3.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar sistem pakar meliputi enam hal berikut ini.

1. Kepakaran (*Expertise*)

Kepakaran merupakan suatu pengetahuan yang diperoleh dari pelatihan, membaca dan pengalaman. Kepakaran yang memungkinkan para ahli dapat mengambil keputusan lebih cepat dan lebih baik dari pada seorang yang bukan pakar. Kepakaran itu sendiri yaitu meliputi pengetahuan tentang:

- a. Fakta-fakta tentang bidang permasalahan tertentu
- b. Teori-teori tentang bidang permasalahan tertentu
- c. Aturan-aturan dan prosedur-prosedur menurut bidang permasalahan umumnya
- d. Aturan *heuristik* yang harus dikerjakan dalam suatu situasi tertentu
- e. Strategi global untuk memecakan permasalahan
- f. Pengetahuan tentang pengetahuan (*meta knowledge*)

2. Pakar (*Expert*)

Pakar adalah seorang yang mempunyai pengetahuan, pengalaman dan metode khusus,serta mampu menerapkannya untuk memecakan masalah

atau memberi nasihat. Jadi seorang pakar harus mampu melakukan kegiatan-kegiatan berikut ini:

- a. Mengenali dan memformulasikan permasalahan
 - b. Memecakan permasalahan secara tepat dan cepat
 - c. Menerangkan pemecahannya
 - d. Belajar dari pengalaman
 - e. Merestrukturisasi pengetahuan
 - f. Memecakan aturan-aturan
 - g. Menentukan relevansi
3. Pemindahan Kepakaran (*Transferring Expertise*)

Tujuan dari sistem pakar adalah memindah kepakaran dari seorang pakar kedalam komputer kemudian ditransfer kepada orang lain yang bukan pakar. Proses ini melibatkan empat kegiatan ,yaitu:

- a. Akuisisi pengetahuan (dari pakar atau sumber lain)
 - b. Representasi pengetahuan (pada komputer)
 - c. Inferensi pengetahuan
 - d. Pemindahan pengetahuan kepengguna
4. Inferensi (*Inferencing*)

Inferensi adalah sebuah prosedur (program) yang mempunyai kemampuan dalam melakukan penalaran. Inferensi ditampilkan pada suatu komponen yang disebut mesin inferensi yang mencakup prosedur-prosedur mengenai pemecahan masalah.

5. Aturan-Aturan (*Rule*)

Kebanyakan *software* sistem pakar komersial adalah sistem yang berbasis *rule* (*rule-based systems*), yaitu pengetahuan disimpan terutama dalam bentuk *rule*, sebagai prosedur-prosedur pemecahan masalah.

6. Kemampuan Menjelaskan (*Explanation capability*)

Fasilitas lain dari sistem pakar adalah kemampuannya untuk menjelaskan saran atau rekomendasi yang diberikannya. Penjelasan dilakukan dalam subsistem penjelasan (*explanation*). Bagian dari sistem ini memungkinkan sistem untuk memeriksa penalaran yang dibuatnya sendiri dan menjelaskan operasi-operasinya (T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b).

2.1.3.2 Teknik Inferensi Forward Chaining Dan backward Chaining

Sistem pakar berbasis *rule*, dominan pengetahuan direpresentasikan dalam sebuah kumpulan *rule* berbentuk *IF-THEN*, sedangkan data direpresentasikan dalam sebuah kumpulan fakta-fakta tentang kejadian saat ini. Mesin inferensi membandingkan masing-masing *rule* yang tersimpan dalam basis pengetahuan dengan fakta fakta yang terdapat dalam databas. Jika bagian IF (kondisi) dari rule cocok dengan fakta, maka rule di eksekusi dan bagian THEN (aksi) diletakan dalam database sebagai fakta baru yang ditambahkan.

1. *Forward Chaining*

Forward Chaining adalah teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian *IF* dari *rules IF-THEN*. Bila ada fakta yang cocok dengan bagian *IF*, maka *rule* tersebut dieksekusi. Bila sebuah *rule* dieksekusi, maka sebuah fakta baru

(bagian *THEN*) ditambahkan kedalam database. Setiap kali pencocokan dimulai dari *rule* teratas. Setiap *rule* hanya boleh dieksekusi sekali saja. Proses pencocokan berhenti jika tidak ada lagi *rule* yang dieksekusi. Metode pencerian yang digunakan adalah *Depth-First Search (DFS)*, *Breadth-First Search (BFS)* atau *Best First Search*.

2. *Beckward Chaining*

Beckward Chaining adalah metode inferensi yang bekerja mundur kearah kondisi awal. Proses diawali pada *Goal* (yang berada dibagian *THEN* dari *rule IF-THEN*), kemudian pencarian mulai dijalankan untuk mencocokkan apakah fakta-fakta yang ada cocok dengan premis-premis di bagian *IF*. Jika cocok, *rule* dieksekusi, kemudian hipotesis di bagian *THEN* ditempatkan di basis data sebagai fakta baru. Jika cocok, simpan premis di bagian *IF* kedalam *stack* sebagai *subGoal*. Proses berakhir jika *Goal* ditemukan atau tidak ada *rule* yang bisa membuktikan kebenaran dari *subGoal* atau *Goal*.

