TERAKRDITASI INSTITUSI B
SK NO. 229/BAN-PT/AKRED/PT/IV/2015

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT

Alamat: Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo 61215, Telp. 031-8945444 psw.130, Faks. 031-8949333
Email: lppm@umsida.ac.id, Website: lppm.umsida.ac.id

Surat Keterangan Tidak Plagiat [Kepangkatan]

Nomor: 568.10/II.3.AU/14.00/C/KET/III/2022

Kepada Yth :
Ibu Indah Sulistiyowati, ST. MT
Di
Tempat

Assalamua'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan adanya permohonan Surat Keterangan Tidak Plagiat dengan rincian:

Judul Artikel	:	Buku Ajar Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)
Nama Pemohon	:	Indah Sulistiyowati / Teknik Elektro
URL Sinta Pemohon	:	http://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=5996233&view=overview
Nama Penulis	:	Indah Sulistiyowati
Tujuan	:	Kepangkatan
Tujuan Kepangkatan	:	Lektor

Naskah Yang Dimohonkan pengecekan:
http://dosen.umsida.ac.id/modul/publikasi/filesktp/210400/sktp-10-03-2022%2007:48:54-0400.pdf

Artikel tersebut DAPAT digunakan untuk proses kepangkatan.

Demikian surat keterangan ini kami sampaikan, mohon untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mengetahui,
Wakil Rektor 1
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Hana Catur Wahyuni,ST.,MT

Direktur DRPM
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Dr.Sigit Hermawan,S.E,.M.Si

BK_TOT_JAMAALUDDIN_AI

by Indah Sulistiyowati, St Mt

Submission date: 17-Mar-2022 09:43AM (UTC+0700)
Submission ID: 1786051211
File name: BK_TOT_JAMAALUDDIN_AI_1.pdf (3.32M)
Word count: 17597
Character count: 107802

BUKU AJAR
KECERDASAN BUATAN
(ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

Penulis:

Dr. Ir. Jamaaluddin, MM.
Indah Sulistyowati, ST., MT.

Diterbitkan oleh
UMSIDA PRESS
Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo
ISBN:
Copyright©2021.
Authors
All rights reserved

KATA PENGANTAR

Bismillaahrrahmaanirrohiim
Assalamu 'alaikum, wr, wb

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah penulis telah menyelesaikan buku ajar **KECERDASAN BUATAN (ARTIFICIAL INTELIGENCE)** ini. Buku ini dibuaat dengan harapan memberikan kemudahan bagi siapa saja khususnya mahasiswa yang sedang kuliah untuk mendapatkan gambaran mengenai ilmu manfaat, mendesign dan mengoperasionalkan Kecerdasan buatan.

Buku ini akan menyampaikan beberapa teori yang berkaitan dengan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence-AI) proses bagaimana membuat suatu design AI yang memadai cukup untuk memenuhi kebutuhan kita dalam melaksanakan dan mengatur segala sesuatu sesuai dengan keinginan kita. Dari design yang dibuat itu, maka dapat dilakukan suatu uji coba dan dilihat berapa besar niai error yang muncul? Kalau masih besar maka harus dilakukan pengaturan lagi algoritmanya sehingga mendapatkan hasil yang presisi dan dapat mengakomodir keinginan kita. Capaian pembelajaran untuk mahasiswa yang mempelajari buku ini adalah dapat memahami konsep dan latar belakang logika fuzzyy, Neural Network maupun algoritma yang lainnya sesuai dengan keinginan dan kebutuhannya

Buku ini sangat bermanfaat untuk para mahasiswa dan masyarakat umum yang tertarik mendalami masalah AI atau kecerdasan buatan.

Akhirnya penulis menyampaikan selamat membaca...

Walhamdulillaahirobbil 'alamiin
Wassalamu 'alaikum, wr, wb

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii.
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR .	vii
BAB I :Pengantar Kecerdasan Buatan	1
1.1. Definisi Kecerdasan Buatan	2
1.2. Detail Kecerdasan Buatan	4
1.3 Pengertian Kecerdasan Buatan	4
1.4. Bagian Utama dan Cabang AI..	6
1.5. Cabang Ilmu AI	6
1.6. Konsep AI	8
1.7. Tujuan Kecerdasan Buatan.	9
1.8. Kecerdasan Alami dan Kecerdasan Buatan.	10
1.9. Perbandingan Program Komputer Konveensional dengan AI.	10
1.10. Domain yang Sering Dibahas.	10
1.11. Ruang Lingkup	11
1.12. Tugas	11
BAB II : Revolusi Industri 4.0	12
2.1. Pengenalan Revolusi Industri 4.0. Apa dan Bagaimana?	12
2.2. Bagaimana Revolusi Industri 3.0 ke Revolusi Industri 4.0	14
2.3. Dampak Revolusi Industri 4.0.	15
2.4. 5 Titik Utama Revolusi Industri 4.0	16
2.5 Aktifitas Sehari Hari Revolusi Indusri 4.0	16
2.6 Tugas.	18
BAB III :Sejarah Turing Machine.	19
3.1. Sejarah Turing Machine.	19
3.2. Ilustrasi dan Demonstrasi Mesin Turing	20
3.3. Spesifikasi Mesin Turing.	23
3.4 Cara Kerja Mesin Turing	23
3.5. Tugas.	28
BAB IV :Machine Learning dan Aplikasinya	29
4.1. Pengenalan Machine Learning	29
4.2. Sejarah Mesin Learning	30
4.3. Teknnologi AI pada penggunaan Machine Learning	30
4.4. Pola Machine Learning	32

4.5. Perkembangan AI, Machine Learning dan Deep Learning 32
4.6. Machine Learning 33
4.7. Tugas. 35

BAB V : Deep Neural Netwrok 36
5.1. Definisi Deep Neural Network 36
5.2. Artificial Neural Network 37
5.3. Activation Function 38
5.4. Neural Network Architectures 40
5.5. Pengaplikasian 42
5.6. Tugas 44

BAB VI :Menyetting Direktori Matlab 45
6.1. Pengenalan Matlab 46
6.2. Fungsi Pada Matlab 46
6.3. Operator dan Variabel 47
6.4. Matriks Matlab 48
6.5. Fungsi-Fungsi 50
6.6 Koding Sederhana Pada Matlab 50
6.7. Tugas 51

BAB VII :Dasar Fuzzy Inference System 52
7.1. Logika Fuzzy 53
7.2. Logika Crispy 53
7.3. Fungsi Keanggotaan 59
7.4. Operasi Himpunan Fuzzy Type 1 61
7.5. Inferece Engine 63
7.6. Tugas 68

BAB VIII: Fuzzy Expert System 69
8.1. Operasi Sistem Pakar Fuzzy 70
8.2. Sistem Pakar Logika Fuzzy 70
8.3. Model Fuzzy Sugeno 71
8.4. Model Fuzzy Mamdani 80
8.5. Model Fuzzy Sukamoto 84
8.6. Nilai Keanggotaan 86
8.7. Perbandingan Jenis Metode Fuzzy 92
8.8. Tugas. 92

BAB IX : Mencoba Kriteria Sederhana Fuzzy 93

9.1. Percobaan 1 95
9.2. Percobaan 2 98
9.3. Percobaan 3 100
9.4. Uji Standard Error 101
9.5. Tugas 102

BAB X : Jaringan Syaraf Tiruan 103
10.1. Pengenalan Jaringan Syaraf Tiruan 104
10.2. Jaringan Syaraf Tiruan 105
10.3. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan 106
10.4. Pengenalan Pola 107
10.5. Percepton 108
10.6. Tugas 111

DAFTAR PUSTAKA 112
BIODATA 115

DAFTAR TABEL

Tabel

1.1.	Sejarah Penemuan dan Pengembangan Kecerdasan Buatan	3
1.2.	Perbandingan Komputer Konvensional Dan AI	10
3.1.	Demonstrasi Mesin Turing	20
3.2.	Perbedaan Mesin Turing Dengan Automata	22
3.3.	Aturan Fungsi Transisi D	26
8.1	Kaidah Fuzzy Tingkat Kesehatan	76
8.2	Rules Evalution	79
8.3	Rules Evaluation Dengan Relasi AND	80
8.4	Rule Based Variabel Persediaan	90
8.5	Nilai Minimun Variabel Persediaan	91
8.6	Rule Based Variabel Persediaan	91
9.1.	Data Distribusi Raskin, Rata-Rata Stok dan Jumlah Penduduk Miskin, di Daerah Cianjur	94
9.2.	Pemetaan Himpunan Fuzzy	95
9.3.	Kurva Representatis Dan Membership Function Setiap Variabel	95
9.4.	Perbandingan 3 Metode Output Distribusi Raskin	101
9.5.	Perbandingan Nilai Error Pada Ketiga Metode	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar

1.1.	Ilustrasi Kecerdasan Buatan Pada Keseharia	1
1.2.	Futuristic Artificial Inteligent	8
2.1.	Revolusi Industri 4.0	12
2.2.	Phone Banking	14
2.3.	Perkembangan Revolusi Industri dari Masa ke Masa	15
3.1.	Turing Machine	19
3.2.	Demonstrasi Mesin Turing	21
3.3.	Mesin Turing	22
3.4.	Visualisasi Mesin Turing	23
3.5.	Diagram Transisi Mesin Turing	26
4.1.	Machine Learning	29
4.2.	Pemrosesan Data Kotak Hitam	32
4.3.	Allpha Go	33
4.4.	Machine Learning	34
5.1.	Deep Neural Network	36
5.2.	Prinsip kerja Neuron	37
5.3.	Persamaan Matematika Neuron	37
5.4.	Linear Activation Function	38
5.5.	Sigmoid dan Tanh (non linear)	39
5.6.	Rectified Linear	39
5.7.	Neural Network Architecture with hidden layer	40
5.8.	Neural Network Architecture with 2 hidden layer	40
6.1.	Matlab	45
7.1.	Fuzzy Inference System	52
7.2.	Diagram Himpunan Crisp	54
7.3.	Diagram Himpunan Fuzzy	55
7.4.	Logika Crispi	56
7.5.	Logika Fuzzy	56
7.5.	Logika Crispi	56
7.6.	Crispi Set	58
7.7.	Fuzzy Set	59
7.8.	Triangle Membership function	59
7.9.	Trapezoidal Membership	60
7.10	Nilai Fuzzy Berasosiasi Dengen Derajat Keanggotaan Pada Himpunan.	61
7.11.	Type-1 Fuzzy Logic System Structure	63

7.12. Type-1 Fuzzy Inference System Mamdani 65
7.13. Penentuan Himpunan Pada Variabel Fuzzy Dalam Proses Fuzzyfikasi 66
7.14. Posisi Tinggi Dalam Proses Fuzzyfikasi 66
7.15 Proses Fuzzyfikasi Kecepatan Mobil 67
8.1. Fuzzy Expert System 69
8.2 Evaluation Rule Fuzzy Sugeno 72
8.3 Komposisi Model Fuzzy Sugeno 72
8.4 Proses Defuzzyfikasi 73
8.5 Fungsi Keanggotaan Tinggi 75
8.6 Fungsi Keanggotaan Berat 76
8.7 Derajat Keanggotaan Untuk Tinggi 161,5 cm 78
8.8 Derajat Keanggotaan Untuk Berat 41 Kg 78
8.9 Himpunan Crispi dan Himpunan Fuzzy Mamdani 81
8.10 Model Fuzzy Mamdani 82
8.11 Teknik Aplikasi Evaluasi Antesenden Ke Konsekuen 83
8.12 Komposisi 83
8.13 Diagram Blok Sistem Inferensi Fuzzy 85
8.14 Inferensi dengan menggunakan Metode Tsukamoto 85
8.15. Suatu Analisis Fuzzy Sukamoto 87
8.16. Fuzzifikasi Variabel Permintaan (Barang/Hari) 88
8.17. Fuzzifikasi Variabel Persediaan (Barang/Hari) 89
8.18 Fuzzifikasi Variabel Produksi Barang (Barang/Hari) 89
9.1. Kriteria Sederhana Fuzzy 93
9.2. Inference Fuzzy Dalam Suatu Penelitian 94
9.3. Area Hasil Komposisi pada Fungsi Max 98
9.4. Perbandingan Trend Data 102
10.1. Jaringan Syaraf Tiruan 103
10.2. Struktur Jaringan Saraf Sederhana 106
10.3. Fungsi Transfer/ Fungsi Aktivasi.. 107
10.4. Flowchart Pelatihan 109
10.5. Flowchart Pengenalan Huruf 110
10.6. Pengenalan Racangan Pola Huruf 111

Bab 1

Pengantar Kecerdasan Buatan

Tujuan Instruksional :

Setelah mempelajari Bab ini, di harapkan pembaca dapat:

1. Memahami, Mengetahui dan menjelaskan Definisi, fungsi , sistematika kecerdasan buatan.
2. Memahami dan menjelaskan aplikasi kecerdasan buatan.
3. Memahami berbagai jenis kecerdasan buatan.

Gambar 1.1. Ilustrasi Kecerdasan Buatan Pada Keseharian[1]

1.1. Definisi Kecerdasan Buatan

Terdapat suatu bidang keilmuan yang paling penting saat ini dan akan datang adalah ilmu tentang Kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan ini adalah suatu bidang ilmu komputer yang sangat diperlukan dalam mengaplikasikan komputer cerdas[2]. Perangkat yang dibutuhkan pada Bidang ini telah dikembangkan pada kurun waktu abad 20 ini, utamanya pada pada industry dan rumah tangga.

Kecerdasan buatan yang dalam bahasa asing Artificial intelligent ini, mempunyai arti : "intelligence" adalah bahasa Latin "intelligo" yang memiliki arti "saya paham". Sehingga arti intelligence adalah suatu kehandalan dalam mengerti dan melaksanakan aksi. Kecerdasn buatan muncul pada era 1940 an, meskipun pada zaman Mesir kuno sudah dapat diketahui perkembangan ini ada. Perhatian ada pada kemampuan komputer mamppu meniru kecerdasan manusia[3].

Seorang ilmuwan pada abad 17, seorang ilmuwan yang bernama Rene Descartes menyampaikan bahwa tubuh hewan bukanlah sesuatu yang mudah tetapi berupa mesin mesin yang rumit. Pada tahun 1642 tercipta suatu mesin digital yang dipergunakan untuk menghitung mekanis pertama. Sedangkan Charles Babbage dan Ada Lovelace melakukaan penghitungan dengan bahasa pemrograman, akhirnya muncul mesin penghitung mekanis yang dapat di program[4].

Principia Mathematica ini melakukan perombakan logika formal diterbitkan oleh Bertrand Russell dan AN Whitehead. Begitu juga para ilmuwan – ilmuwan lainnya. Secara grafis dapat dilihat pada data dibawah ini [4]:

1. Pada tahun 1950 an merupakan periode masa aktif dalam AI.
2. Tahun 1951 program kecerdasan buatan pertama yang dipergunakan untuk mengoperasionalkan mesin Ferranti Mark I di University of Manchester (UK):
3. Christopher Strachey menulis Program permainan naskah dan program permainan catur yang ditulis oleh Dietrich Prinz.
4. Istilah kecerdasan buatan ini dibuat oleh John McCarthy pada tahun 1956, dia juga mengembangkan bahasa pemrograman LISP.
5. Turing test ditemukan oleh Alan Turing untuk mengoperasionalkan Test Perilaku cerdas.
6. ELIZA dibangun oleh Joseph Weizenbaum, sebuah chatterbot yang menerapka psikoterapi Rogerian.
7. Pada antara 1960-1970, ada pendemonstrasian kekuatan pertimbangan simbolis yang diperuntukkan dalam proses integrasi program Macsyma. Demonstrasi ini dilakukan oleh Joel Moses. Hal ini sukses diterapkan pada bidang Matematika.
8. Teori percepton pada batas jaring syaraf tiruan yang dikeluarkan oleh Marvin Minsky dan Seymour Papert.
9. Pengembangan komputer prolog oleh Alain Colmerauer.

10. Pendemonstasian kekuatan sistem berdasarkan aturan yang digunakan sebagai representasi inferensi dan pengetahuan dalam proses diagnosa juga terapi medis yang dikenal dengan Sistem Pakar Pertama. Sistem ini di publish oleh Ted Shortliffe.
11. Pengembangan kendaraan dengan menggunakan kendali komputer pertama dikembangkan oleh Hans Moravec. Sistem ini dapat mengatasi jalan berintang.
12. Tahun 1974 Paul John Werbos mengembangkan secara luas algoritma perambatan balik. Yang diterapkan pada jaringan syaraf.
13. Tahun 1990 ditemukan komputer permainan catur yang dapat mengalahkan Garry Kasparov (1997) sistem ini disebut dengan Deep Blue. Pada kurun itu ada suatu perkembangan pesat di bidang AI.
14. Tahun 1950 telah dinyatakan oleh DARPA dilakukan penjadwalan dalam perang teluk. Ini suatu perkembangan pesat yang menyebabkan penggantian seluruh investasi dalam peneltian AI.
15. Terlebih pada tahun 2004 sudah diketemukan kendaraan tanpa pengemudi. Sampai saat itu DARPA membuat suatu sayembara pengembangan kendaran tersebut.

.

Tabel 1.1. Sejarah Penemuan dan Pengembangan Kecerdasan Buatan

No.	Tahun	Deskripsi
1	1206	Robot humanoid pertama karya Al-Jazari
2	1796	Boneka penuang the dari jepang bernama Karakuri
3	1941	Komputer elektronik pertama
4	1949	Komputer dengna program tersimpan pertama
5	1956	Kelahiran dari *Artificial Intelligence* pada *Dartmouth conference*
6	1958	Bahasa LISP dibuat
7	1963	Penelitian intensif departemen pertahanan Amerika
8	1970	Sistem pakar pertama diperkenalkan secara luas
9	1972	Bahasa Prolog diciptakan
10	1986	Perangkat berbasis AI dijual luas mencapai $425 juta
11	1994	AC berbasis *Neuro fuzzy* dijual
12	2010	Sistem kecerdasan buatan untuk Pesawat komersial BOEING 900-ER ramai digunakan
13	2011	Service Robot untuk restoran berhasil dibuat di Indonesia
14	2012	Sistem Pakar *Troubleshooting* Komputer berbasis *Fuzzy* dan *Self Learning*
15	2012	Sistem immune pada Deteksi spam diciptakan

Hingga saat ini telah ada perkembangan pesat dalam bidang AI, Hampir semua sektor kehidupan menggunakan AI. Sehingga menyebabkan terwujudnya sistem yang lebih handal dan presisi. Muncul komputer – komputer yang lebih cerdas.

1.2. Detail Kecerdasan Buatan

Menurut kamaus bahasa bahwa kecerdasan memilik arti : Suatu kemampuan untuk memahami (The Faculty of Understanding). Perilaku ini memiliki ciri [5]:

1. Pemahaman dari pengalaman
2. Pemecahan suatu yang bersifat kontradiktif
3. Kecepatan respon atas situasi baru (fleksibel)
4. Penggunaan alasan dalam prposes pemecahan proble dengan efektif
5. Berkaitan dalam situasi membingungkan
6. Pemahaman menggunakan cara cara yang biasa/cara cara yang rasional
7. Melakukan penerapkan suatu keilmuan yang digunakan untuk mengkondisikan lingkungan

Salah satu ujian untuk menyatakan bahwa suatu komputer memiliki kecerdasan, Alan Turing membuat suatu tes. Dinyatakan oleh Alan Turing bahwa suatu mesin disebut pintar jika seseorang manusia melakukan komunikasi dengan sesama manusia dan kepada msein, lalu orang lain tidak dapat menilai yang menjawab itu anusia atau mesin.

1.3. Pengertian Kecerdasan Buatan

Dalam penyelesaian permasalahan persamaan integral, pembuataan suatu game permainan catur atau backgammon adalah suatu yang mudah diselesaikan dengan AI. Tek0ogi ini terus dikembangkan oleh manusia sehinggan tek0ogi AI dapat memahami pengenalan obyek muka dan lain lain.

Konotasi fiksi ilmiah yanag kuat dimiliki oleh AI, AI telah membentuk suatu bagian cabang dari ilmu komputer. Berinteraksi pada tingkah laku, adaptasi dan pembelajaran yang sangat cerdas suatu komputer. Termasuk di dalamnya : Perencanaan, pengendalian, penjadwalan, kemmpuan utnuk menjawab pertanyaan pelanggan , pemahaman suatu tulisan tagan suara, kornea mata. Hal diatas merupakan suatu solusi dalam kehidupan nyata, pada bidang didang Farmasi, ekonomi, tek0ogi dan militer.

Menurut Para ahli, kecerdasan buatan mempunyai definisi[6] :

1. Menurut H. A Simon
   Kecerdasan buatan / AI merupakan suatu pelajaran agar supaya komputer melakukan hal yang lebih baik daripada yang dilakukan manusia.
2. Pendapat Knight dan Rich
   Kecerdaan buatan / AI merupakan suatu bagian dari Computer science yang memahami tentang upaya untuk menciptakan komputer sebagaimana apa yang dapat dilakukan oleh manusia bahkan lebih baik dari itu.

3. Pendapat Norvig dan Russel.
   Kecerdasan buatan / AI dikategorikan sebagai dua dimensi utama yaitu berfikir dan bertindak.

Dimana kelanjutan dari berfikir dan bertindak ini dijabarkan lagi berdasarkan kinerja dan rasionalitas. Penjelasan lebih lanjutnya adalah sebagai berikut :

1.3.1. Sistem Yang Berpikir Seperti Manusia "Acting Humanly"

Bahwa komputer akan di setting sedemikian rupa untuk bertindak sebagaimana manusia "Acting Humanly". Maksudnya adalah mengamati kemampuan mesin untuk melakukan sesuatu dengan cerdas. Bahkan Turing memperkirakan tahun 2000, komputer mempunyai peluang 30% (Tiga Puluh Persen) untuk mengalahkan manusia biasa selama 5 menit. Perkiraan ini telah dibuktikan, perangkat komputer sudah melaksanakan sekelompok test Turing yang sering disebut dengan Imitation game.