2.1.4 Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* adalah sistem pemecahan masalah yang cocok diimplementasikan pada sistem yang sederhana, sistem yang kecil sampai pada sistem yang berbasis akuisisi data dan sistem kontrol. *Fuzzy logic* diperkenalkan oleh prof. Lotfi Astro Zadeh dari pada 1962 dan dipresentasikan bukan sebagai suatu metodologi kontrol, tetapi sebagai sesuatu cara pemrosesan data dengan penggunaan *partial set membership*. Profesor Zadeh berpikir bahwa orang tidak

mebutuhkan kepastian, masukkan informasi numerik, dan belum mampu terhadap kontrol adaptif yang tinggi.

Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, Ya atau Tidak, Benar atau Salah, Baik atau Buruk, dan lain lain. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada di antara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai Ya dan Tidak, Benar dan Salah, Baik dan Buruk secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya (Maulana et al., 2018).

Bila dibandingkan dengan logika konvensional, kelebihan logika *fuzzy* adalah kemampuannya dalam proses penalaran secara bahasa sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik yang rumit. Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy* antara lain sebagai berikut:

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data data yang tidak tetap.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi fungsi nonlinear yang sangat kompleks.

5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik teknik kembali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* di dasarkan pada bahasa alami.

2.1.4.1 Dasar Dasar Logika Fuzzy

Agar dapat memahami logika *fuzzy*, sebelumnya terlebih dahulu memperhatikan konsep himpunan *fuzzy* yaitu:

1. Linguistik

Linguistik adalah nama suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami.

2. Numeris

Numeris adalah suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Misalnya 5, 10 20 dan lain sebagainya.

Ada beberapa hal yang harus di pahami dalam memahami logika *fuzzy* yaitu:

- a. Variabel *Fuzzy*

Adalah suatu variabel yang harus dipahami dalam memahami logika *fuzzy*. Contoh: status, jabatan dan sebagainya.

- b. Himpunan *fuzzy*

Adalah suatu kelompok yang di wakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

c. Semesta pembicara

Adalah seluruh nilai yang yang diizinkan untuk dioperasikan dalam satu varibel *fuzzy*

d. Domain

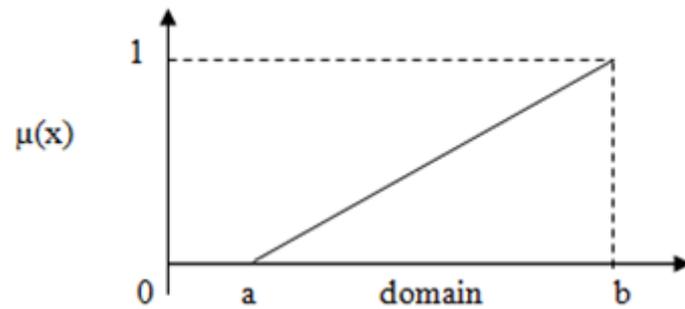
Adalah seluruh nilai yang di izinkan dalam semesta pembicara dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

2.1.4.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing masing variabel antara nol dan satu. Derajat keanggotaan sebuah variabel x dilambangkan dengan simbol $\mu(x)$. *Rule-rule* menggunakan nilai keanggotaan sebagai faktor bobot untuk menentukan pengaruhnya pada saat melakukan inferensi untuk menarik kesimpulan. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang sering di gunakan antara lain:

1. Grafik keanggotaan linear

Pada grafik keanggotaan linear sebuah variabel input di petahkan ke derajat keanggotaan dengan di gambarkan suatu garis lurus.



Gambar 2.5 Grafik Keanggotaan Kurva *Linear Naik*

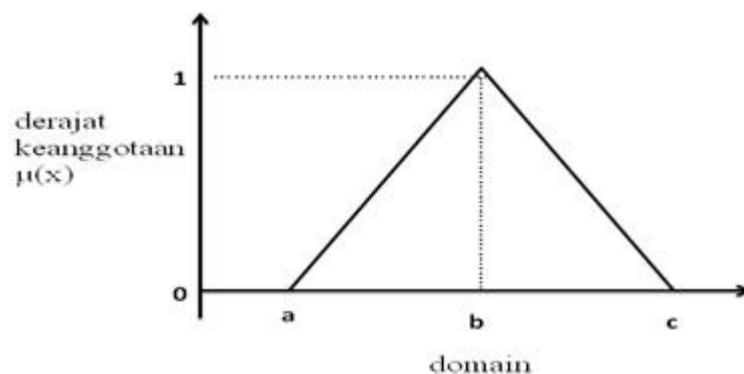
(**Sumber:** data pada tahun 2019 T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b)

Keanggotaan:

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

2. Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga

Grafik keanggotaan segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (*linear*) seperti di lihat pada gambar berikut.



Gambar 2.6 Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga

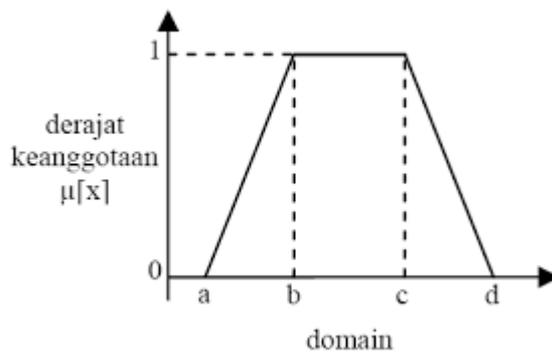
(**Sumber:** pada tahun 2019 T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b)

Fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3)$$

3. Grafik keanggotaan Kurva Trapesium

Grafik keanggotaan kurva trapesium pada dasarnya berbentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 2.7 Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium

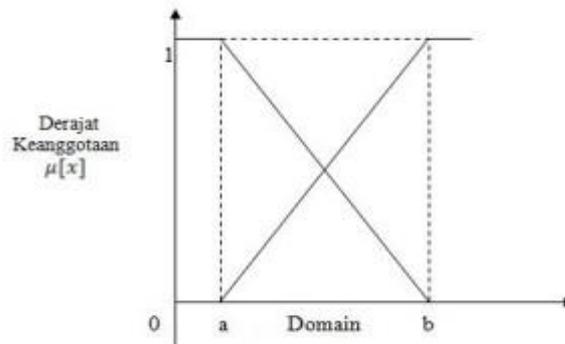
(Sumber: data pada tahun 2019 T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b)

Fungsi keanggotaan:

$\mu [X]$	}	0; $x \leq a$ atau $x \geq d$	4
		$(x-a)/(b-a);$ $a \leq x \leq b$	
		1; $b \leq x \leq c$	

4. Grafik keanggotaan kurva bentuk bahu

Digunakan untuk mengakhiri variabel satu daerah *fuzzy* yang nilai derajat keanggotaannya adalah konstan (biasanya 1).



Gambar 2.8 Grafik Keanggotaan Kurva Bentuk Bahu

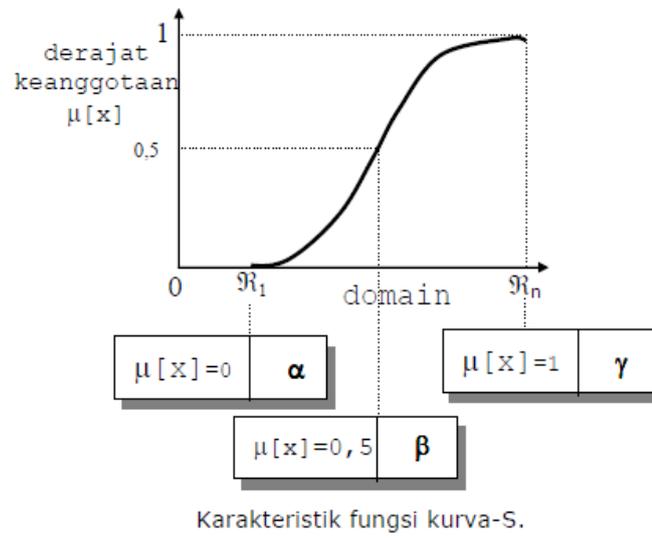
(Sumber: data pada tahun 2019 T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b)

Fungsi keanggotaan:

$$\mu [X] = \begin{cases} 1; & 0 \leq x \leq a \text{ atau } c \leq x \leq d \\ (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \dots \dots \dots (5) \\ (x-b)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

5. Grafik keanggotaan kurva -S

Grafik keanggotaan kurva S memiliki bentuk seperti huruf “S” yang mempunyai ukuran yang diletakan pada parameter a, b dan c. Titik b disebut titik *infleksi*, yaitu titik yang mempunyai derajat keanggotaan 0,5. Ada dua macam kurva S, yaitu Kurva S Pertumbuhan dan kurva S penyusutan.

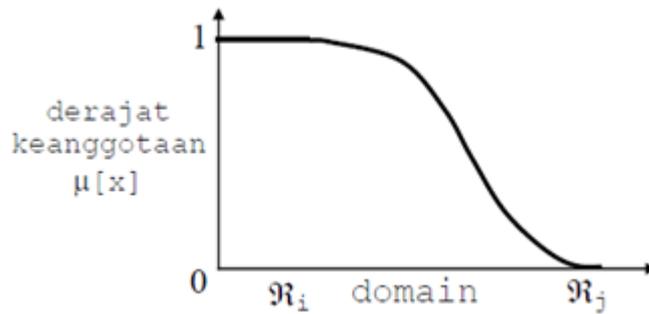


Gambar 2.9 Grafik Keanggotaan Kurva S Pertumbuhan

(Sumber: data pada tahun 2019 T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b)

Fungsi keanggotaan:

$\mu(x, a, b, c)$	0	$x \leq a$
	$2((x-a)/(c-a))^2$	$a \leq x \leq b \dots \dots \dots (6)$
	$1-2((c-x)/(c-a))^2$	$b \leq x \leq c$
	1	$x \geq c$



Gambar 2.10 Grafik Keanggotaan Kurva S Penyusutan

(Sumber: data pada tahun 2019 T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b)

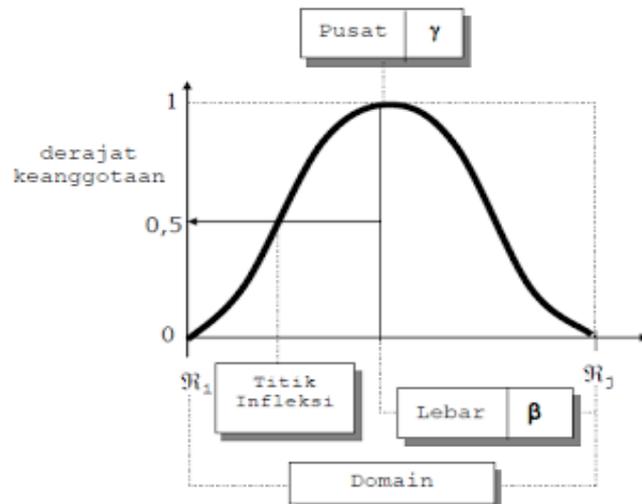
Fungsi keanggotaan:

$\mu(x, a, b, c)$	{	1	$x \leq a$
		$1 - 2\left(\frac{x-a}{c-a}\right)^2$	$a \leq x \leq b \dots \dots \dots (7)$
		$2\left(\frac{c-x}{c-a}\right)^2$	$b \leq x \leq c$
		0	$x \geq c$

6. Grafik kurva bentuk lonceng (*Bell Curve*)

Kurva bentuk lonceng digunakan untuk mempresentasikan bilangan *fuzzy*.

Kurva bentuk lonceng di bagi menjadi 3 yaitu kurva PI, kurva beta, dan kurva gaus.



Gambar 2.11 Grafik Kurva Bentuk Lonceng (*Bell Curva*)
 (sumber: data pada tahun 2019 T. Sutojo, S.Si., M.Kom., 2011b)

Fungsi keanggotaan:

$$\Pi(a,b,c) = \begin{cases} S(x; c - b, c - b/2, c) & x \leq c \\ 1 - S(x; c, c + b/2, c + b) & x > c \end{cases} \dots\dots\dots(2.8)$$

2.1.4.3 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 himpunan *fuzzy* disebut sebagai hasil dari operasi dua buah himpunan *fuzzy* disebut sebagai *fire strength* atau *x-predikat*. Operasi dasar yang sering digunakan untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy* adalah sebagai berikut :

1. Operasi Gabungan (*union*)

Operasi gabungan sering disebut OR dari himpunan *fuzzy* A dan B di nyatakan sebagai $A \cup B$. Dalam sistem logika *fuzzy*, operasi gabungan disebut sebagai max. Operasi max di tulis dengan persamaan berikut:

$$\mu_{A \cup B}(X) = \max. \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \} \text{ untuk setiap } x \in X.$$

2. Operasi Irisan (*Intersection*)

Operator irisan sering disebut operator AND dari himpunan *fuzzy* A dan B di nyatakan $A \cap B$ dalam sistem logika *fuzzy*, operasi irisan disebut Min. Operator Min disebut dengan persamaan berikut:

$$\mu_{A \cap B} = \text{Min} (\mu_A(X), \mu_B(Y))$$

3. Operator Komplemen (*complement*)

Himpunan *fuzzy* A pada himpunan universal X mempunyai fungsi keanggotaan $\mu_A (X)$ komponen dari himpunan *fuzzy* A sering di sebut *NOT* adalah himpunan *fuzzy* A dan fungsi keanggotaan untuk setiap x dan X.

$$\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A [X]$$

Dalam basis pengetahuan *fuzzy*, tiap-tiap *rule* selalu berhubungan dengan relasi *fuzzy*. Dalam fungsi implikasi, biasanya digunakan bentuk berikut:

$$IF x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B$$

Ada 2 fungsi implikasi yang tepat di gunakan adalah:

1. Min (*minimum*)

Fungsi ini digunakan untuk mendapatkan nilai X predikat hasil implikasi dengan memotong *output* himpunan *fuzzy* selesai dengan derajat keanggotannya yang terkecil.

2. Dot (*product*)

Fungsi ini digunakan untuk mendapatkan nilai X -predikat hasil implikasi dengan cara menskala *output* himpunan *fuzzy* sesuai dengan derajat keanggotaannya yang terkecil.

Basis pengetahuan *fuzzy*: kumpulan *rule rule fuzzy* dalam pernyataan *IF...THEN*. *Fuzzyfikasi*: proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistik mengubah fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*. Mesin inferensi: proses untuk mengubah *input fuzzy* menjadi *output fuzzy* dengan cara mengikuti aturan aturan (*IF-THEN Rules*) yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan *fuzzy*. *Defuzzyfikasi*: mengubah *output fuzzy* yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi fungsi keanggotaan.

Cara kerja logika *fuzzy* meliputi beberapa tahapan berikut :

1. *Fuzzyfikasi*
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*Rule* bentuk *IF...THEN*)
3. Mesin inferensial (fungsi implikasi *Max-Min* atau *Dot-Product*)
4. *Defuzzyfikasi*

2.1.4.4 Operator Dasar Himpunan *Fuzzy*

a. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

b. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

c. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari

$$\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A[x]$$

2.1.5 Metode Sugeno

Bila *output* dari penalaran dengan metode mamdani berupa himpunan *fuzzy*, tidak demikian dengan metode Sugeno. Dalam metode Sugeno, output sistem berupa konstanta atau persamaan linear. Metode sugeno diperkenalkan oleh Takagi Sugeno Kang pada tahun 1985. Secara umum bentuk modal fuzzy sugeno adalah : *IF* (x_1 is A_1) $\dots\dots\dots$ (X_N is A_N) *THEN* $z = (y, x)$. Misalnya diketahui 2 buah rule berikut: R1:*IF* X is A1 AND Yis B1 *THEN* $Z_1 = P_1x + q_1y + r_1$

$$R2:*IF* Xis A2 AND Yis B2 *THEN* $z_2 = p_2x + q_2y + r_2$$$

Metode Sugeno memiliki beberapa tahap dalam inferensinya adalah sebagai berikut:

1. Fuzzyfikasi
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*Rule* dalam bentuk *IF...THEN*)
3. Mesin inferensial

Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai x -predikat tiap tipa *rule* ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$).