Agar supaya komputer memiliki kecerdasan sebagaimana kecerdasan manusia, maka hal dibawah ini harus dimiliki suatu komputer[3]:

1. Komputer memiliki bahasa alami, sehingga dapat ikomunikasikan bahasa alami komputer dengan bahasa manusia.
2. Komputer memiliki kemampuan untuk menyimpan representasi yang ditangkapnya, maksudnya adalah bagaimana komputer penyajikan pengetahuan ulang dan dapat diteliti oleh pakar.
3. Informasi yang tersimpan pada komputer dipergunakan untuk menjawab pertanyaan dan membuat suatu kesimppulan baru.
4. Komputer memiliki kemampuan melakukan adaptasi pada pernyataan baru dana mendeteksi dan mengenali suatu pola.
5. Komputer memiliki kemampuan untuk mencari dan mempersepsikan obyek.
6. Komputer memiliki kemampuan sebagai robot untuk menangkap suatu obyek tertentu.
7. Pembelajaran mesin untuk melakukan adaptasi pada suatu lingkungan yang baru dan mendeteksi serta melakukan pengenalan pola.
8. Komputer vision digunakan menangkap dan menyatakan obyek.
9. Robotika untuk mensimulasikan obyek yang bergerak.

1.3.2. Sistem Berpikir Layaknya Manusia "Thinking Humanly"

Kemampuan melakukan proses berpikir sebagaimana manusia ini dimanifestasikan oleh suatu bahasa pemrogaman yang dapat melakukan proses berpikir sebagimana manusia. Oleh karenanya program harus memahami bagaimana cara manusia melakukan proses berpikir. Pemrogramnya pun harus memasukkan bagaimana tatacara dan tata pola cara manusia ke dalam program komputer. Sehingga komputer akan dapat melakukan pengambilan keputusan yang tepat dalam penyelesaian masalah yang muncul.

1.3.3. Sistem Berpikir Rasional "Think Rationally"

Untuk menciptakan suatu komputer yang cerdas, maka tidak ada bedanya dengan manusia yang selalu menciptakan kecerdasannya sendiri. Komputer yang cerdas juga dikerjakan oleh manusia dengan kecerdasannya itu sendiri. Sehingga sedikit manusia bisa menciptakan suatu perangkat AI.

1.3.4. Sistem Bertindak Rasional "Act Rationally"

AI juga berpusat atau fokus terhadap perilaku cerdas suatu alat atau disebut juga sebagai alat yang memiliki rasionalitas yang beekrja berbeda dengan komputer biasa. Hal ini ddapat dilakukan jika memiliki komputer memiliki kemampuan untuk dapat mempersepsikan lingkungan , dapat menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan yang ada sehingga dapat melaksanakan operasionalnya sesuai dengan tujuan yang diinginkannya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa AI adalah suatu tek0ogi yang memiliki kecerdasan ayaknya seorag manusia.

1.4. Bagian Utama dan Cabang AI

Hampir semua perangkat elektronika atau perangkat komputer yang canggih di dalamnya selalu menggunakan perangkan kecerdasan buatan. Perangkat kecerdasan buatan ini digunakna untuk mendapatkan perangat yang canggih dan handal. Dimasa mendatang diperkirakan semua perangkat elektronika ataupun komputer akan memiliki kecerdasan yang semakin lama semakin meningkat.

1.5. Cabang Ilmu AI

AI merupakan ilmu yang memiliki beberapa cabang ilmu pengetahuan, yaitu[7]:

1.5.1. Natural Language Processing (NLP)

Bahasa alami yang diolah sebaik baiknya rupa sehingga dapat mengkomunikasikan dengan komputer dielajari dalam cabang ilmu NLP (Natural Language Procesing). Konsetrasi cabang ilmu NLP ini adalah interaksi suatu komunikasi antara komputer dan bahasa asli manusia dengan baik. Hal ini dapat dilakukan jika bagaimana komputer dapat melakukan eksttraksi informasi informaasi dari sega;a input yang ada yang berupa Bahasa Alami dan atau akan menghasilkan output yang berasal dari Bahasa Alami pula.

1.5.2. Computer Vision

Computer Vision ini adalah suatu cabang AI yang mempelajari fokus yang berhubungan dengan kepresisian dalam pemrosesan gambar. Mesin ini adalah menggunakan vision yang menerapkan tek0ogi inspeksi otomatis menggunakan basis gambar, melakukan kontrol proses dan pemandu robot pada berbagai penerapan dalam rumah tangga dan industri.

Computer Vision ini sangat erat hubungannya dengan membangun arti / makna dari gambar menuju obyek fisik. Didalamnya membutuhkan metode yang digunakan agar di dapatkan , melaksanakan proses, menganalisis dan melakukan pemahaman gambar. Jika bagian ilmu

ini (Computer Vision) digabungkan dengan AI secara umum akan memiliki output sebuah Visual Intelligent System.

1.5.3. Sistem Navigasi dan Robotika

Cabang ilmu AI ini akan mempelajari rancangan suatu robot yang digunakan untuk dunia industri. Bahkan kedepannya dapat menggantikan fungsi manusia pada dunia industri. Robot ini akan dapat melaksanakan beberapa kegiatan untuk berkomunikasi dengan lingkungan sekitar. Untuk itu maka robot dilengkapi motor untuk menggerakkan lengan, roda dan kaki.

Untuk melakuakn otomasi kekndali, maka robot juga dilengkapi dengan sensor. Macam sensor yang digunakan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Pada tahun 1136 – 1206 Al Jajari seorang tokoh cendekiawan muslim pada dinasti Artukid adalah dinyatakan sebagai orang yang menemukan robot manusia yang mana dapat melakukan sebagai 4 musisi. Pada tahun 1976 juga telah menghasilkan boneka mekanik yang bernama karakuri yang dapat menuangkang teh dan menuliskan karakter kanji yang dirancang oleh Hisashige Tanaka.

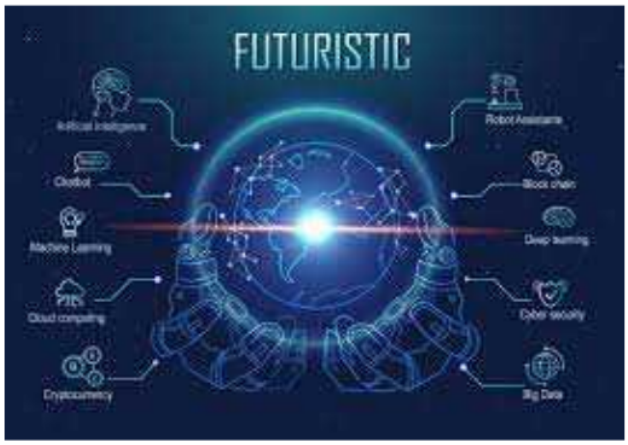
Pada Robot Vision ini ada beberapa istilah penting di dalamnya antara lain : Computer Vision dan Machine Vision. Yang mana kedua hal tersebut merupakan hal penting pada pengembangan suatu robot yang komunikatif. Robot Vision ini adalah pengetahuan pengaplikasian Komputer Vision pada robot. Robot membutuhkakn informasi ini untuk menentukan aksi apa yang harus dilaksanakan. Pengaplikasian saat ini adalah alat bantu navigasi robot, pencarian obyek, pemeriksaan lingkungan dan beberapa aktifitas lainnya. Dengan Tek0ogi Vision ini, maka Robot akan dapat membedakan dengan mudah mana Wajah manusia atau bukan.

1.5.4. Game Playing

Game ini mempunyai karakteristik yang dikendalikan oleh pemakai. Karakter lawan juga dikendalikan oleh game tersebut secara mandiri. Dimana perancang dapat membuat aturan aturan yang dapat menanggapi karakter lawan.

1.5.5. Sistem Pakar

Sistem pakar ini mempelajari cara membuat suatu sistem mempunyai kemampuan untuk problem solving dan mempergunakan nalar untuk meniru keahlian yang dimiliki oleh pakar[8]. Sehingga permasalahan yang mestinya hanya dapat dipecahkan oleh para spesialis, maka dapat diselesaikan oleh manusia biasa juga.



Gambar 1.2. Futuristic Artificial Inteligent

1.6. Konsep AI

Konsep dasar AI ada 3, dimana selama 20 tahun terakhir ini teah menghasilkan inovasi yang luar biasa, antara lain Big Data, penelitian medis dan kendaraan tanpa pengemudi dan banyak lainnya. Untuk memahami lebih dalam lagi, maka perlu diketahui 3 konsep dasar AI, yaitu:

1. Machine Learning.
2. Deep Learning.
3. Jaringan Syaraf Tiruan (Neural Network).

Dimana penjelasan masing masing konsep itu adalah sebagai berikut :

1.6.1. Machine Learning

Pada saat ini manusia sudah sangat berinteraksi dengan AI, tetapi banyak yang masih kurang menyadarinya. Perinteraksian manusia dengan AI, inisebagai contoh adalah : Penggunaan Gmail. Pada Gmail terdapat filter otomatis yang digunakan untuk melakukan pencarian dengan cepat. Atau ketika menggunakan handphone pintar yang mempunyai fasilitas kalender atau alarm yang dapat mengingatkan pada saat tertentu ketika ada suatu hal penting yang harus diingatkan[9].

Perangkat tersebut tidak dapat melakukan beajar secara mandiri kecuali diberikan suatu kode yang menyebabkan mesin akan berfikir untuk menyelesaikan masalah yang ada. Tetapi mesin tidak dapat berpikir sesuatu yang telah diinputkan pada kode kode operasional mesin tersebut. Dengan istilah sederhananya bahwa pada mesin diberikan contoh uji coba untuk melaksanakan tugas dalam jumllah yang besar. Ketika diuji coba, maka mesin akan melakukan proses belajar untuk mentracker kasus yang diberikan dan memasukkan ke dalam memorinya, sehingga pada beberapa percobaan yang banyak maka mesin akan mempunyai keahlian dalam pengenalan pola, bentuk, wajah dan lainnya.

1.6.2. Deep Learning

Bagian pokok dari AI yang selanjutnya adalah Deep Learning. Teknik ini mengajarkan mesin untuk melakukan apa yang dilakukana oleh manusia. Belajar dengan cara menyontoh. Tek0ogi ini dapat dilihat pada seperti mobil tanpa pengemudi. Maka sistem akan mengenali lekuk dari jaan, jalan membelokkan ke kanan atau ke kiri, mengenala tanda tanda lalu lintas, untuk membedakan pejalan kaki dengan tiang lampu dan sebagainya[10].

Contoh yang lain penggunaan deep Learning adalah kontrol suara yang terdapat pada ponsel, TV, hands free dan lainnya. Pembelajaran deep Learning ini banyak ditekuni pada akhir akhir ini. Hal ini dikarenakan banyak sesuatu yang sebelumnya dianggap tidak mungkin menjadi mungkin. Dalam Deep Learning maka komputer dapat memodelkan dan klarifikasi langsung atas gambar, teks maupun suara. Deep Learning memiliki akurasi yang lebih bagus dan melebihi ke akurasian manusia. Model yang dilakukan oleh Deep Learning ini adalah mempergunakan data besar dengan data label dan penggunaan Jaringan Syaraf yang mempunyai banyak lapisan.

1.6.3. Jaringan Syaraf Tiruan (Neural Network)

Jaringan Syaraf Tiruan/ Neural Network ini merupakan merupakan pelaksanaan proses informasi dalam menggunakan prinsip berjalannya sistem syaraf biologis manusia, seperti kemampuan otakmanusia untuk melakukan proses informasi. Kemampuan ini memiliki kunci sebagaimana struktur otak dalam melakukan proses mengelola informasi[11].

Jaringan syaraf tiruan ini digunakan pada suatu aplikasi tertentu. Secagai contoh adalah mengelola pemahaman pola atau pengelompokan data melalui proses pembelajaran. Jaringan ini merupakan sejumlah besar elemen yang berkaitan dengan (neuron). Neuron akan bekerja sama dalam proses pemecahan masalah tertentu. Penerapan Jaringan syraf tiruan ini berfokus pada pemroses sinyal digital dan pengenalan pola. Sebagai contoh: sejak tahun 2000 dapat melakukan pengenalan model tulisan tangan dalam pembayaran Cek, analisa data, pengelana wajah dan prediksi cuaca

Dengan menggunakan 3 pokok prinsip tersebut diatas, maka dapat dibuat robot yang dapat berfikir dan bertindak secara baik di luar dari kode yang diberikan.

1.7. Tujuan Kecerdasan Buatan

Tujuan dengan mempelajari dan menerapkan AI akan dapat berguna bagi manusia antara lain:

1. Diharapkan AI akan diaplikasikan pada program atau robot yang dapat membantu kegiatan manusia, sebagaimana layaknya seorang manusia.
2. Diharapka dengan adanya AI maka mesin akan menjadi lebih pintar dari sebelumnya.
3. Diharapkan secara praktis dapat membantu manusia memecahkan masalah yang rumit, seperti kalkulator cerdas yang dapat membantu manusia melakukan perhitungan dengan cepat.

1.8. Kecerdasan Alami dan Kecerdasan Buatan

AI memiliki kelebihan kelebihan yang dapat dimanfaatkaan oleh manusia, antara lain:

1. AI bersifat netral tidak melihat siapa yang menggunakannnya. Keputusan yang telah diambil benar dan pas tidak mengenal pertimbangan pertimbangan.
2. AI bersifat permanen dan tidak bisa diubah kembali. Dia dapat dipergunakan secara berulang ulang.

Sedangkan kerugian kerugian dengan dipakainya AI adalah sistem akan berjalan dengan rajin daan dapat bekerja terus menerus, tetapi jika diberikan suatu yang berbeda dengan apayang telah dikodingkan, maka sistem tidak akan dapat menerima.

1.9. Perbandingan Program Komputer Konvensional dengan AI

Basis dari komputer konvensional adalah algoritma, yaitu suatu formula prosedur sekuensial atau formula matematis. Formula tersebut mengarah kepada suatu solusi yang di kehendaki. Algoritma itu dimasukkan ke dalam koding dalam suatu komputer sehingga komputer akan melaksanakan perintah perintah koding yang dibuatnya seperti angka, hruuf atau penggunaan kata untuk menyelesaikan masalah.

Sedangkan perangkat AI menggunakan perwujudaan simbolik. Simbol dimaksud adalah dapat berupa huruf, kata atau angka yang mempresentasikan obyek dan proses atau dapat juga merupakan hubungan keduanya. Obyek tersebut dapat berupa manusia, konsep, pikiran, kejadian, pernyataan suatu fakta atau benda.

1.10. Domain Yang Sering Dibahas

Sedangkan perbedaan antara program komputer konvensional dengan AI dapat dilihat sebagaimana tabel dibawah ini.

Tabel 1.2. Perbandingan Komputer Konvensional Dan AI

Aspek	AI	Program
Pemrosesan	Sebagian besar simbolik	Algoritmik
Input	Tidak harus lengkap	Harus lengkap
Pendekatan pencarian	Sebagian besar heuristik	Algoritma
Penjelasan/eksplanasi	Tersedia	Biasanya tidak
Fokus	Pengetahuan	tersedia
Pemeliharaan &	Relatif mudah	Data
peningkatan		Biasanya sulit

1.11. Ruang Lingkup

Contoh – contoh yang sering dijumpai pada penerapan AI pada berbagai bidang antara lain:

1. Pada bidang pendidikan: Penggunaan E Learning, Penggunaan absensi terintegrasi dengan sistem administrasi mahasiswa dll.
2. Pada bidang industri : Penggunaan otomasi mesin pada pabrik pabrik, pengaturan kontrol pada prposes produksi dll.
3. Pada bidang pertahanan keamanan : Drone pengintai, rudal dengan kendali jarak jauh, penangkal rudal kendali jarak jauh dll

dan pada bidang – bidang lainnya.

1.12. Tugas

1. Jelaskan arti AI menurut para ahli.
2. Jelaskan perbedaan antara sistem AI dan sistem komputer konvensional.
3. Berikan cotoh aplikasi AI pada dunia saat ini.

Bab 2

Revolusi Industri 4.0.

Tujuan Instruksional :

Setelah mempelajari Bab ini, di harapkan pembaca dapat:

1. Memahami, Mengetahui dan menjelaskan Revolusi Industri 4.0.
2. Memahami, menjelaskan tentang dampak terjadinya revolusi industri 4.0.

Gambar 2.1. Revolusi Industri 4.0.

2.1. Revolusi Industri 4.0. Apa dan Bagaimana?

Pada saat ini tidak asing lagi pada telinga kita tentang Revolusi 4.0. Pada dunia telah berlangsung Revolusi Industtri 4.0 ini, ini adalah suatu revolusi yang sangat berdampak pada kehidupan manusia pada umumnya. Perubahan ini berdampak pada manusia dan ekosistemnya. Ekosistem pada dunia dan bagaimana pola hidupnya. Diyakini revolusi Industri ini akan dapat meningkatkan taraf kehidupan manusia pada umumnya. Karena pada setiap sisiss kehidupan manusia akan ada perubahan berganti pada sistem komputer. Semua nya menjadi praktis dan sederhana dalam pengoperasiannya[12].

Pada tahun 2011 ketika ada event Hannover Trade Fair telah dicetuskan untuk pertama kali Revolusi Industri 4.0. Yang menyetuskan adalah sekolompk ahli berbagai idang di Jerman. Mereka menyaampaikan bahwa saat ini dunia industri telah memasuki babak baru dengan inovasi baru, dimana proses sproduksi telah berkembang sangat pesat. Pemerintah Jerman menganggap sungguh sungguh pernyataan ini. Dengan segera pemerintah Jerman menjadikan gagasan tersebut menjadi gagasan Negara. Mereka membentuk tim khusus untuk membahasa dengan serius penerapan Revolusi Industri 4.0. ini.

Pada tahun 2015 pengenalan Revolusi Industri 4.0. oleh Angella Markel pada Forum World Economic Forum (WEF). Pemerintah Jerman juga telah menggellontorkan sjumlah dana yang cukup besar untuk membantu pemerintah, kalangan kampus dan pebisnis untuk melaksanakan penelitian antar akademisi tentang Revolusi Industri 4.0. Bukan saja Jerman yang mengadakan penelitian dengan sunguh- sungguh atas Revolusi Industri 4.0. tetapi negara lain sebagaimana Amerika Serikat menggerakkan SMLC = Smartt Manufacturing Leadership Cialition. SMLC adalah organisasi nirlaba yang berisikan stake holder pemangku industri (pemasok, perusahaan tek0ogi, lembaga pemerintah, produsen, akademisi dan laboratorium)

Penggunaan tek0ogi nir kabel dengan Internet of Things (IoT) akan mempermudah proeskomunikasi verbal maupun proses kounikasi data. Baik antar manusia, antar mesin, perangkat dan sensor. Sebagai contoh sederhana, saat Revolusi Industri 3.0. proses transfer dana, hanya dapat dilakukan pada Bank atau ATM. Namun saat ini sudah dapat dilakukan diamanapun, kapanpun dengan menggunakan Internet bangking atauppun denggan mempergunakan Phone bangking.

Disamping Internet of Things saat memasuki Revolusi Industri 4.0. juga mengenai perkembangan Big Data. Dimana Big Data ini membuat suatu tempat penyimpanan yang cukup besar dan aman yang disebut dengan cloud computing. Analisa besar dan komputasi besar dan rumit yang disebut dengan komputasi awan akana membantu manusia untuk emlaksanakan suatu analisis dan cacat dini kegagalan produksi. Sehingga dengan adanya Big Data ini, maka permasalahan dapat dikenali dan diketahui sejaka awal berdasarkan data yang terekam. Hal ini dsiebut dengan 6 C, yaitu :

1. Connection.
2. Cyber.
3. Content.
4. Contex.
5. Community.
6. Customization.

Gambar 2.2. Phone Banking

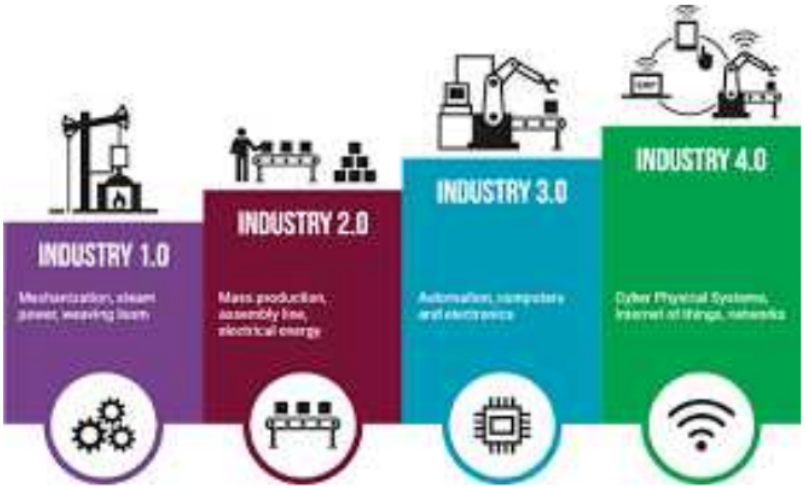
Revolusi Industri 4.0. yang berdampak juga bagi perkembangana perindustrian di dalam negeri, sangat membantu manajemen pabrik dalam mengoperasionalkan perusahaannya. Data yang ada diproses dengan analitik dan algoritma sehingga menghasilkan data logic yang mantab. Penyelesaian masalah yang tampak maupun tidak akan dapat dilakukan dengan cepat dan tepat termasuk di dalmnya maslah degradasi mesin dan keausan komponen mesin.

Di Indonesiapun mau tidak mau juga harus mengikuti Revolusi Industri 4.0. secara sangat serius. Oleh karenanya menteri perindustrian harus membuat suatu peta jalan (Road Map) dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0.. Sosialisasi harus dilakukan, karena Revolusi Industri tidak hanya berdampak pada peralatan, komponen sistem IT tetapi juga berdampak pada manusia secara luas.

2.2. Bagaimana Revolusi Industri 3.0 ke Revolusi Industri 4.0.

Jika ditarik mundur, maka era digital dimulai pada Revolusi Industri 3.0. Pada era Revolusi Industri 3.0. ini merupakan perpaduan inovasi di bidang Elektronika dan Tek0ogi Informasi. Bahkan muncul suatu perselisihan mengeai Revolusi Industri 4.0. adalah suatu Revolusi Industri? Ataukah cukup sebagai pengembangan Revolusi Industri 3.0.?. Sedangan kenyataan yang ada perubahan dari Revolusi Industri 3.0. menuju Revolusi Industri 4.0 sangat sangat terasa[13][12].

Beberapa yang terjadi saat ini pada Revolusi Industri 3.0 tidak ada, pada Revolusi Industri 4.0 mulai ditemukan dan berkembang apalagi dengan masuknya tek0ogi AI. Hal ini merupakan petunjuk bahwa Revolusi Industri 4.0 itu benar benar Revolusi Industri.



Gambar 2.3. Perkembangan Revolusi Industri

2.3. Dampak Revolusi Industri 4.0

Revolusi Industri 4.0, memiliki dampak pada kehidupan manusia pada umumnya. Adapun dampak positif dengan adanya Revolusi Industri 4.0, adalah :

1. Akses informasi menjadi jauh lebih mudah, bahkan mudah di akses oleh tek0ogi smartphone ataupun tek0ogi lainnya.
2. Masyarakat lebih mudah menjalankan komunikasi, baik komunikasi verbal, maupun komunikasi data.
3. Banyak tenaga manusia yang dapat digantikan oleh mesin, sehingga hasil kerjanya lebih presisi dan memiliki kualitas yang tinggi.
4. Kapasitas Produksi dapat dinaikkan pada satuan waktu tertentu.
5. Pendapatan nasional akan meningkat dikarenakan kenaikan jumlah produksi pabrik.
6. Terjadi peningkatan tenaga kerja ahli untuk melakukan maintenance alat alat industri, dan peningkatan tenaga ahli untuk bidang yang tidak dapat digantikan oleh mesin.

Sedangkan dampak negatif adanya Revolusi Industri 4.0. adalah sebagai berikut:

1. Sistem rentan terhadap serangan cyber. Hal ini berkaitan dengan tek0ogi AI pada bidang komunikasi.
2. Membutuhkan perhatian serius untuk meningkatkan keamanan terhadap kejahatan cyber.
3. Membutuhkan biaya besar dalam investasi alat.
4. Perawatan tek0oginya membutuhkan dana yang besar.
5. Membutuhkan biaya untuk meningatkana ketrampilan operator mesinnya dikarenakan menggunakan tek0ogi yang sebelumnyaa tidak ada.

6. Diperlukan analisa mengenai dampak lingkungan, dikarenakan limbah yang dihasilkan oleh mesin baru dengan tek0ogi yang baru juga.

2.4. 5 Titik Utama Revolusi Industri 4.0.

Mengutip dari situs kementrian komunikasi dan informatika (KOMINFO), terdapat 5 tek0ogi yang menjadi titik utama pada Revolusi Industri 4.0. yaitu[12]:

1. Internet of Things. IoT ini adalah suatu penggabungan antara mesin digital, komputasi dan mekanis untuk mengoperasionalkan beberapa fungsi melalui komunikasi dan dihubungkan dengan internet. Contoh : Aplikasi Qlue untuk smart city.
2. Big Data merupakan sekumpulan data besar dan banyak jumlahnya. Data data ini dikumpulkan untuk dlakukan pengelolaan sesuai dengan tujuan peng koding. Data ini akan dicari trend nya untuk menentukan keberadaan di saat saat yang mendatang. Sehingga dengan data data yang ada akan dapat dilakukan pengambilan keputusan yang tepat. Sebagai contoh: Layanan penyedia Big Data di Indonesia adalah Sonar Platform, Warung Data dll.
3. Artificial Intelligence, AI merupakan tek0ogi mesin atau komputer yang memiliki kemampuan sebagaimana kecerdasan manusia. Dalam penggunaannya AI ini membutuhkan data yang berkesinambungan. Sebagai contoh penggunaan AI adalah layanan Chatbox, pengenalan wajah atau Face Recognition.
4. Cloud Computing adalah tek0ogi yang mempergunakan internet sebagai sarana untuk mengelola data dan aplikasinya. Clud Computing ini mewajibkan memiliki hak akses sehingga dapat mengkofgurasikan antara data pada server melalui saluran internet. Sebagai contoh dari Cloud Computing adalah : Free Cloud.
5. Additive Manufacturing. Adictive maanufacturing ini dapat juga merupaka suatu hal yang umum dengan sebutan 3 D Printing. Tek0ogi Addictive Manufacturing ini digunakan untuk pembuatan Digital Design.

2.5. Aktifitas Sehari Hari Revolusi Industri 4.0.

Revolusi industri 4.0. adalah suatu fenomena yang menjadikan satu Cyber dan tek0ogi secara otomatis tanpa menggunakan keterlibatan manusia untuk mewujudkannya. Kehidupan masyarakat Indonesia pada Revolusi Industri 4.0. ini tidak lepas dari dunia digital atau internet.

Masyarakat Indonesia pada utamanya generasi Z, yaitu genrasi yang lahir antara 1998 – 2010 sebanyak 93,7% akrab dengan internet. Bahkan dapat dikatakan bahwa masyaraakat generasi Z sangat menggantungkan hidupnya pada internet. Penggunan internet yang berlebihan menjadi tidak baik. Oleh karen erlu dimunculkan Digital Intelligence. Dimana Digital Itelligence merupakan penggabungan kemampuan sosial, kognitif dan emosional yang memungkinakan individu menghadapi tantangan dan mampu beradaptasidengan tuntutan kehidupan digital[14].

Salah satu aspek pada Digital Intelligence adalah Digital Use. Pada Digital use ini ditekankan bahwa pada penggunaan tek0ogi seseorang harus mampu mebuat keseimbangan antara pengguanaan tek0ogi dan kehidupan sosialnya sehingga dalam hidupnya seseorang tersebut dapat memanfaatkan tek0ogi dengan baik.

Pada saat ini, diketahui banyak masyarakat Indonesia menjadi melek terhadap internet. Mereka menggunakan internet kapan saja dan dimanapun mereka berada. Ketika berkumpul dengan teman ataukeluarganaya, perhatian mereka masih tertegun pada internet yang berada pada masing masing HP yang dimilikinya.

Informasi yang di dapatkan dari Global Webb Indext, bahwa Indonesia merupakan pengguna internet tertinggi di dunia dengan angka prosentase 64% atau 174 juta orang yang mmenggunakan internet dalam negara Indonesia. Sedangka pertumbuhannya adalah sebesar 17% pertahun pada satu tahun terakhir ini. Angka pertumbuhan 17% ini setara dengan 25,4 juta pemakai internet baru di indonesia[15].

Jika melihat data diatas, maka di dapatkan hasil perhitungan arata – rata penggunaan internet sehari lebih dari 8 jam, sehingga hal ini akan menyebabkkan orang :

1. Menjadi apatis terhadap lingkungannya. Karena jarang melakukan interaksi dengan manusia yang berada disekitarnya.
2. Seseorang menjadi lebih senang menyendiri daripada berinteraksi dengan orang lain.
3. Menurunkan nilai nilai sosial yang terjadi pada masyarakat sekitarnya.
4. Menyebabkana seseorang mengalami kecanduan internet.

Menurut Young (Dewi & Trikujumlahaadi, 2017), aspek kecanduan pada internet adalah sebagai berikut :

1. Perhatian tertuju kepada aktifitas online.
2. Mendapatkan kepuasan bermain.
3. Tidak dapat mengendalikan internet.
4. Merasa gelisah.
5. Cepat menjadi marah .
6. Menjadikan internet sebagai cara untuk melepaskan diri dari masalah.
7. Beresiko kehilangan teman dan saudara dekatnya.
8. Beresiko kehilangan pekerjaann, pendidikan atau karirnya.
9. Menyebabkan gangguan kepala.
10. Mendapatkan gangguan gizi.
11. Kebiasaan makan menjadi tidak teratur.
12. Banyak pengaruh negatif yang ada pada internet.
13. Banyak terpengaruh gambar tidak senonoh.

Sehingga para pengguna internet diharapkan menggunakan internet dengan sehat dan aman. Sehingga sejak awal perlu dikenalkan kepada generasi muda agar mengguakna internet dengan sehat. Diberikan pelajaran Etika berinternet secara sehat (Cyber Ethics).

Tujuan diadakannya Cyber Ethics adalah untuk menghindari kebiasaan tidak baik di dunia maya akan terbawa ke dalam dunia nyata dan sebalikknya.

2.6. Tugas

1. Sebutkan pergerak Revolusi mulai awal samai 4.0 saat ini :
2. Jelskan mengenai Revolusi Industri 4.0
3. Jelaskan tujuan diadakannya Cyber Ethics.

Bab 3

Sejarah Turing Machine

Tujuan Instruksional :

Setelah mempelajari Bab ini, di harapkan pembaca dapat:

1. Memahami, Mengetahui dan menjelaskan tentang Turing Machine.
2. Memahami dan menjelaskan pemanfaatan Turing Machine.

Gambar 3.1. Turing Machine

3.1. Sejarah Turing Machine

Alan Mathison Turing (yang terkenal dengan sebutan Alan Turing) adalah orang yang menemukan MT. Alan Turing adalah seorang matematikawan terlahir di Paddington, London, 23 Juni 1912. Alumni dari Perguruan Tinggi yang terkenal di sana, yaitu Cambridge University. Pada tahun 1930, Alan Turing memeberikan gagasan mengenai komputer digital. Komputer digital ini digunakan untuk menyelesaikan masalah masalah komputasi yang muncul saat itu[16].

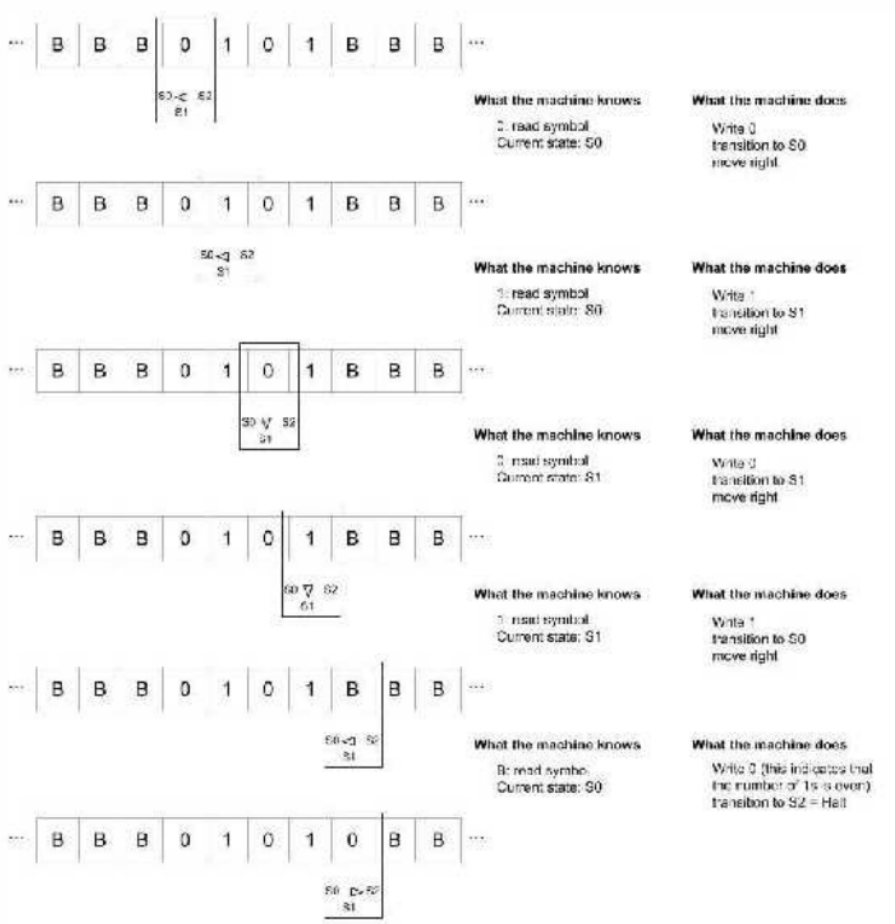
Akhirnya Alan Turing memunculkan MT(Mesin Turing) ini. MT ini dikemudian hari memunculkan komputer modern.

Alan Turing menemukan MT pada tahun 1936. Mesin ini dipergunakan untuk mendefinisikan hal matematis dari suatu alat sederhana. MT ternyata mampu membuat suatu model komputasi, bahkan jika mempunyai permasalah ketidak terhitungan mesin ini dapat menyelesaikannya.

3.2. Ilustrasi dan Demonstrasi MT

Pada tabel 3.1. dapat dilihat urutan kegiatan poerasi MT ini[17].

Tabel 3.1. Demonstrasi MT



Pada gambar 3.1. terlihat bahwa MT akan selalu mendeteksi setiap pergerakan kode mulai detik ke satu menuju ke detik yang lain dan gerakannya itu memunculkan hasil yang diinginkan oleh Alan Turing. Secara lebih detail dapat dilihat gambaran di bawah ini.

Pada gambar 3.2. ini terdapat Pendemonstrasi MT. MT ini bergerak berdasarkan pergerakan arah Kepala, terhadap nilai yang ditulis dan nilai yang dihilangkan. Hal ini terjadi berhubungan dengan serangkaian perintah yang diberikan pada mesin tersebut.

Gambar 3.2. Demonstrasi MT

MT ini adalah suatu mesin yang memiliki teori komputasi untuk perhitungan matematis.. Pita ini adalah bentuk susunan cel dari suatu MT, dan pita ini dapat mengadakan pergerakan mundur dan maju. Panjang pitanya tidak terhingga, di dalam setiapa selnya terdapat 0, 1 atau bahkan tidak berisi (Empty space). Diatas salah satu pita sel terdapat kepala (Kepala). MT ini dapat memproses algoritma apapun.

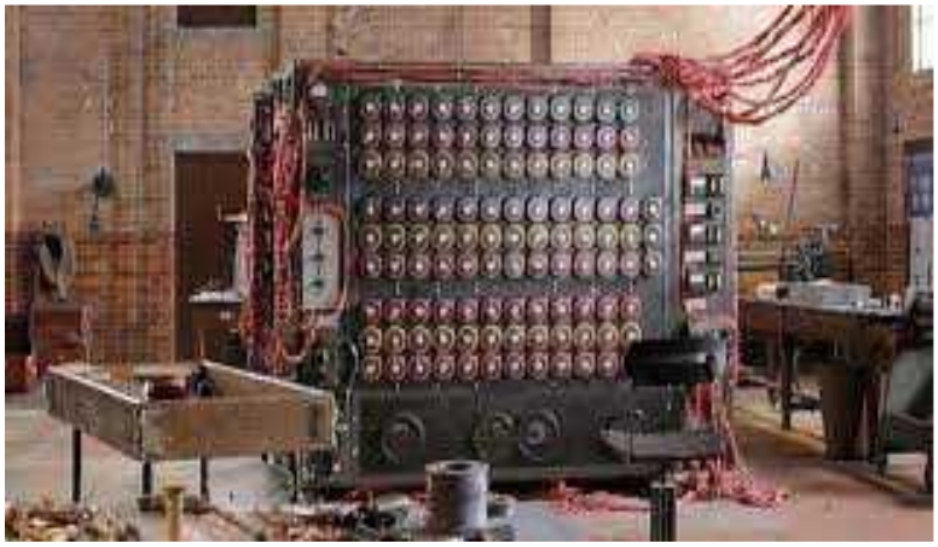
Operasi dasar dari MT adalah:

• Read, Lambang yang teerdapat pada square dibawah kepala dibaca
• Edit, melakukan perubahan lambang dengan cara menghapus atau menuliskan lambang yang baru
• Move, memutasikan pita ke kanan atau kiri sebanyak 1 square

Pada dunia praktisi terdapat pushdown automata dan finite automata dimana 2 hal ini memiliki perbedaan dengan MT. Perbedaan nya sebagaimana tabel 3.2.

Tabel 3.2. Perbedaan MT Dengan Automata

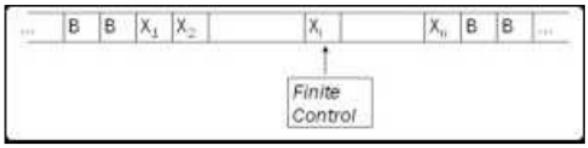
Machine	*Stack Data Structure*	*Deterministic?*
Finite Automata	N.A.	Ya
Pushdown Automata	*Last In First Out* (LIFO)	Tidak
Turing Machine	*Infinite tape*	Ya



Gambar 3.3. MT[18]

MT ini sangat dikenal dengan sebuutan mesin canggih sebagaimana: "Apapun yang bisa dilakukan oleh MT pasti bisa dilakukan oleh komputer." MT ini mempergunakan notasi ID - ID pada PDA ini digunakan sebagai pernyataan komputasi dan konfigurasinya. Balok PDA mempunyai suatu akses terbatas. Elemen-elemen dapat diakses oleh mesin adalah elemen berada pada top Balok. MT, memiliki memori yang disimpan dala bentuk tape yang isinya merupakan seluruh array dari sel-sel penyimpanan."

Bagimana MT bekerja dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Visualisasi MT

MT ini berisi Finite control. Finite control ini berapa pada suatu himpunan berhingga dari suatu tahap. Disana ada suatu tape yang dilakukan pembagian ke dalam sel. Setiap sel nya dapat menampung satu sampai tak terhingga symbol. Awalnya input berupa string dengan lambang panjang sampai dipilih dengan input alphabet yang ditempatkan pada tap. Bagian yang lain, memiliki perluasan kekanan dan kekiri. [19].

3.3. Spek MT

MT ini mempunyai pita yang berbentuk array yang berfungsi untuk memori dan dapat melakukan penyimpanan lambang tunggal. MT ini juga berfungsi sebaga penunjuk posisi yang dapat di akses oleh pita kepala, yang dapat melakukan gerakan ke kiri dan ke kanan untuk membaca inputan. Disamping itu kepala juga berfungsi untuk mengubah dan menghapus isi pita.

3.4. Cara Kerja MT

Tahap awal dan lambang yang ditunjukkan oleh Kepala Menurut fungsi transisinya, ditentukan :

- Tahap selanjutnya
- Tulis Pita
- Melakukan pergerakan Kepala kekiri dan kekanan

Jika pasangan dari Tahap dan lambang yang ditunjukkan oleh kepala tidak memiliki fungsi transisinya, maka hal ini menunjukkan bahwa MT berhenti.
Jika mesin ini stop pada Tahap final (F), hal ini menunjukkan bahwa input diterima. Begitu pula Sebaliknya jika MT ini tidak tepat berhenti keposisi Tahap (F), maka hal ini menunjukkan bahwa masukan itu ditolak[20].

MT ditunjukkan oleh 7-tuple, yaitu M = (Q, S, G, d, q0, B, F), yaitu:

- Q: Himpunan berhingga dari state dari finite control.
- S: Himpunan berhingga dari simbol input.
- G: Himpunan dari tape symbol.
- S merupakan subset dari G.
- d: Fungsi transisi. Argumen d(q, X) adalah sebuah state q dan sebuah tape symbol X. Nilai dari d(q, X), jika nilai tersebut didefinisikan, adalah triple (p, Y, D), dimana: p adalah next state dalam Q
- Y adalah simbol, dalam G, ditulis dalam sel yang sedang di-scan, menggantikan simbol apapun yang ada dalam sel tersebut.
- D adalah arah, berupa L atau R, berturut-turut menyatakan left atau right, dan menyatakan arah dimana head bergerak.
- q0: start state, sebuah anggota dari Q, dimana pada saat awal finite control ditemukan.
- B: simbol blank. Simbol ini ada dalam G tapi tidak dalam S, yaitu B bukan sebuah simbol input.
- F: himpunan dari final state, subset dari Q.

3.4.1. Penjelasan Instantaneous (ID) untuk MT

ID ini dipergunakan agar diketahui apa yang dikerjakan oleh MT. ID ini ditunjukkan oleh string X1 X2 X3 … Xi - 1qXiXi + 1 … Xn, dimana[20]:
q merupakan tahap dari TM

Tape head men-scan simbol ke-i dari kiri.
X1X2 …Xn merupakan bagian dari tape di antara nonblank sel paling kanan dan paling kiri.

Pergerakan TM
M = (Q, S, G, d, q0, B, F), ditunjukkan oleh notasi ├ atau ├. ├*M atau ├* digunakan untuk menunjukkan nol, satu atau lebih pergerakan dari TM.

Anggap d(q, Xi) = (p, Y, L), yaitu pergerakan selanjutnya adalah ke kiri. Maka
X1X2… Xi-1qXiXi+1 … Xn
├ X1X2… Xi-2pXi-1 YXi+1 … Xn

Langah gerak sebagaimana diatas menyatakan perubahan ke state p. DimanaTape head sekarang berada pada posisi di sel i-1.
Jika i = n dan Y = B maka simbol B yang ditulis pada Xn berhubungan dengan urutan tak hingga dari blank–blank yang mengikuti dan tidak muncul dalam ID selanjutnya. Dengan demikian
X1X2 ...Xn-1 q Xn ├ X1X2... Xn-2p Xn-1

Terdapat dua pengecualian:
Jika i=1, maka M pindah ke blank ke bagian kiri dari X1.
Dalam kasus ini,qX1X2 ...Xn ├ pBYX2... Xn.

Jika i = n dan Y = B maka simbol B yang ditulis pada Xn berhubungan dengan urutan tak hingga dari blank–blank yang mengikutinya dan tidak memunculkan dalam ID selanjutnya.