Kemudian masing masing nilai x -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*scip*) masing masing *rull* ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).

4. Defuzzyfikasi

Menggunakan metode rata rata (Average).

2.2 Variabel (indikator masalah/kriteria)

Dalam penelitian ini, peneliti menggambarkan langkah yang dilaksanakan dalam membuat variabel yang akan dilakukan harus mencakup mulai dari mempelajari masalah sampai dengan adanya suatu sistem yang dapat dihasilkan sehingga masalah dapat teratasi. Analisis data yang dilakukan dalam memprediksi kecelakaan kerja menggunakan lima variabel *input* dan satu variabel *output*. Variabel *input* terdiri dari APD (alat pelindung diri), operasional, aturan, lokasi. Variabel output keputusan diterima atau ditolak (Prayogi, 2016). Langkah langkah penyelesaian *fuzzy mamdani* pertama adalah menentukan variabel *input* dan *output* yang merupakan himpunan tegas dan mengubah variabel input menjadi himpunan *fuzzy* dengan proses *fuzzyfikasi*.

1. Aturan

Pada PT Sumber Merine Shipyard, aturan merupakan salah satu kewajiban yang harus dijalankan dalam perusahaan ini. Namun masih banyak juga karyawan yang melanggarnya dan mengakibatkan kecelakaan yang bisa merenggut nyawa karyawan.

2. Lokasi

Pada PT Sumber Merine Shipyard, lokasinya kurang strategis karena masih banyak tumpukan Scrap di sekiling perusahaan tersebut.

3. Operasional

Pada PT Sumber Merine Shipyard, masih sering terlihat bahwa dalam pengangkatan beban, masih banyak terlihat karyawan yang masih bekerja pada proses pengangkatannya.

4. APD

Pada PT Sumber Merine Shipyard, masih banyak karyawan tidak menggunakan APD pada saat bekerja.

2.3 *Software* Pendukung

Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah Matlab R2014a. Matlab adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi dimana perintah dan fungsinya bisa dipahami dengan mudah, walaupun bagi seorang pemula. *Spectrum* penggunaan Matlab yang luas ini dimungkinkan karena matlab telah dilengkapi diri dengan berbagai *toolbox*. Hal ini karena dalam Matlab, masalah dan solusi bisa diekspresikan dalam notasi notasi matematis yang bisa dipakai.



Gambar 2.12 Logo Matlab

(sumber: data tahun 2019 dari internet)

Sebuah *toolbox* dalam Matlab adalah koleksi berbagai fungsi Matlab (*M-files*, yaitu *file* berekstensi *.m*) yang yang merupakan perluasan Matlab untuk memecahkan masalah khusus bidang tertentu. Beberapa bidang sudah tersedia toolbox-nya dalam Matlab meliputi *Fuzzy Logic*, *Neural Network* (jaringan saraf tiruan), *Control System* (sistem control), *Signal Processing* (pengolahan sinyal), dan *Wavelet* (Sitohang & Napitupulu, 2017).

Menurut (RH. Sianipar, 2018) Matlab dan Simulink dipandang sebagai *platform* peranti lunak domain untuk analisis dan perancangan sistem control, yang menyediakan banyak *toolbox* dan didedikasikan untuk topik-topik dalam sistem kontrol. Dalam bukunya menawarkan informasi bagaimana Matlab dapat dipakai dalam perancangan sistem kontrol dengan merangkul banyak metode dan menyediakan skrip Matlab sebagai inplementasinya. Berikut ini merupakan dasar sistem kontrol dengan Matlab adalah sebagai berikut:

1. Pengenalan ide Matlab
2. Model matematis
3. Sistem kontrol linier
4. Simulink: sistem tak linier
5. Kontroler berbasis model
6. Kontroler PID

2.4 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian terdahulu ini, peneliti mau menjabarkan beberapa hasil penelitian yang dilakukan oleh beberapa orang peneliti yang nantinya digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menurut (Sitohang & Napitupulu, 2017) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Informatika, Universitas Putera Batam jurnal ISD Vol.2 Juli – Desember 2017 pISSN : 2477-863X eISSN: 2528—5114 yang berjudul ***Fuzzy Logic Untuk Menentukan Penjualan Rumah Dengan Metode Mamdani (Studi Kasus: PT Gracia Herald)*** menyatakan bahwa: seiring dengan perkembangan penduduk kebutuhan akan perumahan semakin meningkat terutama di kota Batam. Di PT Gracia Herald langkah yang diambil dalam penelitian ini mulai dari pengolahan data perbulan di setiap tahun, pembentukan himpunan *fuzzy*, membentuk aturan *fuzzy*, model inferensi *fuzzy*, penegasan (defazzyfikasi). Pengujian sistem menggunakan kurva trapesium dan segitiga dengan aturan nomor tujuh puluh sembilan peraturan. Hasil pada penjualan bulan April, Juni dan November penjualan meningkat.
2. Menurut (Rizki, 2016) Dosen Program Studi Teknik Infomatika Universitas Putera Batam ISSN CETAK :1412-5854, ISSN ONLINE : 2502-8774 yang berjudul ***Analisa Tingkat Kepuasan Masyarakat Dengan Kualitas Kinerja Kepolisian Menggunakan Metode Fuzzy Logic Sugeno*** menyatakan bahwa: langkah pertama penyelesaian masalah pelayanan pada masyarakat adalah menggunakan metode sugeno yaitu menentukan variabel

input dan variabel *output* yang merupakan himpunan tegas. Langkah kedua adalah mengubah variabel *input* menjadi himpunan *fuzzy* dengan proses fuzzyfikasi. Langkah yang ketiga adalah pengolahan data himpunan *fuzzy* dengan metode maksimum. Dan yang terakhir adalah mengubah *output* menjadi himpunan tegas dengan proses defuzzifikasi dengan metode *centroid* sehingga diperoleh hasil yang diinginkan pada variabel *output*.