Oleh karenanya X1X2 ...Xn-1 q Xn ├ X1X2... Xn-2p Xn-1 Anggap d(q, Xi) = (p, Y, R), adalah melakukan gerak selanjutnya adalah ke kanan. Maka X1X2... Xi-1qXiXi+1 ... Xn ├ X1X2... Xi-1 YpXi+1 ... Xn Tape head telah pindah ke sel i+1.

3.4.2. Diagram Transisi pada MT

Diagram peralihan ini berisi suatu himpunan dari titik dan merupakan pernyataan MT. Sebuah arc yang ada dari tahap q ke tahap p ditandai dengan label oleh item dalam bentuk X/Y D, dimana X dan Y adalah tape symbol, dan D = kiri (L) atau kanan (R)[19].

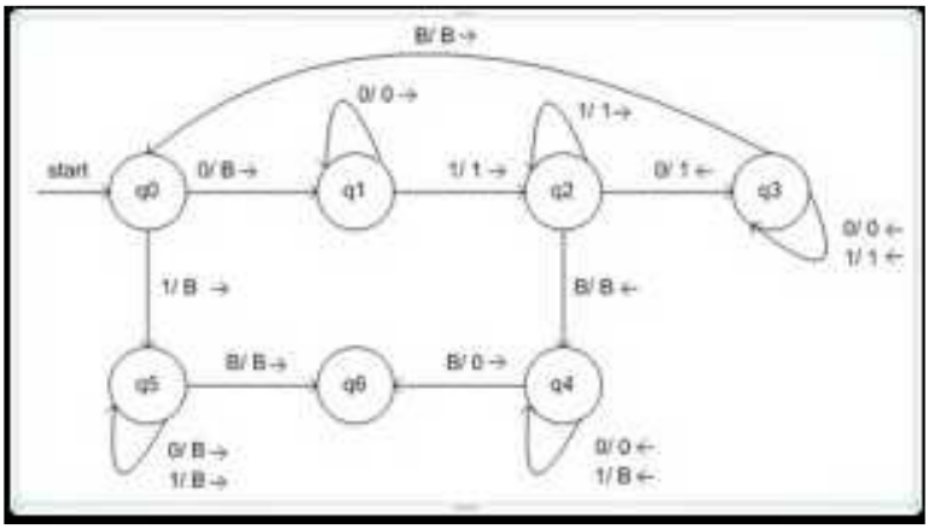
Bahwa jika d(q, X) = (p, Y, D) diperoleh label X/Y D pada arc dari q ke p. Dalam diagram arah D dinyatakan dengan tanda ¬ untuk "left" dan ® untuk "right". Start state ini diberi tanda menggunakan kata "start" dan sebuah panah yang masuk ke dalam state tersebut. Final state ditandai dengan putaran ganda.

Aturan untuk fungsi transisi d:

Tabel 3.3. Aturan Fungsi Transisi D

State	Simbol		
	0	1	B
q_0	(q_1, B, R)	(q_5, B, R)	-
q_1	$(q_1, 0, R)$	$(q_2, 1, R)$	-
q_2	$(q_3, 1, L)$	$(q_2, 1, R)$	(q_4, B, L)
q_3	$(q_3, 0, L)$	$(q_3, 1, L)$	(q_0, B, R)
q_4	$(q_4, 0, L)$	(q_4, B, L)	$(q_6, 0, R)$
q_5	(q_5, B, R)	(q_5, B, R)	(q_6, B, R)
q_6	-	-	-

Diagram transisi MT M:



Gambar 3.5. Diagram Transisi MT

Contoh Ringan MT:

Komputasi ringan yang dibangun oleh Mesin Turing didefinisikan sebagai berikut:
Terdapat berapa angka 1 didalam sebuah string yang berbentuk 0111...110 (rangkaian angka 1 yang didahului dengan 0 dan diakhiri juga dengan 0),

apakah berjumlah genap atau berjumlah ganjil?

Jika 1 berada antara dua angka 0 tersebut berjumlah genap, maka tulis sebuah angka 0 pada salah satu sel dari tape Mesin Turing.

Jika 1 berada antara dua angka 0 tersebut berjumlah ganjil, maka tulis sebuah angka 1 pada salah satu sel dari tape mesin Turing.

Untuk menyelesaikan permasalahan komputasi ini, maka dibuat tiga macam State untuk mesin Turing ini, yaitu Start, Even, dan Odd.

Oleh karenanya dibuat sekumpulan aturan Transisi yang dipergunakan Mesin Turing ini dalam melakukan proses komputasinya. Aturan Transisi dimaksud dituliskan demikian:

Bila mesin Turing berstatus Start, membaca simbol 0 pada Tape, maka dilakukan hal berikut:
Status dipindah ke status Even, Ganti simbol 0 pada Tape dengan Blank (atau Hapus simbol 0 pada Tape), dan melakukan gerakan ke kanan satu sel.

Bila mesin Turing berstatus Even, membaca simbol 1 pada Tape, maka dilakukan hal berikut: Pindah status menjadi status Odd, Ganti simbol 1 pada Tape dengan Blank, dan melakukana gerakan ke kanan satu sel.

Bila Mesin Turing berstatus Odd, membaca simbol 1 pada Tape, maka dilakukan hal berikut: Pindah status menjadi Even, Ganti simbol 1 pada Tape dengan Blank, dan melakukan gerakan ke kanan satu sel.

Bila mesin Turing berstatus Even, membaca simbol 0 pada Tape, maka dilakukan hal berikut: Pindah status menjadi Halt, Ganti simbol 0 pada Tape dengan 0, dan tetap pada sel tersebut (tidak diperlukan berpindah ke kanan maupun ke kiri).

Bila mesin Turing berstatus Odd, dan mendeteksi simbol 0 pada Tape, maka dilakukan hal sebagai berikut: Status pindah ke Halt, Ganti simbol 0 pada Tape dengan 1, dan tetap pada sel tersebut.

3.3. Tugas

1. Bagaimana cara MT bekerja.
2. Bagaiman MT dapat melakukan komputasi algoritma, dan berstatus Odd?

Bab 4

Machine Learning dan Aplikasinya

Tujuan Instruksional :

Setelah mempelajari Bab ini, di harapkan pembaca dapat:

1. Memahami, Mengetahui dan menjelaskan bagaimana Mechine Learning.
2. Memahami dan menjelaskan aplikasi Machine Learning

Gambar 4.1. Machine Learning

4.1. Pengenalan Machine Learning

Machine Learning (ML) adalah suatu teknologi yang berfungsi dan diketemukan dan dipelajari agar dapat belajar sendiri tanpa petunjuk dari pemakainaya. Pengembangan mesin ini berdasarkan ilmu seperti : Fisika, Statistika, Matematik dan data mining sampai mesin mampu mampu melaksanakan pembelajaran suatu analisa tanpa diprogram kembali.

ML memiliki suatu kelebihan untuk mendapatkan data dengan memerintahkan dirinya sendiri. ML melakuka pembelajaran data yang tersimpan untuk melakukan suatu tugas tertentu[16].

4.2. Sejarah Mesin Learning

Sejarah ML secara berurutan disampaikan pada tulisan dibawah ini: Tahun 1920 an beberapa pakar matematik seperti Andrey Markov, Thomas Bayes dan Adrien Marie Legendre dengan memberikan dasar ML dan konsepnya sehingga ML banyak dikembangkan. Salah satu pengembangannya bernama Deep Blue (DB) oleh International Business Machines IBM pada 1996[21].

DB adalah ML yang terus diperbaiki agar supaya dapat belajar dan melakukan permainan catur. DB ini sudah ditest untuk melakukan permainan melawan pakar Catur Professional dan menang. Peran ML sangat bermanfaat untuk kehidupan manusia pada banyak bidang kehidupan. Sampai sekarangpun aplikasi ML banyak ditemukan. Misalnya ketika menggunakan feature unlock untuk membuka HP. Atau kemunculan sponsor yang ada tersebut adalah output pengelolaan ML sesuai dengan pribadi yang membaca.

4.3. Teknologi AI Pada Penggunaan Machine Learning

Untuk mempelajari ML ini ada beberapa teknik yang harus diketahui, secara umum ada 2 teknik dasar, yaitu ; Supervised dan unsupervised. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut[21];

4.3.1. Supervised Learning

Metode Supervised Learning adalah metode yang pertama yang dapat digunakan pada pembelajaran atas suatu mesin yang mampu melakukan penerimaan data yang telah diinputkan data nya dan diberi label tertentu. Metode ini dapat menyajikan hasil dengan melakukan perbandingan pada data masa lalu.

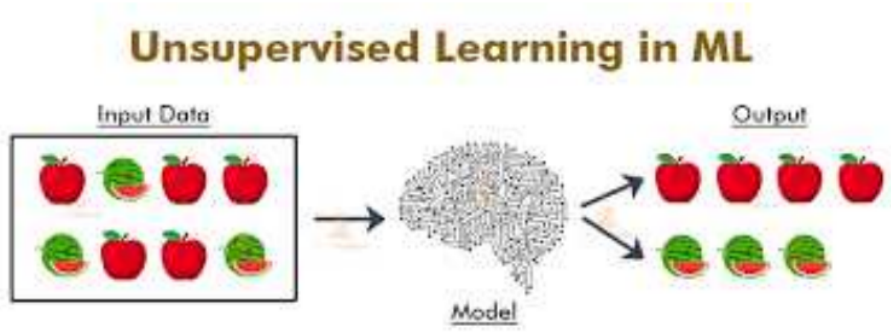
Teknik Supervised Learning ini dibagi menjadi dua teknik belajar lagi, yaitu:

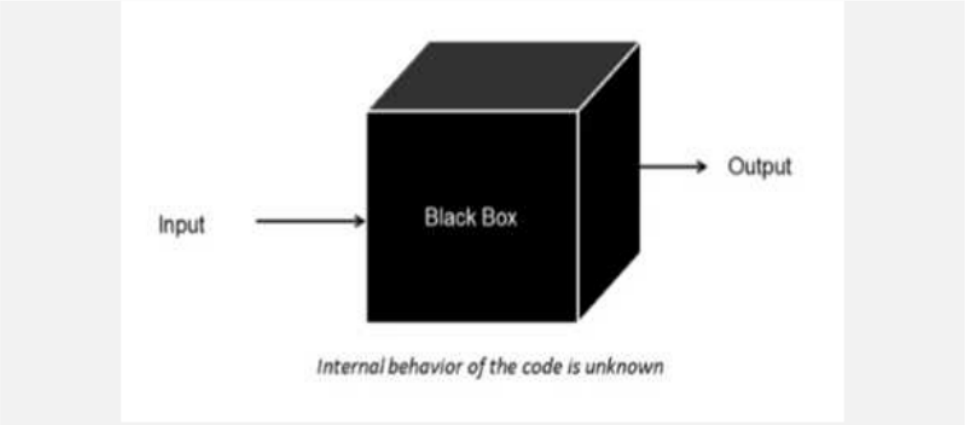
- **Regression.**
  Pada Teknik ini data dipenuhi secara real Value, Floating point atau numerical, agar supaya bisa melakukan percobaan pendeteksian harga saham dikedepannya.
  Contoh: waktu urutan data berdasarkan waktu transaksi.

- **Classification (Discrete/ Category)**
  Adalah bentuk teknik pemberian label atau kategori sehingga dapat data yang baru dapat segera diputuskan mengikuti kategori yang mana.

4.3.2. Unsupervised Learning

Teknik Unsupervised Learning ini adalah salah satu teknik yang diterapkan pada ML dengan menggunakan data yang tidak memiliki informasi yang dapat diterapkan secara langsung. Dengan adanya teknik ini maka akan dapat ditemukan struktur atau polatersembunyi pada data yang tidak mempunyai label. Ada suatu perbedaan dengan Supervised Learning. Pada kasus yang kedua ini kita tidak memiliki suatu acuan film film sebelumnya. Jika akan dibeli sebuah film yangbaru, maka dapat dilakukan beberapa pengkategorian film agar mudah untuk menemukan film tersebut. Tentunya akan dilakukan pengelompokan pada film film yang mirip. Misalnya jika kita mempunyai film baru Conjuring, maka akan dikelompokkan pada film horor.





Gambar. 4.2. Pemrosesan Data Kotak Hitam

4.4. Pola Machine Learning

Prinsip bekerjanya Machine Learning sebetulnya tidak sama seperti apa yang dipergunakan pada ML. Tetapi secara prinsip cara kerja cara belajar mesin tetap sama, terdiri dari pengkoleksian data, menjabarkan data, melakukan pemilihan model atau teknik. Mengajarkan pelatihan atas model yang terpilih dan melakukan evaluasi dari ML. Sedangkan cara mempelajari prinsip kerja dari ML, adalah sebagai berikut:[9].

4.5. Perkembangan Machine Learning

Google telah mengembangkan suatu permainan berbasis ML. Saat pertama kali dikembangkan AlphaGo dia dibei masukan data 100 ribu data pertandingan Alpha Go, untuk dipelajari. Setelah Alpha Go mempelajari 100.000 pertandingan tersbeut, maka dia akan menyususn struktur data pembelajaran utuk dimainkan disaat mendatang. Dia akan selalu belajar sendiri dan meningkatkan kemampuannya jika mendapatkan input pertandingan yang baru. Setiap dia kalah maka akan memperbaiki dirinya. Ini akan diulang sebanyak banyaknya[9].

Gambar 4.3. Allpha Go

Alpha Go juga mempunyai kemampuan pada saat yang sama melakukan beberapa event pertandingan, artinya pada saat yang sama Alpha Go akan mendapatkan pelajaran beberapa pertandingan pada saat yang sama. Alpha Go dapat bermain sendiri sesama mesin juga dapat bermain dengan manusia. Sehingga dengan kemampuan belajar tersebut, maka pada tahun 2016 menjadi pemenang.

Dari penerapan ML ini, maka dapat dipahami ML akan terus beajar selama dia dipergunakan. Hal ini sama seperti fitur wajah. Deteksi wajah yang terdapat pada Facebook akan mengenali pola wajah, sebagaimana pola wajah yang pernah diupload oleh pengguna. Sehingga dengan data foto yang telah diupload tersebut, maka Facebook akan dapat mengenali foto foto lain yang baru saja diupload untuk dideteksi apakah sama seperti wajah di foto yang pernh dia pelajari.

“Sebuah pembelajaran mesin adalah perangkat apa pun yang tindakannya dipengaruhi oleh pengalaman masa lalu” (Nils John Nilsson)

4.6. Machine Learning

ML adalah suatu metode yang dipergunakan agar supaya program dapat melakukan pembelajaran dari banyak data. Hal ini sangat beda dengan komputer biasa yang mempunyai metode statis, tidak dapat melakukan pembelajaran sendiri. Cara belajar ML tersbeut mengikuti cara belajar manusia yaitu belajar dari banyak contoh yang pernah dipelajarinya. Contoh – contoh yang sudah dipelajari ini akan dianalisa untuk dapat menjawab pertanyaan pertanyaan berikutnya.

Disadari tidak semua masalah yang muncul dapat diseelesaikan oleh ML, namun seringkali algoritma yang sangat komplek dapat diselesaikan dengan cara yang sangat sederhana. Beberapa contoh ML yang digunakan pada kehidupan manusia sehari hari :

- Spam Detection
- Face Recognition
- Product Recommnedation
- Virtual Assistance
- Medical Diagnosis
- Pendeteksi Penipuan Kartu Kredit
- Pengenal Digital
- Perdagangan Saham
- Customer segmentation
- Atonomos Car

ML memiliki alur kerja sebagaimana cakupan dibawah ini :

- Pengumpulan data set
- Pengeksplorasian data
- Penentuan model (NN, regresi logistic dan linear, dll)
- Pemberian latihan untuk model yang dipilih
- Model Evaluation
- Prediksi

Gambar 4.4. Machine Learning

Keakuratan awal dari program ML sangat buruk karena terbatasnya data. Namun seiring berjalannya waktu, setelah data-data masuk, berarti program ML sering dilatih. Maka ML akan semakin baik. Misalnya ketika menjalankan permainan Role Playing game (RPG) dengan menggunakan AI, maka saat awal manusia akan dengan mudah akan mengalahkan mesin. Namun setelah beberapa pola permainan dilakukan oleh manusia, maka engine akan belajar dari pola sebelumnya. Sehingga semakin lama akan semakin sulit untuk dikalahkan.

4.7. Tugas

1. Bagaimakah cara Mesin Learning meningkatkan kecerdasannya?
2. Sebutkan contoh kegiatan manusia yang banyak menggunakan Mesin Learning?

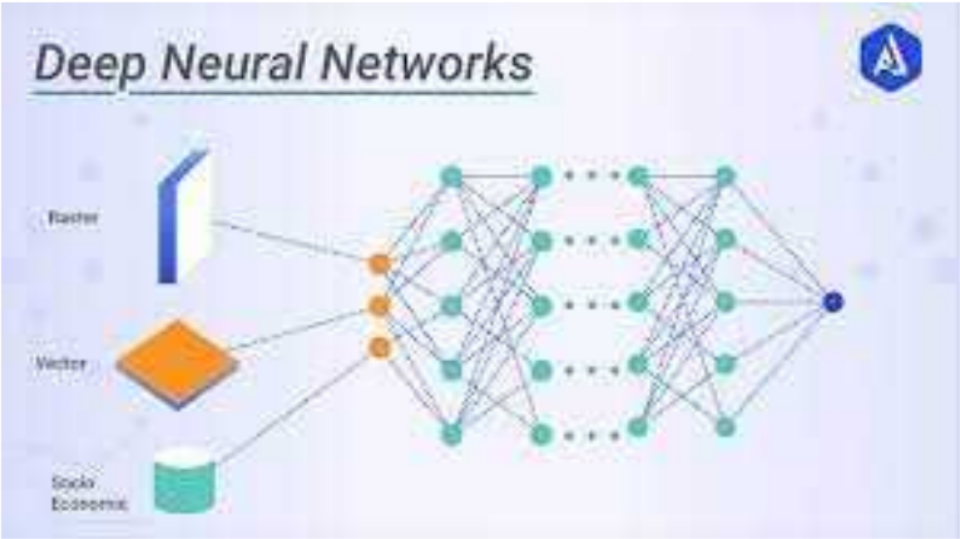
Bab 5

Deep Neural Network

Tujuan Instruksional :

Setelah mempelajari Bab ini, di harapkan pembaca dapat:

1. Memahami, Mengetahui dan menjelaskan bagaimana Deep Neural Network
2. Memahami, menjelaskan dan mengaplikasikan Deep Neural Netwrok



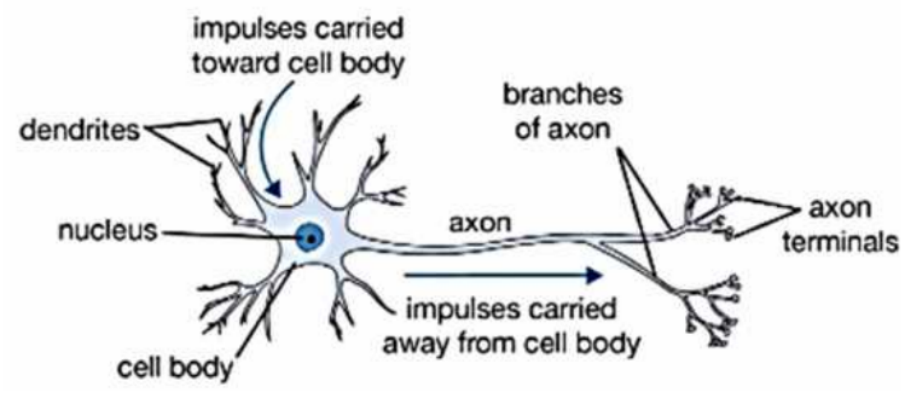
Gambar 5.1. Deep Neural Network

5.1. Definisi Deep Neural Network

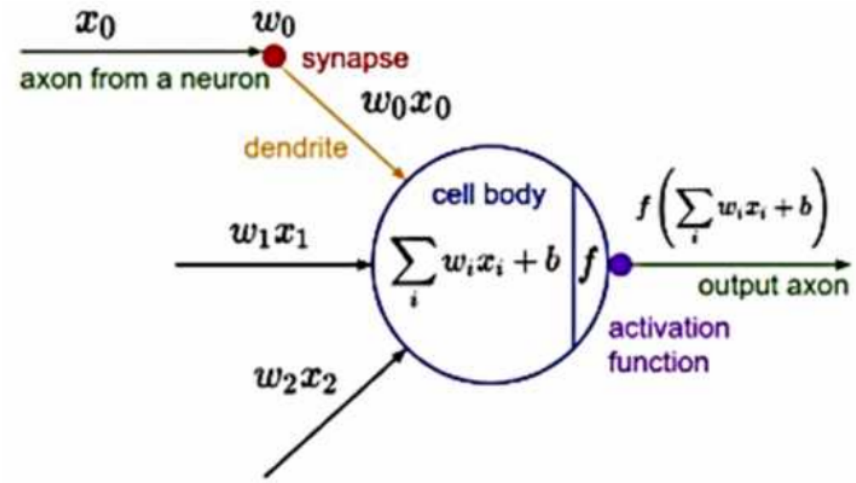
Deep Pembelajaran (DL) adalah suatu topi yang saat ini sedang banyak dibicarakan dikalangan akademisi. Begitu juga banyak dibicarakan pada bidang professional. Lalu apakah arti DL? DL adalah salah satu cabang Machine Pembelajaran (ML). Dimana DL ini adalah bagian dari ML dimana di dalamnya mempergunakan Deep Neural Network dalam mencari solusi penyelesaian masalah domain ML[22].

5.2. Artificial Neural Network

Neural Network ini merupakan suatu model yang diinspirasikan dari suatu proses neuron didalam suatu rangkaian otak manusia bekerja. Masing – masing Neuron yang terdapat pada otak manusia, semuanya berkaitan dan informasinya berjalan pada tiap neuron. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat ilustrasi bagaimana Neuron bekerja dan bagaimana model matematisnya, sebagaimana pada gambar 5.2.