3. Menurut (Maulana et al., 2018) Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam yang berjudul **Sistem Pengambilan Keputusan Dalam Penerimaan Proyek Pembuatan Kapal Menggunakan Metode *Fuzzy*** menyatakan bahwa: dalam pembuatan proyek perkapalan dibutuhkan biaya yang besar, waktu dan mutu atau kualitas secara terpadu dan menyeluruh serta biaya operasional dan upah karyawan buruh. Maka dibutuhkan sebuah sistem untuk menyelesaikan masalah dengan sistem pengambilan keputusan dalam penerimaan proyek pembuatan kapal menggunakan metode Sugeno. Dengan adanya penelitian ini, PT Karya Putra Karimun menerapkan metode sugeno dalam pengambilan keputusan dengan memasukan biaya upah karyawan, biaya material, biaya operasional dan harga proyek. Pemyelesaiannya menggunakan fungsi matematika dari variabel *Input* dan proses defuzzifikasinya menggunakan metode rata rata terpusat.
4. Menurut (Prayogi, 2016) jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Kendari Semen TIK, Vol.2, No.2, jul-des 2016,pp 167-176 ISSN: 2502-8928 (online) yang berjudul **perancangan Dan**

Implementasi Prototipe Sistem Pendeteksi Asap Dan Panas Pada Ruang Tertutup Menggunakan Logika Fuzzy Metode Sugeno

menyatakan bahwa : kebakaran yang dapat diatasi dapat meminimalkan kerugian yang terjadi apabila diketahui gejala-gejala yang akan terjadi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode sugeno. Metode sugeno digunakan sebagai dasar pemikiran untuk menentukan pengeluaran dari sistem ini. Baik itu alarm, pompa air, dan kipas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe sistem pendeteksi asap dan panas pada ruangan tertutup, mampu bekerja dengan baik.

5. Menurut (Passarella et al., 2018) jurusan sistem computer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya jurnal Nasional Teknik Elektro, Vol. 7, No. 1, Maret 2018 p-ISSN:2302-2949, e-ISSN:2407-7267 yang berjudul **Perancangan Sistem Navigasi Robot Kapal Katamaran Untuk Menghindari Rintangan Menggunakan Logika Fuzzy** menyatakan bahwa: Robot kapal katamaran adalah sebuah kapal robot yang memiliki 2 buah lambung tambahan disisi kanan dan kiri yang berfungsi untuk menjaga kestabilan robot kapal. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan sistem navigasi pergerakan yang ditentukan oleh pergerakan *rudder* yang dikendalikan secara otomatis mengadopsi teknik logika *fuzzy* sugeno. *Input* di dapat dari kamera yang terletak pada haluan robot kapal. Hasil dari perhitungan *Fuzzy* berupa nilai sudut dikirim ke motor servo untuk menggerakkan *rudder*.

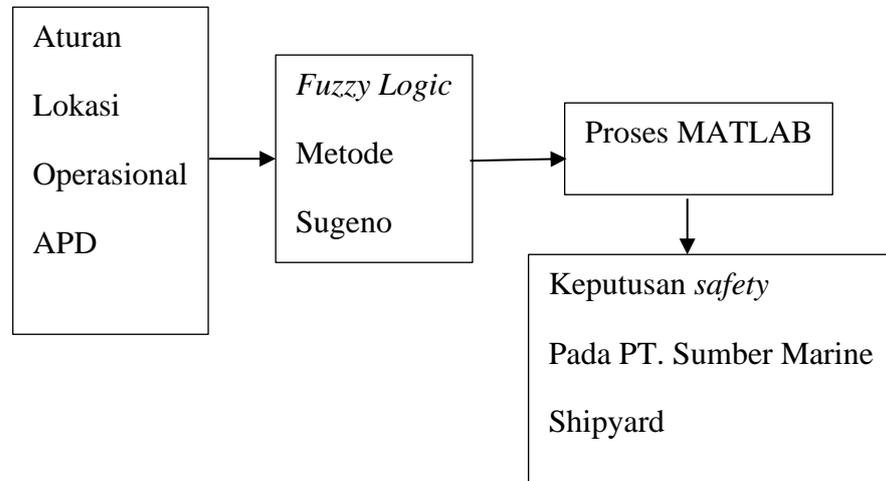
6. Menurut (Suharjito & Marimin, 2015) *Magister of information Technology, Bima Nusantara University, Jakarta , Indonesia Faculty of Agricultural Technology, Bogor Agrucultural University, Bogor ,Indonesia* yang berjudul **DSS for Agricultural Products Supply Chain Risk Balencing Using Stakeholder Dialogues and Fuzzy Non Linear Regression** menyatakan bahwa: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggambarkan model identifikasi dan evaluasi untuk Risiko rantai pasokan jagung, untuk merumuskan mekanisme penetapan harga yang adil untuk rantai pasokan jagung model penyeimbangan risiko. Identifikasi risiko dilakukan dengan menggunakan Hirarki Analitik fuzzy Pendekatan proses (AHP) dan evaluasi risiko dilakukan dengan menggunakan logika fuzzy dengan data input berupa pendapat beberapa pakar rantai pasok jagung. Berdasarkan hasil verifikasi, model bisa mengidentifikasi tingkat risiko untuk masing-masing pihak dari rantai pasokan dan tindakan yang harus dilakukan diambil untuk meminimalkan dampaknya menggunakan strategi yang tepat. Model bisa menggeser risiko dari petani kepada pihak lain untuk menentukan distribusi manfaat yang adil pada negosiasi harga.
7. Menurut (Agusta & Girsang, 2018) *Computer Science Department, BINUS Graduate Program-Master of Computer Science, Bina Nusantara University, Jakarta, 11480, Indonesia ISSN: 1693-6930, accredited First Grade by Kemenristekdikti, Decree No 21/E/KPT/2018* yang berjudul **Effort Estimation Development Model for Web-based Mobile Application**