Gambar 5.2. Prinsip kerja Neuron



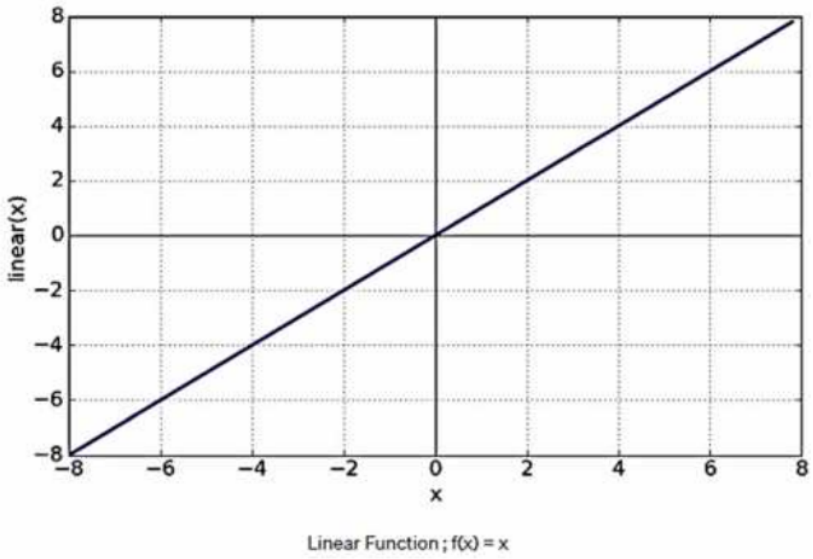
Gambar 5.3. Persamaan Matematika Neuron

Dalam prosesnya Tiap neuron mendapatkan masukan dan melaksanakan operasi dot pada sebuah berat, dilakukan penjumlahan (berated Jumlah) dan menjumlahkan dengan bias. Hasil yang diperoleh dari perhitungan ini dibuat menjadi parameter fungsi aktifasi yang selanjutnya menjadi keluaran dari neuron tersebut[11].

5.3. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktifasi ini mempunyai fungsi untuk penentuan apakah suatu neuron harus aktif atau tidak aktif. Penentuan ini merupakan suatu hasil dari berat jumlah masukan. Secara umum diketahui ada 2 jenis actifation function yang ada, yaitu actifation function Linear dan Fungsi aktifasi Non linear.

5.3.1. Linear Function

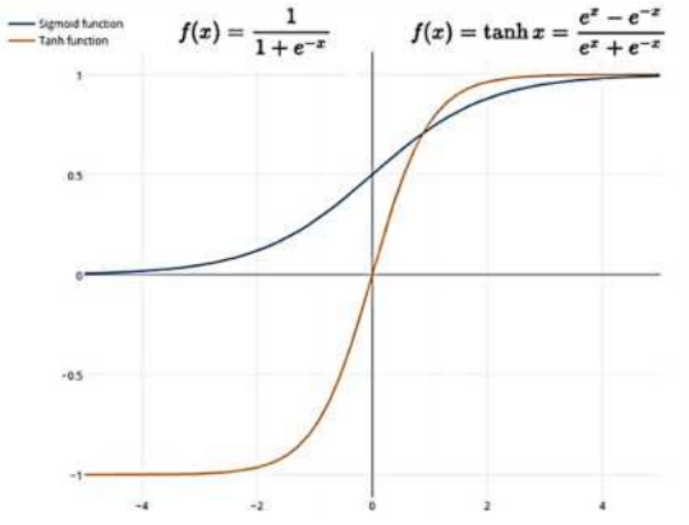


Gambar 5.4. Linear Fungsi aktifasi (AF)

Secara default AF suatu neuron merupakan bentuk Linear. Maka diketahui ada suatu neuron mempergunakan Fungsi Linear, maka luaran neuron itu adalah berat jumlah dari masukanannya ditambahi dengan bias.

5.3.2. Sigmoid and Tanh Function (Non-Linear)

Sigmoid function (SF) ini memiliki batasan kerja antara 0 hingga 1, untuk Tnh memiliki rentang dari -1 sampai 1. fungsi ini dipergunakan untuk mengklasifikasi 2 kelas atau sekumpulan informasi. Adapun grafiknya dapat dilihat pada gambar 5.5.

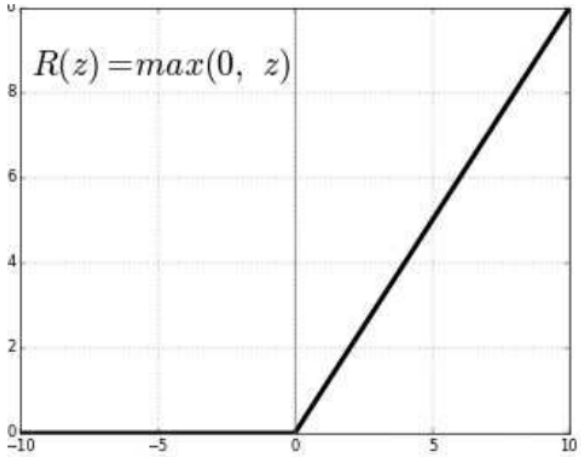


Gambar 5.5. Sigmoid dan Tanh (non linear)

5.3.4. ReLU (Non-Linear)

Rectified Linear Unit ini adalah bagian dari Fungsi aktifasi ang digunakan pada arsitektur modern Neural Network. Hal ini di definisikan dengan max(0, x). Sepintas mungkin terlihat bahwa fungsinya tidak terlalu nonlinier, tetapi saya akan menunjukkan bahwa Anda dapat memperkirakan fungsi apa pun dengannya.

Pertama, ada properti penting dari ReLU:



Gambar 5.6. Rectified Linear

Pada gambar 5.5. jika dapat diwujudkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$ReLU(x-c) = 0, \text{ for } x \leq c$$

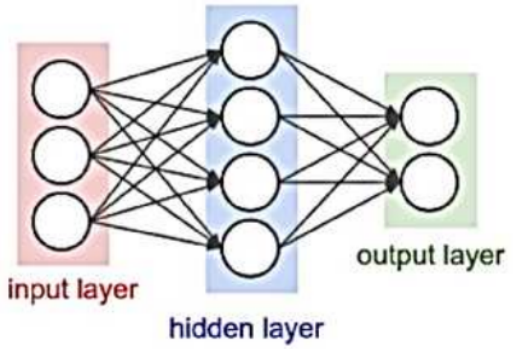
Meskipun:

$$f(x) + ReLU(x-c) = f(x), \text{ for } x \leq c$$

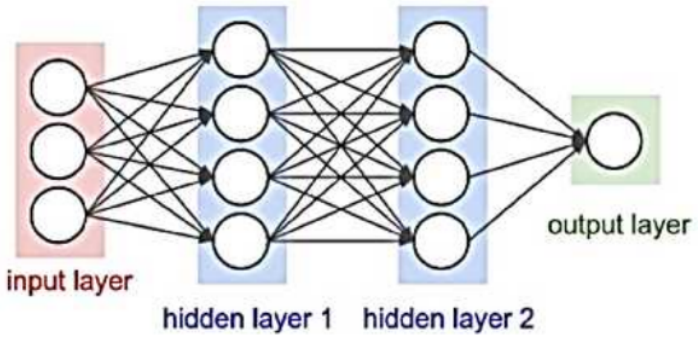
Pada pokoknya ReLU sedang melakukan "treshold" dari 0 hingga infonity. Re LU juga bisa menjadi pelengkap dari ketidak kuatan yang dipunyai oleh sigmoid dan Tanh.

5.4. Neural Network Architectures

Arsitektur pada Neural Network biasanya disebut dengan Multi Lapisan Perceptron (MLP) atau dapt juga disebut sebagai Fully Connected Lapisan.antara luaran masukan terdapat 1 lapisan tersembunyi di dalamnya terdapat 4 buah neuron, adapun spek berat dan AF sebagaimana gambar dibawah ini[9]:



Gambar 5.7. Neural Network Architecture with hidden lapisan



Gambar 5.8. Neural Network Architecture with 2 hidden lapisan

Pada bagian dibawah ini akan dijelaskan bagian bagian dari neural Network Architecture sebagai berikut:

a) **Berat and Bias**
   Pada MLP setiap neuron akan berkomunikasi yang ditaruh tanda panah sebagai mana dditunjukkan pada gambar 5.7. Berat dimiliki pada tiap koneksi dimana nantinya tiap berat memilih nilai yang berbeda beda. Luaran Lapisan maupun Hidden Layr memiiki tambahan masukan yang biasa disebut dengan bias.

b) **Fungsi aktifasi**
   Neuron pada masukan lapisan tidak memiliki fungsi aktifasi, sedangkan neuron yang terdapat pada lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran akan memiliki fungsi aktifasi yang berbeda. Hal ini terjadi karena tergantung pada problem atau data yang dimiliki.

c) **Training a Neural Network**
   Di dalam Neural Network digunakan Supervised Pembelajaran. Pada umumnya pembelajaran ada 2 tahap, yaitu evaluation atau training.

Pada tahapan training atau pembelajaran setiap berat dan bias yang ada pada setiap neuron diupdated terus hingga hasil luaran yang keluar sesuai dengan yang diinginkan. Di setiap iterasinya akan melakukan proses evaluasi dimana hal ini dipergunakan untuk menentukan saat dihentikan proses trainingnya (Stopping point).

Untuk mempermudah pemahan berikut disampaikan bagian dari Proses training. Proses training terdiri dari 2 bagian, yaitu:

a) Umpan Maju
b) Umpan Balik

5.4.1. Umpan maju

Umpan maju atau dikenal dengan sebutan Forward Propagation merupakan suatu mekanisme dalam mengkondisikan data masukan melalui setiap neuron pada lapisan tersembunyi sampai pada lapisan hasil yang akan dikalkulasi kesalahan (errornya).

$$dot_j = \sum_i^3 w_{ji} x_i + b_j$$

$$h_j = \sigma(dot_j) = \max(0, dot_j)$$

Persamaan tersebut merupakan contoh Umpan maju pada arsitektur pertama yang memakai ReLU sebagai Fungsi aktifasi. Sedangkan i adalah titik pada lapisan masukan (3 titik masukan), i merupakan titik pada hidden lapisan dan h adalah titik luaran pada hidden lapisan.

5.4.2. Umpan balik

Kesalahan yang didapatkan pada Umpan maju dipergunakan sebagai alat mengupdated masing - masing bias dan berat dengan pembelajaran rate tertentu.

Kedua dua proses tersebut diatas diproses berulangkali hingga diperoleh nilai bias juga berat yang dapat menghasilkan nilai kesalahan sekecil mungkin luaran lapisan (pada saat Umpan maju)

5.5. Pengaplikasian

Sebagai contoh kasus: akan dilakukan regresi untuk data sebuah fungsi linear sebagai berikut[19]:

$f(x) = 3x + 2$

Arsitektur Neural Networknya adalah terdiri dari :
1 node inputan layer => (x)
1 node outputan layer => f(x)

Neural Network di train dan akan dilakukan forward pass terhadap bias dan weight yang sudah didapat pada saat training.

5.5.1. Forward Propagation

Metode Umpan maju merupakan program yang sederhana, operasi dot dioperasionalkan pada untuk setiap elemen masukan dan masing – masing berat yang berhubungan dengan masukan ditambahkan bias. Sedangkan hasil dari operasi ini dimasukankan ke dalam fungsi aktifasi.

```
def forwardPass(inputs, weight, bias):
        w_sum = np.dot(inputs, weight) + bias

        # Linear Activation f(x) = x
        act = w_sum

        return act
```

5.5.2. Pre-Trained Berat

Untuk bias dan berat nilai keduanya sudah diproses training sebelumnya. Untnuk mendapatkan nilainya dapat dilihat program dibawah ini:

```
# Pre-Trained Weights & Biases after Training
W = np.array([[2.99999928]])
b = np.array([1.99999976])
```

Jika di tinjau dari bias dan berat diatas, nilai keduanya sama terhadap dengan fungsi linear tadi :

```
import numpy as np

def forwardPass(inputs, weight, bias):
        w_sum = np.dot(inputs, weight) + bias

        # Linear Activation f(x) = x
        act = w_sum

        return act

# Pre-Trained Weights & Biases after Training
W = np.array([[2.99999928]])
b = np.array([1.99999976])

# Initialize Input Data
inputs = np.array([[7], [8], [9], [10]])

# Output of Output Layer
o_out = forwardPass(inputs, W, b)

print('Output Layer Output (Linear)')
print('==============================')
print(o_out, "\n")

"""
[[ 22.99999472]
 [ 25.999994  ]
 [ 28.99999328]
 [ 31.99999256]]
"""
```

Pada bagian lanjut akan dicoba Umpan maju dengan menggunakna fungsi aktifasi yang berbeda dan juga menambahkana lapisan yang tersembunyi

5.6. Tugas

a) Apa pengertian Neural Network, dan bagaimana aplikasinya pada dunia ilmu pengetahuan?
b) Bagaimana mengaktifkan fungsi aktifasi pada metode Umpan maju dan menambahkan lapisan tersembunyi ?

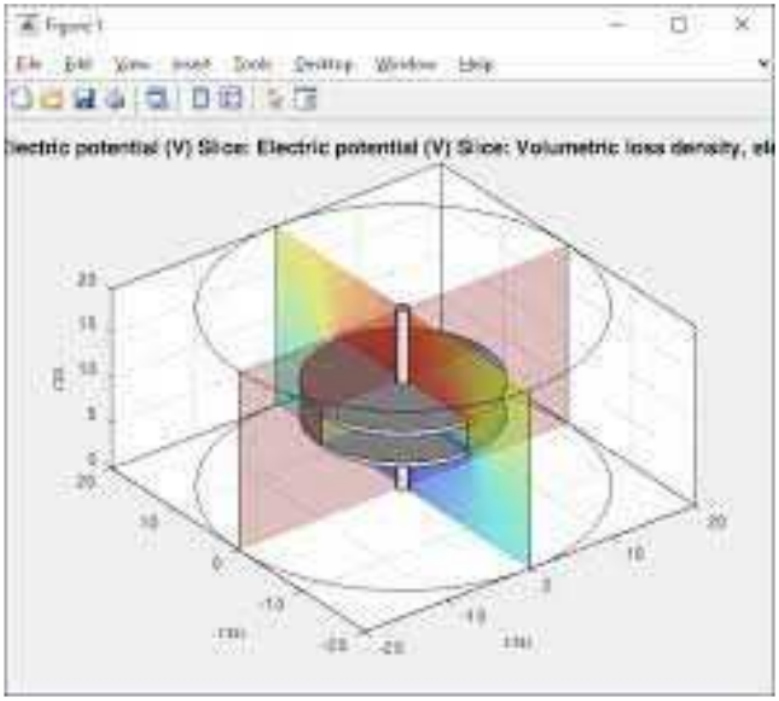
Bab 6

Menyetting Direktori Matematika laboratory

Tujuan Instruksional :

Setelah mempelajari Bab ini, di harapkan pembaca dapat:

1. Memahami, Mengetahui dan menjelaskan bagaimana menyetting Direktori Matematika laboratory.
2. Memahami, menjelaskan dan mengaplikasikan pembuatan design AI dengan menggunakan Matematika laboratory



Gambar 6.1. Matematika laboratory

6.1. Pengenalan Matematika laboratory (Matrix Laboratory)

Matematika laboratory adalah suatu coding yang memiliki kemampuan yang handal pada perhitungan komputer. Disamping itu Matematika laboratory juga mempunyai mengintegrasikan komputasi, pemrograman dan visualisasi. Oleh karena itu matematika laboratory sering diperunakan pada palaksanaan risetbanyak digunakan dalam bidang riset.

Penggunaan Matlab meliputi bidang–bidang:

- Matematika dan Komputasi
- Pembentukan Algorithm
- Akusisi Data
- Pemodelan,
- Simulasi
- pembuatan prototype
- Analisa data
- Explorasi
- Visualisasi
- Grafik Keilmuan
- Bidang Rekayasa

Matematika laboratory adalah kependekan dari Matrix Laboratory. Matematika laboratory memiliki data data yang terstruktur dengan menggunakan matrik satu matriks berdimensi dua(double). Oleh karenanya penguasaan pengetahuan tentang matrik wajib dibutuhkan untuk pemula Matematika laboratory agar mudah dalam melakukan mengoperasikan Matematika laboratory[23][24].

6.2. Fungsi Pada Matematika laboratory

Gambar 6.1. dapat dilihat ada beberapa jendela penting Matematika laboratory, antara lain:

a) Command Window. Pada CW ini segala sesuatu perintah ditulis dan dioperasionalkan. Dalam Jendela Perintah ini dapat dilakukaan penulisan perintah hitungan simple, pemanggilan fungsi, pencarian informasi terhadap suatu fungsi dengan pedoman penulisannya, tutorial program, dan lain lain. Dimana tiap pedoman perintah pada jendela perintah ini diawali dengan prompt '>>'.

   Misalnya, dalam melakukan pencaraian nilai cos 90^0, pada Jendela perintah dapat diketik:
   >>cos(90)
   ans = 1

b) Workspace ini berisikan tentang semua informasi penggunaan variabael dalam matematika laboratory. Misalkan ketika akan melakukan pengurangan dua buah bilangan, maka pada command window daapat dilakukan pengetikan:
   >> angka 1 = 10 angka 1=10

>> angka 2 = 5 angka 1=10
>> hasil= angka1 + angka 2 hasil=15

Sedangkan apabila ingin dikethui variabel yang aktif, maka dapat diperguakan command who.
>> who Your variables are: angka1 angka2 hasil

c) Command History ini terdapat penginformasian yang berisi command yang sudah diketikkan sebelum ini. Saat itu boleh dilakukan pengambilan memory perintah yang pernah dilakukan dengan menggunakna tombol panah keatas atau mengklik perintah pada jendela histori, dan selanjutnya dilakukan copy-paste ke jendela perintah.

6.3. Operator dan Variabel

6.3.1 Variabel

Matematika laboratory sebagaimana program lain, memiliki banyak variabel. Variabel dalam matematika laboratory tidak dibutuhkan untuk dinyatakan. Karena Matematika laboratory mempunyai kemampuan mengetahui mengenali tipe data isi dan variabelnya. Penulisan variabel dalam matematika laboratory memiliki aturan sebagaimana lainnya. Aturannya mempunyai sifat kasus sensitif. Dimulai dengan penulisan huruf, selanjutnya dapat berupa gabungan angka huruf atau tanda garis bawah. 31 Karakter pertama mampu di ketahui Matematika laboratory, untuk berikutnya diabaikan.

Sebagai Contoh:
>> var_1 = 8.6 var_1 = 8.6
>> var_2=[6 7 8] Var_2 = 6 7 8

Jenis data pada Matematika laboratory bentuknya identik, yaitu matriks. Ukuran matriks yang paling kecil adalah 0 x 0 dan dapat menjadi matriks n x m dimensi. Tipe data dasar matematika laboratory adalah:

- logika
- Karakter Numerikchar, numeric,
- Sel.
- struktur
- Klass Jawa,
- Penanganan Fungsi.

6.3.2. Operator

Klasifikasi operator di dalam matematika laboratory dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

a)OperatorArimatika

Operator aritmatika dipergunakan matematika laboratory untuk perhitungan numeric:

- + Penjumlahan
- - Pengurangan
- * Perkalian (aturan matrik).

*Perkalian (aturan array)

- /Pembagian kanan
- (matriks).
- /Pembagian kanan(array)
- \Pembagian kiri(matriks).
- \Pembagian kiri(array)
- ^Perpangkatan (matriks).
- ^Perpangkatan (array):langkah

b) Operator Relasional

Operator relasional adalah dipergunakan pada proses operasi kuantitatif.

Operasi hitung:

- = Identikdengan
- ~= Tidak identikdengan
- < Kurangdari
  > Lebihdari
- <= Kurang dari identikdengan
- >= Lebih dari identikdengan

c) Operator Logika

Operator ini digunakan berkaitan dengan logika binner.

6.4. Matrik Matematika laboratory

Matrik adalah dasar komputasi yang dipergunakan oleh Matematika laboratory, sehingga pemahaman tentang Matrik diperlukan dalam memaahami komputasi yang ada pada matematika laboratory. Sedangkan pemahaman tentang Matrik ada 2 bagian:

6.4.1. Matrik Khusus

Matrik khusus adalah Matrik yang terpahami oleh Matematika laboratory, sehingga mudah untuk menggunakannya

Contoh:

- Matrik 0,
- Matrik diagonal,
- Matrik identitas, dan sebagainya.

Adapun penjelasannya adalah sebagaimana dibawah ini:

1. Matrik 0,
   Matrik yang memiliki dasar bilangan 0:
   >>zeros(n,m)

   Contoh:
   >> zeros(2,4)
   ans = 0 0 0 0
   0 0 0 0

2. Matrik 1,
   Matrik yang dasarya bilangan 0 Bentuk umum:
   >>ones(n,m)

   Contoh:
   >> ones(1,1)
   ans = 1

3. Matrik identitas, Bentuk umum:
   >>eye(n)

   Contoh:
   >> eye(4)
   ans = 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1

4. Matrik bujursangkar
   Matrik ini mempunyaia jumlah yang identik tiap baris kolom dan diagonalnya, Bentuk umum:
   >>magic(n)

   Contoh:
   >> magic(5)
   ans = 25 2 3 .....

5. Matrik acak
   Matrik sisinya memiliki nilai yang acak di dasarkan pada pembagian statistik, Bentuk umum:
   >>rand(n,m)

   Contoh:
   >> rand(3,3)
   ans = 0.6154 0.1763 0.41027
   0.81317 0.79194 0.40571
   0.89365 0.0098613 0.92181

6.4.2. Bentuk lain Matrik

Matematika laboratory membenrikan fasilitas bagi pengguna untuk mendenifisikan matrik sesuai dengan kebutuhannya. Yaitu dengan menggunakan tanda siku dan kurung.