Using Fuzzy Logis menyatakan bahwa: Estimasi upaya menjadi bagian penting dalam proses pengembangan perangkat lunak karena hasil estimasi upaya palsu dapat menyebabkan proyek tertunda dan mempengaruhi keberhasilan suatu proyek. Penelitian ini mengusulkan model estimasi upaya untuk aplikasi *mobile* berbasis *web* yang dikembangkan menggunakan pendekatan berorientasi objek. Dalam model yang diusulkan, pengukuran ukuran fungsional aplikasi *web* berbasis objek berorientasi bernama OOmFPWeb, metrik *web* dan karakteristik seluler untuk pengukuran ukuran aplikasi seluler berbasis *web* digabungkan. Proses estimasi dilakukan dengan menggunakan metode mamdani *fuzzy logic*. Untuk mengevaluasi model yang diusulkan, perbandingan antara OOmFPWeb sebagai variabel yang mempengaruhi estimasi upaya untuk aplikasi *mobile* berbasis *web* dan model yang diusulkan dilakukan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa estimasi upaya untuk aplikasi *mobile* berbasis *web* dengan model yang diusulkan lebih baik daripada hanya menggunakan OOmFPWeb.

2.5 Kerangka Pemikiran

Metode penelitian merupakan serangkaian prosedur dan langkah dalam melakukan penelitian yang terarah, terstruktur dan sistematis agar tujuan dari penelitian bisa tercapai dengan baik. Adapun model pemecahan masalah yang

digunakan dalam penelitian ini dapat dipilih dengan *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 2.13 Kerangka Pemikiran

Sumber: data olahan peneliti

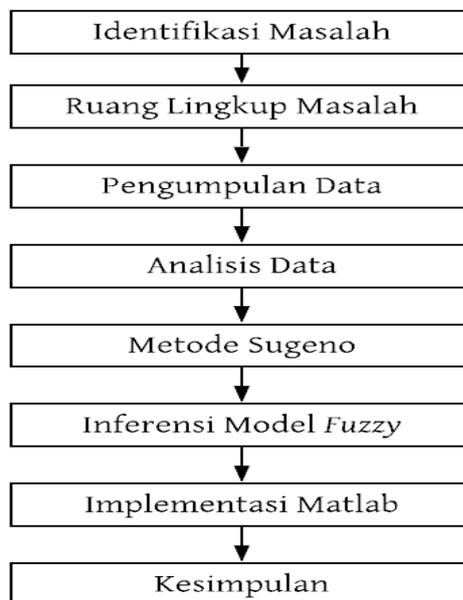
Dalam tahapan ini ,peneliti mau menjelaskan tentang kerangka pemikiran yang sudah dibuat diatas. Pada bagian pertama merupakan variabel *input* yang menjadi acuan dalam proses pengambilan keputusan. Pada tahap kedua merupakan metode yang digunakan dalam proses penelitian ini dan *software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Matlab sebagai proses pengambilan keputusan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Desain penelitian merupakan sebuah langkah untuk mendapatkan gambaran informasi yang berhubungan dengan keselamatan kerja pada PT.Sumber Marine Shipyard. Di awal dari penelitian ini di jabar secara garis besar tentang langkah langkah yang harus di lakukuakan dalam pengambilan keputusan dalam penelitian ini. Masalah masalah dalam penelitian ini akan di desain dalam bentuk *Flowchart* seperti berikut ini :



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Sumber : data pada tahun 2019

Untuk memudahkan penelitian, yang dilakukan terlebih dahulu adalah pembahasan metode dan langkah yang akan ditempuh dalam pemecahan masalah. Langkah langkah yang ditempuh dalam tahapan ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Setelah melakukan desain penelitian, peneliti dapat mengetahui data yang diperoleh sementara sehingga dengan mudah menentukan metode yang akan digunakan dalam memecahkan masalah tersebut.

2. Ruang Lingkup Masalah

Dalam ruang lingkup masalah di jabarkan pokok permasalahan yang akan di telitih. Dalam hal ini yang akan dai bahas adalah faktor pendukung, lokasi, strategi yang digunakan yang mencakup semua variabel penelitian tersebut.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan untuk memperoleh gambaran tentang permasalahan yang akan diteliti.

4. Analisis Data

Pada bagian analisis dan pembahasan dilakukan analisis dan penjabaran sebuah permasalahan dari setiap bagian dan mendapatkan pemahaman yang tepat serta arti keseluruhan terhadap pemecahan masalah yang diperoleh dari pengolahan data.