Contoh:

```
>> A=[ 2 1 4; 7 3 8] A =     2    1    4
                             7    3    8
```

Tanda semi colon';'dipergunakan sebagai tanda pemisahan baris.

6.5. Fungsi Fungsi

Fungsi adalah m - file, m File ini berfungsi untuk mendapatkan pernyataan input dan mengeluarkan argumen output. Fungsi ini bisa diberi perintah langsung dari jendela perintah, atau m file yang berbeda. Sedangkan tata cara pengetikan fungsi ini sebaagimana fungsi dalam matematika laboratory jika disimpan secara permanen, maka akan disimpan sesuai dengan nama dan fungsinya [25][26].

Contoh:

Jikalau akan digunakan fungsi pada komputasi, maka pada jendela perintah dapat dituliskan:

```
>>akar (1,8, -2), hasilnya:
x1=1.1231    x2=    -7.1231

function [x1,x2] = akar(a,b,c)
```

6.6. Koding Sederhana Pada Matematika laboratory

Pada penggunaan Statement Kontrol, maka identik sebagaimana bahasa perograman yang lain, maka dibawah ini akan dibahas tentang statement control tersebut:

if,else, dan else if . if adalah statemen control yang dipergunakan dalam melakukan suatu evaluasi expresi logika, dan melakukan eksekusi statement pada suatu nilai expresi. Sedangkan penulisan kontrol if else:

```
if<ekspresilogika
 else if<ekspresilogika>
else<ekspresi logika>
 end
```

contoh:

```
while
```

while dipergunakan dalam memproses ulang sampai expresi dipenuhi. Begitu jika kalkulasi tidak dapat dipenuhi lagi, maka akan dilakukan operasi loop akan stop. Contohnya adalah sebagai berikut:

```
While<ekspresi>
 end
```

6.7. Tugas

1. Buatlah 2 buah Matrik, lakukan proses operasi aritmatika carilah nilai determinan dan invers Matriknya?
2. Buatlah koding sederhana dengan menggunakan matematika laboratory untuk mendefinisikan suatu kode menjadi karakter yang diinginkan

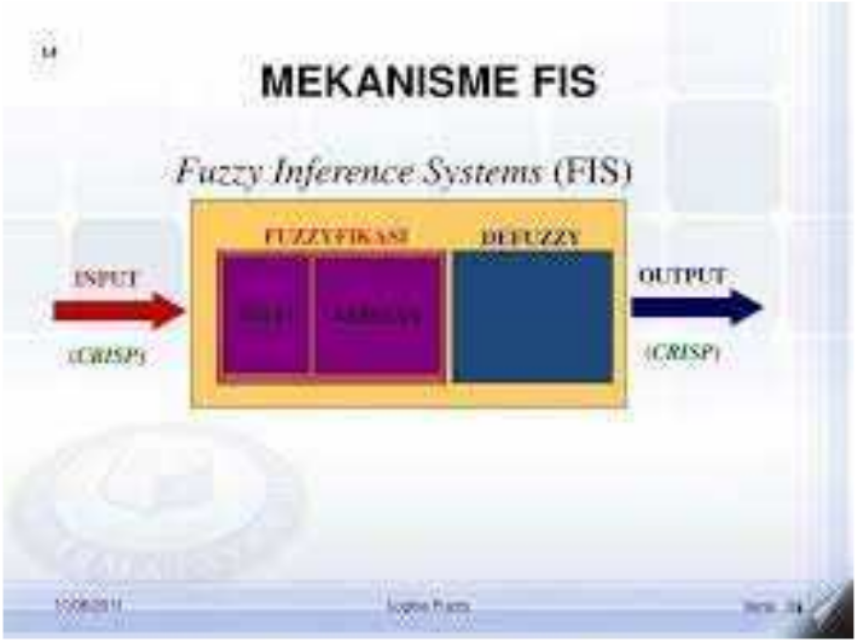
Bab 7

Dasar Fuzzy Inference System

Tujuan Instruksional :

Setelah mempelajari Bab ini, di harapkan pembaca dapat:

1. Memahami, Mengetahui dan menjelaskan bagaimana Dasar Fuzzy Inference System.
2. Memahami dan menjelaska aplikasin Fuzzy Inference System pada kehidupan sehari hari.
3. Membuat aplikasi sederhana dengan menggunakan Fuzzy Tool Box.
4. Membuat koding sederhana Fuzzy.



Gambar 7.1. Fuzzy Inference System

7.1. Logika Fuzzy

Fuzzy Logic pada tahun 1965 diperkenalkan oleh Prof. Zadeh (*California University*). Saat itu Prof Zadeh membuat suatu penjabaran matematika dengan menggunakan teori himpunan untuk membuat gambaran ketidak jelasan dalam pola variabel Linguistik[27][28].

7.2. Logika Crispy

Himpunan tegas (Crisp) ini memiliki sebutan lain sebagai suatu himpunan klasik. Himpunan ini mempunyai batas yang sangat jelas. Tidak ada ketidakpastian dalam penentuan dan pengalokasian pembatasan dari himpunan[29].

Himpunan ini memiliki keanggotaan dengan dua kemungkinan yaitu:
1. Nilai 1 adalah anggota himpunan
2. Nilai 0 adalah suatu item bukan menjadi anggota pada himpunan

fuzzy memiliki batasan anggota yang bersifat tidak jelas, samar dan ambigu.

Keanggotaan pada anggota himpunan memiliki nilai antara 0 hingga 1. Himpunan fuzzy dinotasikan :

$A = \{(x, \mu A(x)) \mid x \in X \}$

7.3. Himpunan Fuzzy

Pada himpunan Logika Fuzzy, memiliki beberapa istilah yang sebelumnya harus dipahami untuk memudahkan dalam penyebutan maupun dalam proses. Berikut akan dijelaskan bagaimana istilah istilah dalam logika himpunan Fuzzy.

7.3.1. Variabel Fuzzy

Jika akan dilakukan suatu penganalisaan sesuatu dengan menggunakan variabel Fuzzy. Semisal menganalisa tingkat kesehatan seorang manusia dengan indikator tinggi badan dan berat badan, maka tinggi badan dan berat badan tersebut disebut dengan Variabel.
Contoh lain dari Variabel Fuzzy adalah: Jumlah orang, banyaknya barang, Luas ruangan dsb

7.3.2. Himpunan Fuzzy (Fuzzy set)

Fuzzy Set atau Himpunan Fuzzy adalah beberapa kondisi yang mewakili Variabel fuzzy yang menggambarkan kondisi Variabel fuzzy.
Contoh :

- Variabel temperatur luar terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu : Panas, Sedang dan dingin.
- Variabel Banyaknya Barang terbagi menjadi : Penuh, Sedang dan Longgar.

Himpunan fuzzy mempunyai 2 simbol yaitu [2]:

1. Simbol Linguistik merupakan salah satu himpunan fuzzy, dimana dilakukan penamaan kelompok pada suatu wakil keadaan dan kondisi tertentu seperti, muda, parobaya, tua, dll.
2. Simbol Numeris ini adalah simbol yang mewakili suatu variabel. Contoh: Tinggi, sedang, rendah dll.

7.3.3. Himpunan Semesta

Himpunan semesta adalah semua nilai yang dapat dioperasionalkan pada suatu variabel fuzzy yang sudah ditetapkan.

Contoh:
Semesta untuk variabel tinggi badan : [90, 170]
Semesta untuk variabel temperatur ruangan : [30,50]

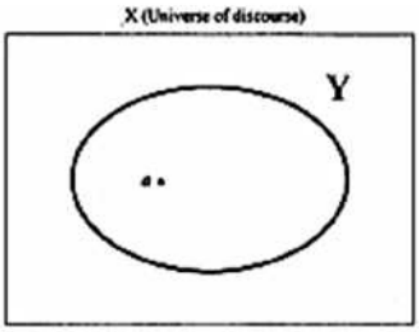
7.3.4. Domain

Domain ini merupakan bagian dari himpunan Fuzzy. Domain suatu himpunan fuzzy adalah semua nilai yang diperbolehkan pada Semesta dan dapat dioperasionalkan didalam keanggotaan fuzzy.

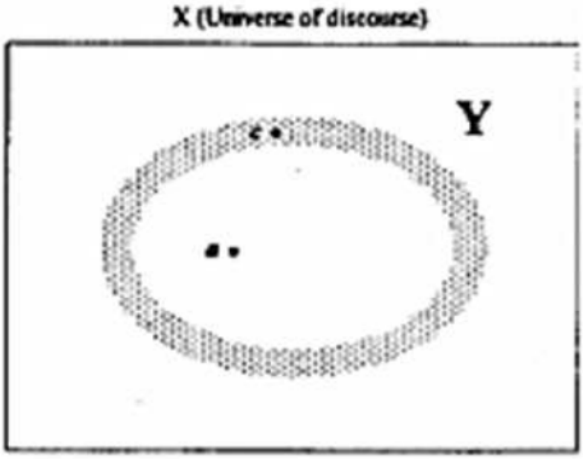
Contoh :

- Dingin = [0,65] Pada himpunan Fuzzy Variabel dingin memiliki domain (0-60 derajat.
- Hangat =[50,80] Pada himpunan Fuzzy Variabel dingin memiliki domain (50-80) derajat
- Panas =[80, tak terhingga] Pada himpunan Fuzzy Variabel dingin memiliki domain (80-tak terhingga) derajat.

Beberapa gambar dibawah ini menunjukkan penjelasan dari himpunan Fuzzy dan Himpunan crispi.



Gambar 7.2. Diagram Himpunan Crisp



Gambar 7.3. Diagram Himpunan Fuzzy

Gambar 7.2. dan 7.3. adalah diagram yang menunjukkan perbedaan antara himpunan crispi dan himpunan fuzzy. Pada himpunan crisp1 tampak batasan yang tegas diantara 2 himpunan yang ada. Tidak ada area yang samar atas perubahan batas kedua himpunan. Sedangkan himpunan fuzzy memiliki area yang samar yang merupakan area pergeseran antara kedua himpunan.

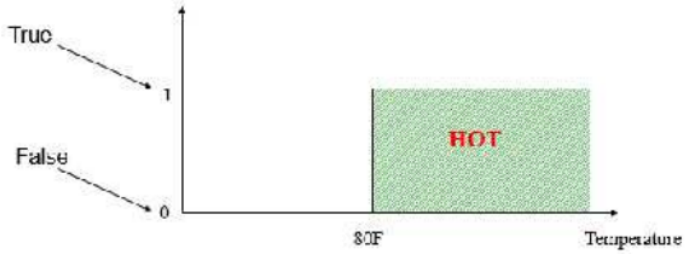
Logika Crisp terfokus pada Salah dan betul sebagaimana bilangan biner, mengertinya hanya 0 dan 1. Tidak mengerti himpunan bilangan diantaranya. Sebagai conoh untuk memperjelas penjelasan :

Jika temperatur diatas 80^0 F adalah panas, maka selainnya adalah Tidak panas.
Lalu jika ada kasus :

- Temperatur 100^0 F, maka jawabnya adalah : Panas,
- Temperatur $80,1^0$ F, maka jawabnya adalah : Panas,
- Temperatur $79,9^0$ F, maka jawabnya adalah : Tidak Panas,
- Temperatur 50^0 F, maka jawabnya adalah : Tidak Panas.

Secara Grafik dapat dilihat sebagaimana pada Gambar 7.4. Pada gambar 7.4. dilihat pernyataan :

- Jika temperatur $>80^0$F, disebut PANAS (dengan nilai absolut = 1).
- Jika temperatur <= 80^0 F, disebut TIDAK PANAS(dengan nilai absolut = 0).



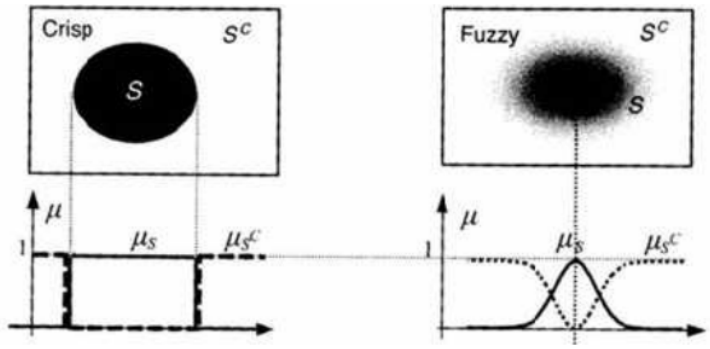
If temperature > 80F, it is hot (1 or true);

If temperature <= 80F, it is not hot (0 or false).

Gambar 7.4. Logika Crispi

Pada gambar 7.4. Menunjukkan keanggotaan dari logika crispi gagal membedakana antar anggota pada hipunan yang sama. Disamping itu terdapat masalah yang terlalu kompleks untuk di definisikan secara tepat.

Pada bentuk himpunan crispi dan fuzzy dalam complemen ditunjukkan sebagaimana gambar 7.5.a dan 7.5.b.



Gambar 7.5.a. Logika Crispi, 7.5. Logika Fuzzy

Gambar 7.5. a dan b menunjukkan grafik logika crispi dan logika Fuzzy. Pada logika crispi hanya mengenal bentuk garis vertikal atas ke bawah tegak lurus menunjukkan logika 0-1, sedangkan pada logika Fuzzy tampak ada sigmoid kiri dan kanan, itu menunjukkan area abu abu atau area samar yang harus tetap diperhatikan pada logika Fuzzy.

Untuk contoh yang lain agar dapat memahamkan perbedaan logika crispi dan fuzzy yaitu, jika ada pernyataan :

- Joko Gemuk = Apa yang dimaksud dengan Gemuk?
- Joko sangat Gemuk = Apa bedanya dengan Gemuk ?

Pernyataan ini sulit untuk diterjemahkan ke dalam bentuk nilai absolut 0 dan 1.

7.3.5. Keuntungan Menggunakan Logika Fuzzy

Keuntungan penggunaan logika Fuzzy adalah lebih mendekati dengaan pola pikir manusia. Pola pikir manusia ini melakukan pendekatan eksak. Dengan keuntungan – keuntungan sebagai berikut :

1. Tidak sulit untuk dipahami.
2. Model matematisnya tidak rumit.
3. Tidak dibutuhkan kepresisisan dalam menterjemahkan data.
4. Banyak fugsi non linear yang dapat diaplikasikan dengan mudah.
5. Didasarkan pada bahasa alami.

Untuk memahami pengertian logika Fuzzy, maka berikut ini akan dibandingkan Fuzzy logic dengan teori Kemungkinan: Kemungkinan adalah berhubungan dengan ketidak menentuan dan ketidak mungkinan. Sedangkan Logika Fuzzy adalah sesuatu yang bersifat ambigu dan ketidak jelasan. Untuk memperjelas pernyataan, maka akan diberikan contoh:

Contoh 1:

Jokoo memiliki 10 jari tangan

Kemungkinan Joko memiliki 9 jari tangan yaitu 0.

Keanggotaan Fuzzy Joko pada himpunan manusia dengan 9 jari tangan= 0

Contoh 2:

Kemungkinan botol A berisi air beracun adalah 1 dan 0

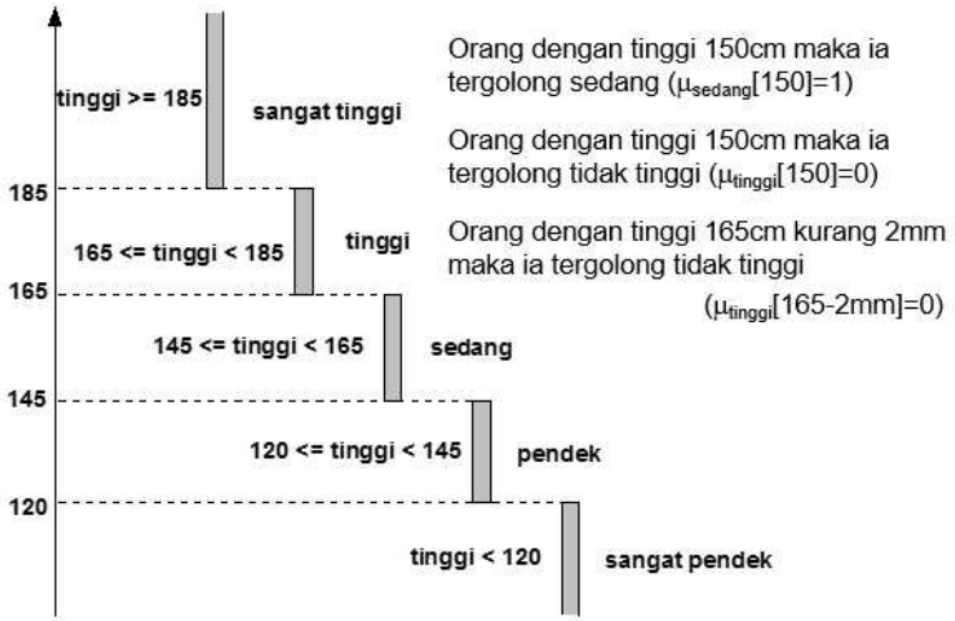
- Untuk isi air murni {tidak mungkin tidak beracun}.
- Isi botol B memiliki membership Value 1 pada kelompok air berisi racun {air pasti beracun}

Contoh 3:

- Susi 29 Thn = 0,7 pada himpunan “Muda”
- Totok 34 Thn = 0,2 pada himpunan “Muda”
- Endang 21 Thn = 1,0 pada himpunan “Muda”

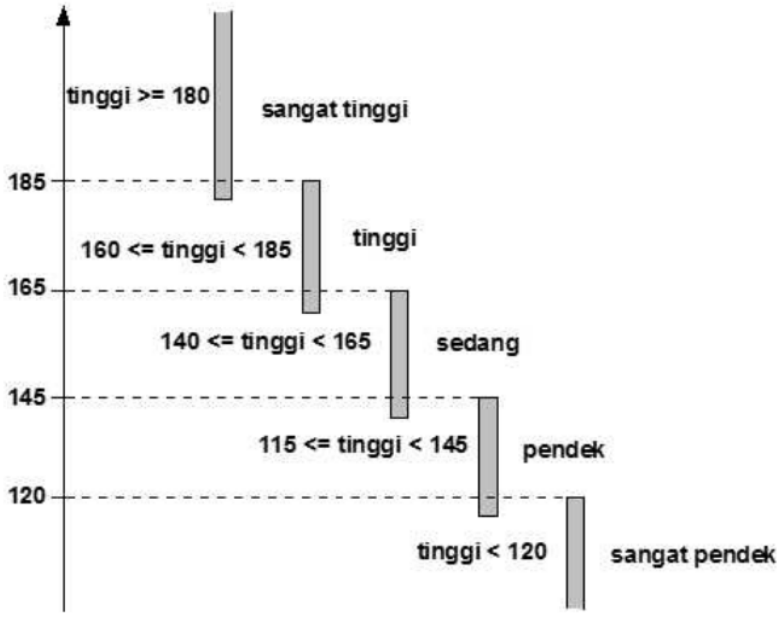
Derajat pada penjelasan diatas menggambarkan taraf/ tingkat keanggotaan obyek.

Pada bentuk diagram batang sebagaimana pada gambar 7.6. dan 7.7. Pada gambar 7.6. menjelaskan bagaimana posisi diagram batang vertikal untuk himpunan crispi. Pada gambar tersebut tampak bahwa antara masing masing variabel pada himpunan tidak ada yang saling berpotongan.



Gambar 7.6. Crispi Set

Sedangkan pada gambar 7.7. menunjukkan diagram batang vertikal pada himpunan Fuzzy. Tampak pada gambar tersebut ada bagian yang saling berpotongan. Bagian tersebut adalaah bagian samar yang dijumpai pada himpunan Fuzzy.



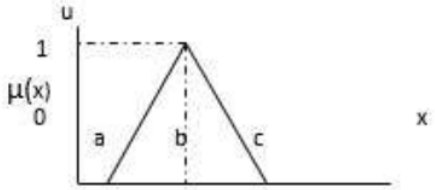
Gambar 7.7. Fuzzy Set

7.3. Fungsi Keanggotaan

Di dalam suatu proses pemetaan anggota himpunan crispi pada DOM (Degree of Membership) yang mempunyai batas pemetaan data untuk dijadikan himpunan fuzzy maka dikenal dengan sebutan proses fuzzifikasi [27].

Diketahui terdapat beberapa macam fungsi keanggotan [30]:

a. Fungsi Segitiga (*triangle Membership Function /trimf*)



Gambar 7.8. Triangle Membership function

Triangle membership function (Fungsi Keanggotaan Segitiga) ini menghasilkan persamaan sebagai berikut:

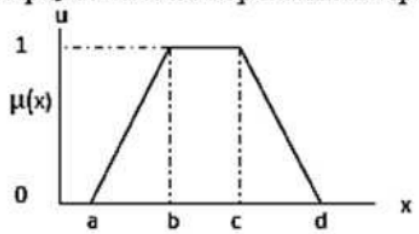
$$f(x,a,b,c) = \begin{cases} 0, & x \le a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \le x \le b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \le x \le c \\ 0, & c \le x \end{cases} \tag{7.1}$$

atau dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$f(x, a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \tag{7.2}$$

Pada persamaan 7.1 dan 7.2 nilai x merupakan masukan crisp, sedangkan c dan a sebagai dasar segitiga dan b adalah puncak segitiga.

b. Fungsi Trapesium (*Trapezoidal Membership Function /trapmf*)



Gambar 7.9. *Trapezoidal Membership*

Trapezoidal Membership Function (Fungsi keanggotaan trapezium) menghasilkan persamaan sebagai berikut:

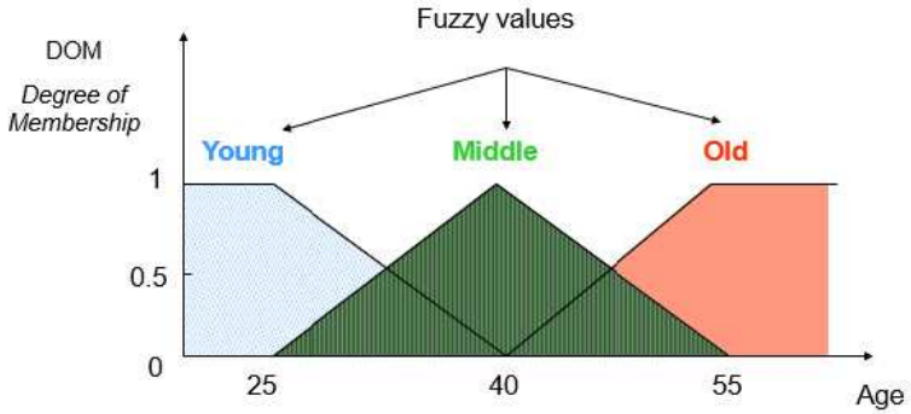
$$f(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \le a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \le x \le b \\ 1, & b \le x \le c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \le x \le d \\ 0, & d \le x \end{cases} \tag{7.3}$$

atau memiliki definisi :

$$f(x, a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right) \tag{7.4}$$

Dimana x adalah masukan crisp, a dan d merupakan dasar trapesium, nilai b dan c merupakan puncak trapesium.

Contoh Fungsi keanggotaan Fuzzy: dengan Degree of Membership (DOM) pada garis vertikal (Sebelah kiri) dengan Variabel : Young, Middle and Old maka di dapatkan Nilai Fuzzy yang berasosiasi dengan DOM sebagai mana gambar 7.10.



Gambar 7.10. Nilai Fuzzy Berasosiasi Dengen Derajat Keanggotaan Pada Himpunan

7.4. Operasi Himpunan *Fuzzy Type 1*

himpunan fuzzy A dan B dari anggota semesta X dengan tingkat keanggotaan $\mu A(x)$ dan $\mu B(x)$ untuk $x \epsilon X$ memiliki operasi dasar sebagai berikut :

a. Komplemen

Komplemen himpunan A adalah seluruh himpunan yang tidak berada pada himpunan A

$$\mu \overline{A}(x) = 1 - \mu A(x) \qquad (7.5)$$

Komplemen dari Variabel Fuzzy dengan derajat keanggotaan = x adalah (1-x).
Komplemen (_c) : Komplemen dari himpunan Fuzzy terdiri dari semua komplemen elemen.

Contoh :

$A^c = \{1 - 1.0, 1 - 0.2, 1 - 0.75\}$
$= \{0.0, 0.8, 0.25\}$

b. *Union* (gabungan)

Berikutnya Ops himpunan Union atau disebut dengan OR dalam persamaan sebagai berikut :

$$\mu A \cup \mu B = \max(\mu(A), \mu(B)); x \in X \qquad (7.6)$$

Fuzzy union (∪) : union dari 2 himpunan adalah maksimum dari tiap pasang elemen element pada kedua himpunan.

Contoh:

A = {1.0, 0.20, 0.75}
B = {0.2, 0.45, 0.50}
A ∪ B = {MAX(1.0, 0.2), MAX(0.20, 0.45), MAX(0.75, 0.50)}
= {1.0, 0.45, 0.75}

c. Irisan

Sedangkan Operasi irisan atau disebut dengan AND dalam persamaan sebagai berikut :

$$\mu A \cap \mu B = \min(\mu(A), \mu(B)); x \in X \qquad (7.7)$$

Fuzzy intersection (∩): irisan dari 2 himpunan fuzzy adalah minimum dari tiap pasang elemen pada kedua himpunan.

Contoh.

A ∩ B = {MIN(1.0, 0.2), MIN(0.20, 0.45), MIN(0.75, 0.50)}
= {0.2, 0.20, 0.50}

Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan: fire strength atau α-predikat.

Misalkan nilai keanggotaan IP 3,2 pada hipunan IP Tinggi adalah 0,7 dan nilai keanggotaan 8 semester pada himpunan Lulus Cepat adalah 0,8 maka α-predikat untuk IPTinggi **DAN** Lulus Cepat

AND

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

$\mu_{IPtinggi \cap LulusCepat} = \min(\mu_{IPtinggi}[3.2], \mu_{LulusCepat}[8])$
$= \min(0.7, 0.8) = 0.7$

α-predikat untuk IPtinggi ATAU LulusCepat

OR

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

$\mu_{IPtinggi \cup LulusCepat} = \max(\mu_{IPtinggi}[3.2], \mu_{LulusCepat}[8])$
$= \max(0.7, 0.8) = 0.8$

α-predikat untuk **BUKAN IPtinggi** :

NOT (Complement)

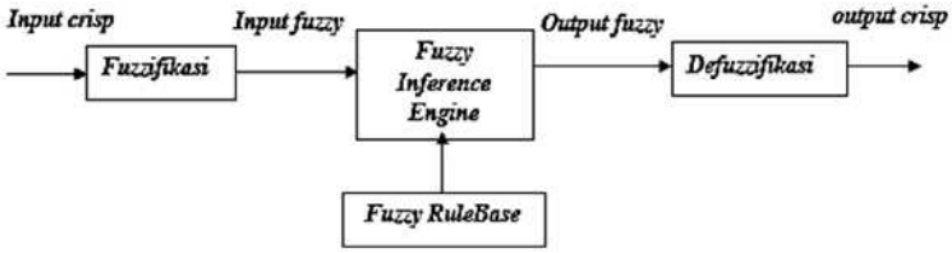
$\mu_A'[x] = 1 - \mu_A[x]$

$\mu_{IPtinggi}' = 1 - \mu_{IPtinggi}[3.2] = 1 - 0.7 = 0.3$

7.5. Inference Engine

7.5.1. *Type-1 Fuzzy Inference System (T1FIS)*

Proses inference dari Fuzzy itu merupakan proses penalaran dengan mempergunakan fuzzy masukan dan fuzzy rule yang sudah diputuskan sampai dapat memperoleh hasil fuzzy keluaran. Lebih jeas dapat dilihat gambar 7.11. [31] :



Gambar 7.11. Sistem FLS Tipe 1

Fuzzification : adalah satau proses pengubahan nilai nyata menjadi membership function Fuzzy. Sehingga dengan adanya proses fuzzyfikasi ini maka indikator – indikator yang akan diproses oleh Fuzzy, walaupun masing-masing indikator memiliki satuan hitung sendiri sendiri, semisal dalam menganalisa kesehatan seseorang, dengan input : Berat badan dan tinggi badan output nya tingkat kesehatan. **Berat Badan** memiliki satuan KG, **Tinggi badan** memiliki satuan Cm dan outputnya **tingkat kesehatan** merupakan bentuk nilai derajat. Maka ketiga indikator itu dapat dianalisa dengan menjadikan himpunan Fuzzy terlebih dahulu dengan melakaukan proses Fuzzyfikasi.

Rule Based : adalah suatu bentuk aturan relasi. Rule Based atau Aturan Dasar ini merupakan proses untuk menentukan relasi atau implikasi, sehingga dengan adanya Rule Based ini akan di dapatkan hubungan antara indikator sesuai dengan atran yang ditetapkan. Penetapannya dapat dilakukan secara bebas berdasarkan pengalaman kejadian masa lalu atau dari hasil penelitian.

Contoh :

if X=A dan Y=B then Z=C

Inference Engine: adalah suatu proses dalam menalar nilai input untuk menentukan nilai output sebagai bentuk pemutusan hasil.. Dengan adanya proses ini, maka implikasi yang diinginkan akan dapat tercapai. Seperti pada contoh yang disampaikan diatas, untuk menentukan tingkat kesehatan seseorang, maka diperlukan persyarakatn pengelompokan variabel dari semua indikator yang ada dan dimasukkan rule base nya maka akan didapatkan hasil analisa himpunan Fuzzy. Hasil analisa ini dapat menggunakan Tool Box yang telah tresedia pada Matlab atau membuat coding sendiri.

Defuzzification: adalah proses pengubahan nilai membership function menjadi ilai Nyata. Output dari proses Inference engine yang masih berupa himpunan fuzzy harus diubah dahulu menjadi himpunan real nya. Proses ini disebut defuzzifikasi.

Pada penerapan kontrolnya Real Time Fuzzy, maka proses defuzziifikasi menggunakan Centre Of Area (COA). Hal ini akan menghasilkan titik berat dan dinyatakan pada persamaan :

$$z^* = \frac{\sum_{k=1}^{m} V_k \mu_v(V_k)}{\sum_{k=1}^{m} \mu_v(V_k)} \qquad (7.8)$$

z^* = nilai output
m = tingkat kuantisasi
V_k = elemen ke –k
μ_v = *membership degree* elemen pada fuzzy set v

Setelahnya maka akan didapatkan nilai *yl* dan *yr,* proses selanjutnya adalah mencari nilai titik tengah / *centroid* sebagaimana pers *(7.9)* [32][33][34]:

$$Centroid = \frac{(yl + yr)}{2} \qquad (7.9)$$

Walaupun proses penentuan centroid adalah proses iterasi, sedangkan jumlah iterasinya tidak melebihi N.

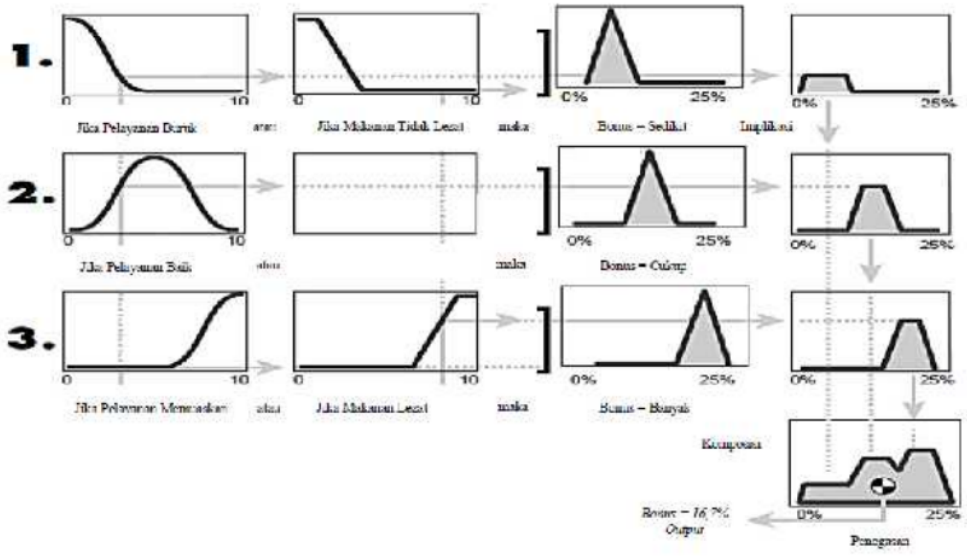
Metode yang digunakan pada aturan *Fuzzy* ini dikenalkan pertama kali oleh Ebrahim Mamdani tahun 1975 disebut metode mamdani atau Max-Min. Di Dalam metode Max Min ada 5 step untuk memperoleh luaran yaitu [31]:

a. Melakukan penyusunan membership Fuzzy
b. Metode Fungsi keanggotaan.
c. *Implication*, melakukan implication Function sering menggunakan Min Function
d. *Agregation*
e. Defuzzyfikasi

Pengaplikasian operasi tersebut bisa digunakan untuk pengaplikasian contoh penganugrahan "Bonus" dengan dasar kualitas layanan dan kelezatan [31].

Pada Gambar 7.12. dapat dilihat input dari *FL* ada 2, yaitu : Pelayanan dan makanan sedangkan outputnya yaitu : Bonus. Pelayanan, makanan dan Bonus disebut dengan variabel. Antara Pelayanan, makanan dan Bonus memiliki hubungan. Di mana masing masing variabel memiliki hubungan dengan suatu aturan. Pada gambar tersebut diperoleh aturan sebagai berikut :

1. **Jika Pelayanan BURUK atau jika Makanan TIDAK LEZAT maka bonus SEDIKIT.**
2. **Jika Pelayanan BAIK maka bonus CUKUP.**
3. **Jika Pelayanan BAIK atau jika makanan LEZAT maka bonus BANYAK.**

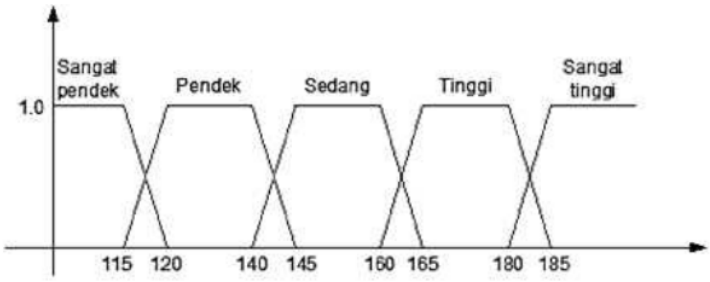


Gambar 7.12. *Type-1 Fuzzy Inference System Mamdani*

Dengan menggunakan diagram diatas, maka diperoleh besaran nilai bonus. Besaran nilai bonus ini sesuai dengan derajat keanggotaan masing masing variable. Sehingga output dari fuzzy nya pun juga akan bergerak sesuai dengan pergeseran variable input.

Pada contoh yang lain:
Jika dinginkan memproses suatu himpunan Fuzzy tinggi badan, maka urutan proses yang dilakukan adalah sebagai berikut:

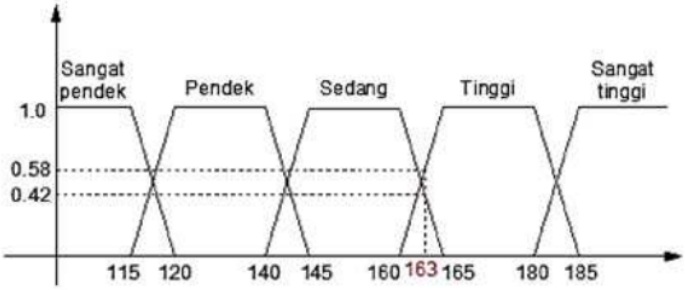
Membuat Variabel Fuzzy Tinggi badan dan membaginya menjadi 5 himpunan Fuzzy, yaitu : Sangat Pendek; Pendek; Sedang; Tinggi; Sangat Tinggi. Sebagaimana pada gambar 7.13.



$$\mu = [\mu_{sp}, \mu_p, \mu_s, \mu_t, \mu_{st}]$$

Gambar 7.13. Penentuan Himpunan Pada Variabel Fuzzy Dalam Proses Fuzzyfikasi

Sesudah dilakukan pembuatan Variabel dengan himpunan fuzzy nya menggunakan membership function Trapesium, maka akan diberikan contoh jika ada seorang manusia mempunyaia tinggi 163 cm, maka tinggi tersebut jika dimasukkan ke dalam himpunan Fuzzy, dengan proses Fuzzyfikasi, maka akan diperoleh hasil sebagaimana gambar 7.14.



Gambar 7.14. Posisi Tinggi Dalam Proses Fuzzyfikasi

Pada gambar 7.14, telah diroses fuzzyfikasi tinggi manusia 163 cm, menjadi bentuk derajat keanggotaan (Degree Of Membership):

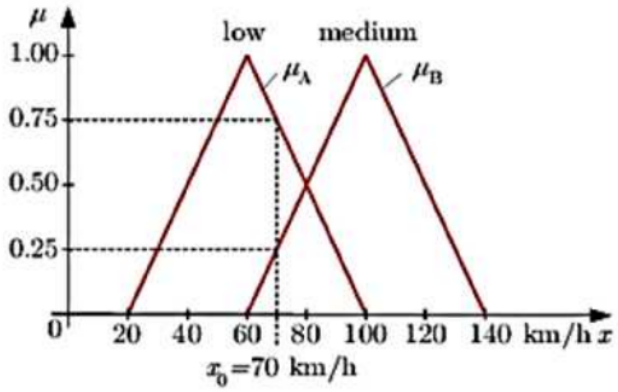
μ[163]= [0, 0, 0.42, 0.58, 0]

atau

μ_{sedang}[163] = 0.42; μ_{tinggi}[163] = 0.58

Pada proses Fuzzyfikasi tinggi manusia 163 cm diubah menjadi 0,42 Pada himpunan Fuzzy sedang dan memiliki nilai 0,58 pada himpunan Fuzzy Tinggi.

Ada contoh lagi mengubah nilai real kecepatan mobil sebesar 70 Km/Jam menjadi nilai Fuzzy. Yang dilakukan pertama kali membuat himpunan Fuzzy nya, yaitu Low speed (Kecepatan rendah) dan medium speed (Kecepatan sedang). Himpunan Fuzzy ini menggunakan Fungsi keanggotaan (Membershp Function) segitiga. Dengan proses Fuzzyfikasi, maka nilai real kecepatan 70 Km / Jam akan berubah menjadi nilai Fuzzy sebagaimana pada gambar 7.15.



Gambar 7.15. Proses Fuzzyfikasi Kecepatan Mobil

Pada gambar 7.15 tampak bahwa kecepatan mobil 70 Km / jam akan memiliki nilai derajat keanggotaan pada himpunan Fuzzy Low = 0,25 dan memiliki nilai = 0,75 pada himpunan Fuzzy medium.

7.6. Tugas

1. Jelaskan perbedaan secara jelas antara himpunan bilangan fuzzy dengan himpunana bilangan Crispy?
2. Jelaskan metode yang digunakan untuk mencari centroid?

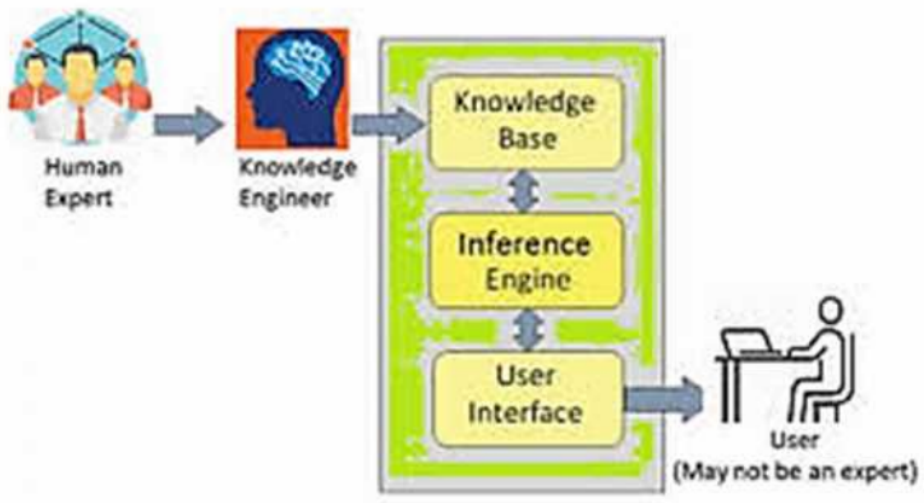
Bab 8

Fuzzy Expert System

Tujuan Instruksional :

Setelah mempelajari Bab ini, di harapkan pembaca dapat:

1. Memahami, Mengetahui dan menjelaskan Macam – maca bentuk Fuzzy.
2. Memahami dan menjelaskan bagaimana mengaplikasikan Fuzzy.
3. Memahami bagaimana Mengaplikasika macam macam bentuk Fuzzy dalam kehidupan sehari hari.



Gambar 8.1. Fuzzy Expert System

8.1. Operasi Sistem Pakar Fuzzy

Sistem Pakar Fuzzy banyak digunakan pada banyak penelitian dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah. Hal ini dikarenakan melakukan pengolahan data yang banyak lalu dikelompokkan menjadi data yang memiliki rentang. Maka hasil yang lebih presisi akan lebih mudah di dapatkan dan dihitung sesuai dengan logika.. Disamping itu logika fuzzy dapat melakukan pemmodelan fungsi, baik fungsi non linear dan yang linear.

Sistem logika ini dikenal sebagai cara yang cepat dan tepat dalam melakukan pemetaan suatu ruang masukan dalam suatu ruang luaran. Logika tersebut memiliki nilai kontinue yang ditunjukkan dalam tingkatan Degree Of Membership (derajat keanggotaan) dan derajat kebenaran. Kehandalan dalam menalar dari segi bahasa juga dimiliki oleh logika ini. Sehingga dalam proses perencanaan tidak diperlukan persamaan matematik atas obyek yang dikendalikan[5].

8.2. Sistem Pakar Logika Fuzzy

Sebelum masuk pada Sistem pakar fuzzy, maka akan diulas sedikit tentang sistem pakar. Sistem pakar adalah metode yang dioperasikan dengan komputer pada bidang tertentu untuk mendapatkan penyelesaian pada bidang yang perlu mendapatkan penyelesaian. Sistem Pakar ini merupakan suatu proses atau metode yang sama sebagaimana yang dilakukan oleh seorang pakar. Sehingga penyelesaiannya pun seperti yang disimpulkan oleh seorang pakar [35].

Hasil proses yang dijalankan oleh inference machine dari sudut pemakai yang tidak pakar suatu kesimpulan yang direkomendasikan pada sistem pakar adalah suatu penjelasan jika hal tersebut diperlukan oleh pemakai. Sedangkan ketika melakukan peningkatan sistem pakar, pada bagian sistem itu wajib melaksanaakn proses pembaharuan pada dasar pengetahun dalam membuat lebih sempurna mesin inferensi. Dengan demikian akan didapatkan penyelesaian yang lebih baik dari pada sistem sebelumnya.

Apakah yang disebut dengan mesin inferensi? Mesin inferensi adalah suatu perangkat mikroprosesor pada sistem pakar yang berguna untuk menyesuaikan fakta pada domain pengetahuan yang didalamnya dijumpai sebagai dasar pengetahuan dalam upaya mendapatkan suatu spenyelesaian dari suatu persoalan. Adapun cara menyusun berdasarkana peengetahun pada sistem agar supaya bisa melakukan pemecahan persoalan yang identik bagaikan seorang ahli yang menyajikan suatu pengetahuan.