5. Metode Sugeno

Metode Sugeno di gunakan agar penelitian lebih terarah dan mengikuti alur kerja yang ditetapkan dari pada metode tersebut.

6. *Fuzzyfikasi*

Merupakan suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas menjadi *fuzzy* yang biasa disajikan dalam bentuk himpunan.

7. Inferensi Model *Fuzzy*

Merupakan sistem yang dapat melakukan penalaran sama seperti penalaran manusia pada umumnya.

8. Penegasan

Suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan fuzzy sedangkan *output* yang di hasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut.

9. Implementasi Matlab

Merupakan *software* yang digunakan dalam penelitian tersebut dan sabagia alat bantu untuk mempermudah proses perhitungan logika *Fuzzy*.

10. Kesimpulan

Merupakan sebuah gagasan yang tercapai dalam merangkul semua masalah yang diteliti oleh peneliti

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah dapat dilakukan berbagai *setting*, berbagai sumber dan berbagai cara. Bila dilihat dari settingnya, dapat dikumpulkan pada *setting* alamiah, pada laboratorium dengan metode eksperimen, dirumah dengan berbagai responden, pada seminar, diskusi dan jalan jalan lain. Dalam melakukan teknik pengumpulan data, peneliti melakukan wawancara langsung dengan *Safety* dan melakukan observasi. Pengumpulan data dengan observasi atau pengamatan langsung adalah cara pengambilan data dengan menggunakan data dengan menggunakan mata tanpa ada pertolongan alat standar lain untuk keperluan tersebut.

3.1.1. Wawancara

Wawancara adalah suatu teknik pengumpulan data untuk menapatkan informasi yang digali dari sumber data langsung melalui percakapan atau tanya jawab. Data yang di gunakan dalam penelitian ini adalah data pengumpulan korban kecelakaan kerja dari tahun 2011 sampai tahun 2018 sebanyak 96 orang. Proses wawancara oleh peneliti adalah dengan bertanya secara langsung kepada *Safety* dan kepada manajer *Safety* PT. Sumber Marine Shipyard. Adapun cara lain yang dilakukan peneliti untuk memperoleh data adalah dengan terjun langsung ke lokasi tempat perusahaan ini memproduksi dengan bertanya langsung kepada supervisor dan kepada QC (*quality Control*) serta kepada karyawan yang bekerja di perusahaan tersebut.

3.1.2. Observasi

Observasi adalah pengamatan suatu objek yang diteliti baik secara langsung untuk memperoleh data yang harus terkumpulkan dalam penelitian. Secara langsung adalah terjun kelapangan melibatkan seluruh pancaindera. Secara tidak langsung adalah pengamatan yang dibantu melalui media visual. Dalam penelitian ini metode dokumentasi yang di maksudkan untuk memperoleh data langsung dari tempat penelitian, meliputi data data relevan peraturan peraturan, laporan kegiatan dan data relevan lainnya.

3.3. Operasional Variabel

Variabel merupakan gejala yang menjadi objek penelitian, dimana setiap gejala yang muncul dan dijadikan objek penelitian adalah variabel penelitian. Variabal penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiathan yang mempunyai variasi tertentu yang di tetepkan oleh peneliti untuk dipelejadi dan kemudian ditarik kesimpulannya. Adapun variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variabel Himpunan *Fuzzy*

Fungsi	Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	<i>Domain</i>	Keterangan
<i>Input</i>	Aturan	Lemah	[0,0,30,50]	Nilai Aturan
		Sedang	[40,55,70]	
		Kuat	[60,80,100,100]	
	Lokasi	Buruk	[0,0,30,50]	Nilai Lokasi
		Cukup	[40,55,70]	
		Baik	[60,80,100,100]	
	Operasional	Rendah	[0,0,30,50]	Nilai Operasional
		Normal	[40,55,70]	
		Tinggi	[60,80,100,100]	
	APD	<i>Low</i>	[0,0,30,50]	Nilai APD
		<i>Mid</i>	[40,55,70]	
		<i>High</i>	[60,80,100,100]	
<i>Output</i>	Keputusan	Tidak Layak	[0]	Anggota Tidak Layak
		Layak	[1]	Anggota Layak

(Sumber : Data Operasional Penelitian 2020)

3.4. Perancangan Sistem

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode analisis Sugeno dan *rule-rule* yang sudah di masukan kedalam *software* Matlab. Dalam metode sugeno menggunakan tahap-tahap sebagai berikut: pembentukan himpunan fuzzy, aplikasi fungsi implikasi, defuzifikasi. Berikut ini merupakan *rule-rule* yang dihasilkan berdasarkan variable yang sudah di masukan ke *software* Matlab adalah:

3.5. Lokasi dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Sumber Marine Shipyard berlokasi di Jln.Brigjend Katamso, Tanjung Uncang, Batam. Berikut ini merupakan jadwal penelitian yang dilakukan peneliti dari awal pengajuan judul skripsi sampai dengan pengumpulan *hardcover* adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Lokasi Dan Tempat Penelitian

No	Jadwal Penelitian	Sptembe 2019	Oktober 2019	Novmber 2019	Desember 2019	Februari 2020
1.	Pengajuan Judul	10				
2.	Izin dilokasi Penelitian		29			
3.	Wawancara		11	13	10	
4.	Ambil surat				5	

	balasan											
5.	Verifikasi sertifikat										12	
6.	Terbit jurnal											17
7.	Pengumpulan hard cover											17

(Sumber: pada tahun 2019)