Sistem Pakar dalam melakukan pekerjaannya berdasarkan pada aturan dasar rule based yang terdapaat pada suatu database. Dalam pengerjaan yang menggunakan rule base ini terdapat beberapa kekurangan yaitu[36]:

a) Diperlukan pencocokan manakah yang paling sesuai. Contoh : Jika seseorang mengalami sakit kepala atau panas maka seseorang tersebut terkena penyakit demam. Jika diberikan suatu pertanyaan hanya sakit kepala, maka aturan yang muncul akan menjawab terindikasi demam atau tidak ?
b) Terkadang tidak mudah untuk mengkoneksikan aturan (rule) berkaitan dengan rantai inference yang koneksi ini merupakan hal pokok suatu sistem pakar (otak) dalam melakukan pengawasan dan pengecekan suatu aturan ke aturan yang lain. Untuk mengatasi ketidak sempurnaan sistem pakar, maka dibuat sistem pakar yang berbasis fuzzy sebagai pengolahan datanya. Dan hal ini disebut sebagai sistem pakar fuzzy.

8.3. Model Fuzzy Sugeno

Metode luaran (Konsekuen) dalam proses penalaran sistem bukan merupakan himpunan fuzzy, melainkan suatu konstanta aatau persamaan linear. Model seperti itu yang disebut dengan metode Sugeno Kang. Sugeno Kang menemukan metode ini pada tahun 1985 [37].

Sugeno memberikan pendapat tentang pemakaian singleton sebagai fungsi keanggotaan konsekuen. Single ton ini merupakan suatu kelompok fuzzy dengan membership function paada titik yang mempunyai nilai dan nilai "0" di luar titik tersebut. Metode Sugeno memiliki bagian tahap pertama proses yaitu pembuatan Fuzzy Conclusion, fuzzyfikasi masukan dan menerapkan operator fuzzy identik sebagaimana metode Mamdani. Sedangkan hal pokok pembeda metode Mamdani dengan metode Sugeno yaitu keluaran fungsi keanggotaan metode sugeno berbentuk Linear dan konstanta.

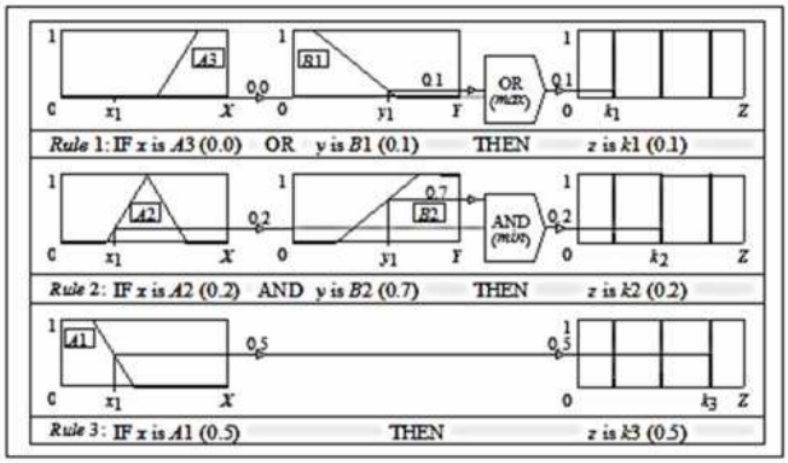
Metode Fuzzy Sugeno memiliki bentuk :

- **If Input 1=x and Input 2=y**
- **then Output is z=ax+by+c**

Sugeno menggunakan konstanta atau fungsi matematika dari variabel masukan..

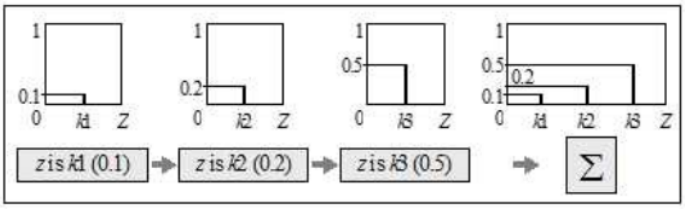
IF	*x* is A3	IF	*x* is A2
OR	*y* is B1	AND	*y* is B2
THEN	*z* is k1 *f(x, y)*	THEN	*z* is *k2*
IF	*x* is A1		
THEN	*z* is k3		

Dimana x, y dan z adalah variabel Linguistik A dan B himpunan Fuzzy untuk X dan Y dan f(x,y) adalah fungsi matematik. Dengan variabel masukan tersebut, maka dapat dilakukan operasi evaaluasi Rule (Evaluasi aturan) sebagaimana pada gambar 8.2.



Gambar 8.2. Evaluation Rule Fuzzy Sugeno

Pada gambar 8.2. tampak bahwa *Evaluation Rule* pada sisi luaran z memiliki nilai *k1, k2 dan k3*. Sehingga dihasilkan nilai komposisi nya adalah sebagaimana pada gambar 8.3.

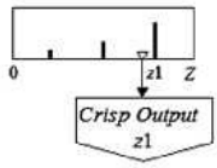


Gambar 8.3. Komposisi Model Fuzzy Sugeno

Pada gambar 8.3. tampak bahwa:

- Nilai z pada k1 adalah 0,1
- Nilai z pada k2 adalah 0,2
- Nilai z pada k3 adalah 0,5

Dari hasil analisa yaitu komposisi Fuzzy Sugeno, maka tahap selanjutnya adalah melakukan proses deFuzzyfikasi sebagaimana dapat dilihat pada gambar 5.4.



Weighted average (WA):

$$WA=\frac{\mu(k1)\times k1+\mu(k2)\times k2+\mu(k3)\times k3}{\mu(k1)+\mu(k2)+\mu(k3)}=\frac{0.1\times 20+0.2\times 50+0.5\times 80}{0.1+0.2+0.5}=65$$

Gambar 8.4. Proses Defuzzyfikasi

Pada proses defuzzyfikasi sebagaimana pada gambar 8.4. didapatkan nilai real kembali dari hasil proses Fuzzyfikasi sebesar 65.

Sedangkan Fuzzy Sugeno tingkat 0, luaran tahap z nya adalah konstan (a=b=c)

Tahap luaran z_i atas masing masing rule adalah bobot pada rule w_i (firing strength).

contoh:
Aturan AND dengan Masukan 2=x dan Masukan 3=y, maka:

firing strengthnya adalah :
w_i = And Method (F1 (X), F2 (Y)) dimana F 1, 2 (.) adalah:

membership function untuk Masukan 1 dan 2.

Metode Sugeno memiliki kelebihan - kelebihan:
1. Memiliki efisiensi yang lebih dalam Komputasi.
2. Untuk teknik linear Bekerja paling baik(kontrol PID, dll) .
3. Pada proses pengoptimalan sistem dan adaptif Bekerja paling baik.
4. Menjamin keberlangsungan permukaan luaran .
5. Untuk analisis matematis Lebih cocok.

Terdapat 2 model fuzzy dari metode Sugeno yaitu sebagai berikut[38]:

1. Model Fuzzy Sugeno Tingkat-0
Metode fuzzy SUGENO Tingkat-0 adalah:

IF (x1 is A1) • (x2 is A2) • (x3 is A3) • ..... • (xN is AN) THEN z = k

Dimana Ai merupakan kelompok fuzzy ke-i sebagai anteseden, dimana k merupakan suatu konstanta (tegas) dan berfungsi konsekuen.

2. Model Fuzzy Sugeno Orde-1
Sedangkan bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Satu adalah:

IF (x1 is A1) •..... • (xN is AN) THEN z = p1*x1 + ... + pN*xN + q

Ai merupakan himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan pi merupakan konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta yang berada dalam konsekuen. Sedangkan jika komposisi aturannya menggunakan metode SUGENO, maka deffuzifikasi dapat dilakukan menggunakan cara mencari nilai rata-ratanya.

Metode fuzzy Sugeno ini mempunyai kelemahan utamanya bagian THEN. Dengan adanya hitungan matematika maka fuzzy Sugeno sehingga tidak dapat menyediakan kerangka alami untuk mewujudkan pengetahuan manusia dengan sebenarnya. Yang kedua yaitu tidak adanya kebebasan untuk mempergunakan prinsip yang berbeda dalam logika fuzzy.

Berikut akan diberikan lagi contoh untuk lebih memperdalam pemahaman mengenai Fuzzy Sugeno:

Contoh:
Kasus: Silahkan dilaksanakan suatu evaluasi tingkat sehat orang berdasarkan ketinggian dan bobot badannya.

Masukan : Ketinggian dan Bobot badan
Luaran : Tingkat sehat
Dengan ketentuan :

- Sangat sehat (SS) : index = 0,8
- Sehat (S) : index = 0,6
- Agak Sehat (AS) : index = 0,4
- Tidak Sehat (TS) : index = 0,2

Pertanyaan : Bagaimana kondisi tingkat sehat untuk orang dengan ketinggian 161,5 cm dan bobot 41 Kg?

Langkah pertama yang dilakukan yaitu membuat model Variabel dengan himpunan fuzzynya dan membuat himpunan fungsi keanggotannya :

Variabel yang digunakan :

1. Ketinggian Badan
   Fungsi Keanggotannya :
   - Sangat Pendek
   - Pendek
   - Sedang

- Ketinggian
- Sangat Ketinggian.

2. Bobot Badan.
   Fungsi Keanggotaannya:
   - Sangat Kurus
   - Kurus
   - Biasa
   - Bobot
   - Sangat Bobot

3. Tingkat Tingkat sehat.
   Fungsi Keanggotaannya:
   - Sangat Sehat
   - Sehat
   - Agak Sehat
   - Tidak Sehat

Langkah kedua : Membuat grafik variabel dan fungsi keanggotaan
Fungsi Keanggotaan Variabel Ketinggian sebagaimana ditunjukkan Gambar 8.5.

Gambar 8.5. Fungsi Keanggotaan Ketinggian

Dari gambar 8.5. di dapatkan range area fungsi keanggotaan Ketinggian untuk:

1. Sangat pendek : SP<= 120 cm.
2. Pendek : 115<=P<=145 cm.
3. Sedang : 140<=S<=165 cm.
4. Ketinggian : 160<=T<=185 cm.
5. Sangat Ketinggian : 180<=ST cm.

Fungsi Keanggotaan Variabel Bobot sebagaimana ditunjukkan Gambar 8.6.

Gambar 8.6. Fungsi Keanggotaan Bobot

Dari gambar 8.6. di dapatkan range area fungsi keanggotaan Bobot untuk:

1. Sangat Kurus : SK<= 45 Kg.
2. Kurus : 40<=K<=55 Kg.
3. Biasa : 50<=Bi<=65 Kg.
4. Bobot : 60<=B<=85 Kg.
5. Sangat Bobot : 80<=SB Kg.

Langkah Ketiga: Membuat Rule Base (Aturan Dasar) Fuzzy.
Rule Base ini dibuat berdasarkan riwayat hystorical atau hasil penelitian masa lalu yang dilakukan atau berdasarkan fakta fakta yang telah terjadi. Adapun untuk kasus tersbeut diatas, maka dibuatlah Tabel kaidah Fuzzy sebagaimana pada tabel 8.1.

Tabel. 8.1. Kaidah Fuzzy Tingkat Tingkat sehat

		BERAT				
		Sangat kurus	Kurus	Biasa	Berat	Sangat berat
TINGGI	Sangat pendek	SS	S	AS	TS	TS
	Pendek	S	SS	S	AS	TS
	Sedang	AS	SS	SS	AS	TS
	Tinggi	TS	S	SS	S	TS
	Sangat tinggi	TS	AS	SS	S	AS

Kaidah pada Tabel 8.1. tersebut menggunakan kaidah IF – THEN, dengan cara membaca sebagai berikut:

1. Jika Ketinggian “Sangat Pendek” dan Bobot “Sangat Kurus” maka tingkat sehat “Sangat Sehat”.
2. Jika Ketinggian “Sangat Pendek” dan Bobot “Kurus” maka tingkat sehat “Sehat”.
3. Jika Ketinggian “Sangat Pendek” dan Bobot “Biasa” maka tingkat sehat “Agak Sehat”.

4. Jika Ketinggian “Sangat Pendek” dan Bobot “Bobot” maka tingkat sehat “Tidak Sehat”.
5. Jika Ketinggian “Sangat Pendek” dan Bobot “Sangat Bobot” maka tingkat sehat “Tidak Sehat”.

6. Jika Ketinggian “Pendek” dan Bobot “Sangat Kurus” maka tingkat sehat “Sehat”.
7. Jika Ketinggian “Pendek” dan Bobot “Kurus” maka tingkat sehat “Sangat Sehat”.
8. Jika Ketinggian “Pendek” dan Bobot “Biasa” maka tingkat sehat “Sehat”.
9. Jika Ketinggian “Pendek” dan Bobot “Bobot” maka tingkat sehat “Agak Sehat”.
10. Jika Ketinggian “Pendek” dan Bobot “Sangat Bobot” maka tingkat sehat “Tidak Sehat”.

11. Jika Ketinggian “Sedang” dan Bobot “Sangat Kurus” maka tingkat sehat “Agak Sehat”.
12. Jika Ketinggian “Sedang” dan Bobot “Kurus” maka tingkat sehat “Sangat Sehat”.
13. Jika Ketinggian “Sedang” dan Bobot “Biasa” maka tingkat sehat “Sangat Sehat”.
14. Jika Ketinggian “Sedang” dan Bobot “Bobot” maka tingkat sehat “Agak Sehat”.
15. Jika Ketinggian “Sedang” dan Bobot “Sangat Bobot” maka tingkat sehat “Tidak Sehat”.

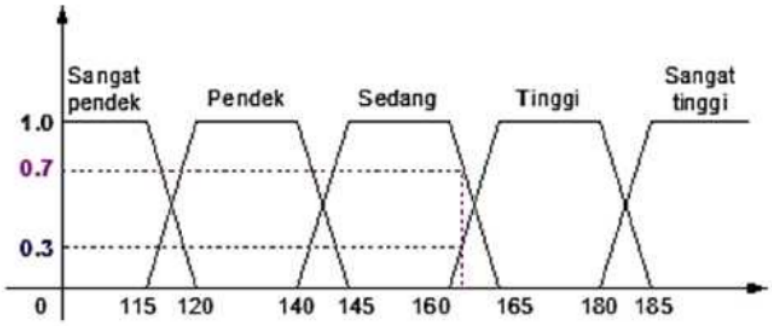
16. Jika Ketinggian “Ketinggian” dan Bobot “Sangat Kurus” maka tingkat sehat “Tidak Sehat”.
17. Jika Ketinggian “Ketinggian” dan Bobot “Kurus” maka tingkat sehat “Sehat”.
18. Jika Ketinggian “Ketinggian” dan Bobot “Biasa” maka tingkat sehat “Sangat Sehat”.
19. Jika Ketinggian “Ketinggian” dan Bobot “Bobot” maka tingkat sehat “Sehat”.
20. Jika Ketinggian “Ketinggian” dan Bobot “Sangat Bobot” maka tingkat sehat “Agak Sehat”.

21. Jika Ketinggian “Sangat Ketinggian” dan Bobot “Sangat Kurus” maka tingkat sehat “Tidak Sehat”.
22. Jika Ketinggian “Sangat Ketinggian” dan Bobot “Kurus” maka tingkat sehat “Agak Sehat”.
23. Jika Ketinggian “Sangat Ketinggian” dan Bobot “Biasa” maka tingkat sehat “Sangat Sehat”.
24. Jika Ketinggian “Sangat Ketinggian” dan Bobot “Bobot” maka tingkat sehat “Sehat”.
25. Jika Ketinggian “Sangat Ketinggian” dan Bobot “Sangat Bobot” maka tingkat sehat “Agak Sehat”.

Rule base yanag diperoleh yaitu sebanyak 25 rule. Untuk membuat Rule base tersebut tool box fuzzy pada Matlab sudah menyediakan. Atau dengan cara laain membuat rule base dengan cara melakukan coding pada Matlab.

Langkah Ke empat : Memasukkan data yang akan diteliti menggunakan himpunan Fuzzy pada fungsi keanggotaan yang sudah dibuat.

Untuk ketinggian 161,5 cm, akan berada pada area Ketinggian “Sedang” dan Ketinggian “Ketinggian”, adapun penentuan derajat kenggotaannya (Degree of Membership) nya dapat dilihat pada gambar 8.7.



Gambar 8.7. Derajat Keanggotaan Untuk Ketinggian 161,5 cm

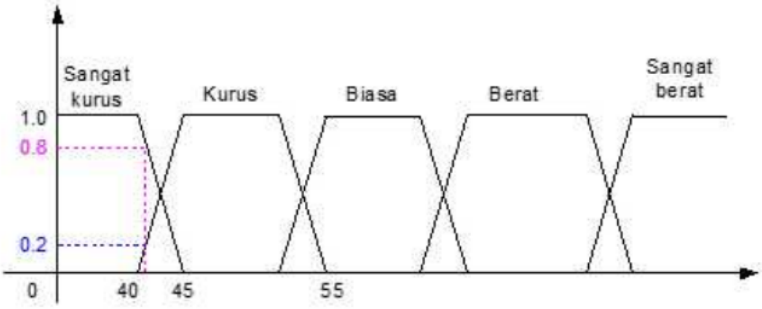
Pada gambar 8.7. didapatkan nilai derajat keanggotaan dengan cara sebagai berikut:

$\mu_{sedang}[161.5] = (165-161.5)/(165-160) = 0.7$

$\mu_{ketinggian}[161.5] = (161.5-160)/(165-160) = 0.3$

Sehingga dapat dinyatakan bahwa ketinggian badan 161,5 cm adalah memiliki derajat kenggotaan 0,7 pada himpunan fungsi Sedang, dan memiliki derajat keanggotaan 0,3 pada hipunan fungsi Ketinggian.

Untuk Bobot 41 Kg, akan berada pada area Bobot "Sangat Kurus" dan Bobot "Kurus", adapun penentuan derajat kenggotaannya (Degree of Membership) nya dapat dilihat pada gambar 8.8.



Gambar 8.8. Derajat Keanggotaan Untuk Bobot 41 Kg

Pada gambar 8.8. didapatkan nilai derajat keanggotaan dengan cara sebagai berikut:

$\mu_{sangatkurus}[41] = (45-41)/(45-40) = 0.8$

$\mu_{kurus}[41] = (41-40)/(45-40) = 0.2$

Sehingga dapat dinyatakan bahwa bobot badan 41 Kg adalah memiliki derajat kenggotaan 0,8 pada himpunan fungsi Sangat Kurus, dan memiliki derajat keanggotaan 0,2 pada hipunan fungsi Kurus.

Langkah Ke lima : melakukan evaluasi aturan (Rule Evaluation) dari derajat keanggotaan yang sudah diketahui diatas. Nilai derajat keanggotaannya dimasukkan ke dalam tabel rule evaluation sebagaimana pada tabel 8.2..

Tabel 8.2. Rules Evaluation

		BERAT				
		0.8	0.2	Biasa	Berat	Sangat berat
TINGGI	Sangat pendek	SS	S	AS	TS	TS
	Pendek	S	SS	S	AS	TS
	0.7	AS	SS	SS	AS	TS
	0.3	TS	S	SS	S	TS
	Sangat tinggi	TS	AS	SS	S	AS

Pada tabel 8.2. yang tampak memasukkan nilai hasil derajat keanggotaan untuk bobot dan ketinggian. Pada Variabel Ketinggian Badan himpunan fungsi Sedang = 0,7; sedangkan pada himpunan fungsi Ketinggian sebesar 0,3. Sedangkan pada variabel Bobot Badan memiliki himpunan fungsi sangat kurus sebesar 0,8 dan pada himpunan fungsi kurus sebesar 0,2.

Dikarenakan yang digunakna adalah relasi AND, maka dipilhlah nilai minimum, yaitu:

- Pada AS dimasukkan angka 0,7
- Pada SS dimasukkan angka 0,2
- Pada TS dimasukkan angka 0,3
- Pada S dimasukkan angka 0,2

Sehingga diperoleh nilai sebagaimana termaktub pada Tabel 8.3. berikut:

Tabel 8.3. Rules Evaluation Dengan Relasi AND

		BERAT				
		0.8	0.2	Biasa	Berat	Sangat berat
TINGGI	Sangat pendek	SS	S	AS	TS	TS
	Pendek	S	SS	S	AS	TS
	0.7	0.7	0.2	SS	AS	TS
	0.3	0.3	0.2	SS	S	TS
	Sangat tinggi	TS	AS	SS	S	AS

Langkah ke Tujuh : Melakukan proses defuzzyfikasi yaitu dengan membuat hasil evaluation rules tadi menjadi persamaan :

f = {TS, AS, S, SS} = {0.3, 0.7, 0.2, 0.2}

Sehingga penentuan hasil akhirnya didapatkan dengan menggunakan 2 metode, yaitu:

Dengan menggunakan Max Methode :

1. **Max method: index terketinggian 0.7; index terendah 0,2**
   hasil "Sehat" dan "Sangat Sehat"

2. **Centroid method, dengan metoda Sugeno:**

   Decision Index = (0.3x0.2)+(0.7x0.4)+(0.2x0.6)+(0.2x0.8) / (0.3+0.7+0.2+0.2)
   = 0.4429
   Crisp decision index = 0.4429
   Fuzzy decision index: 75% agak sehat, 25% sehat

8.4. Metoda Fuzzy Mamdani

Metode Fuzzy Mamdani adalah suatu bagian dari fuzzy inference system yang sangat berguna untuk pengambilan kesimpulan atau keputusan terbaik dalam suatu perpersoalanan yang tidak pasti[39]. Model fuzzy Mamdani ditemukan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Dengan mempergunakan metode Fuzzy Mamdani proses pengambilan keputusannya lebih baik, Karena metode ini dilakukan dengan melalui berapa tahapan, yaitu penyusunan keputusan terbaik, dan dilakukan dengan beberapa tahapan dengan urutan sebagai berikut:

- Pembentukan himpunan fuzzy.
- Fungsi implikasi yang diaplikasikan.
- Komposisi aturan.
- Defuzzifikasi.

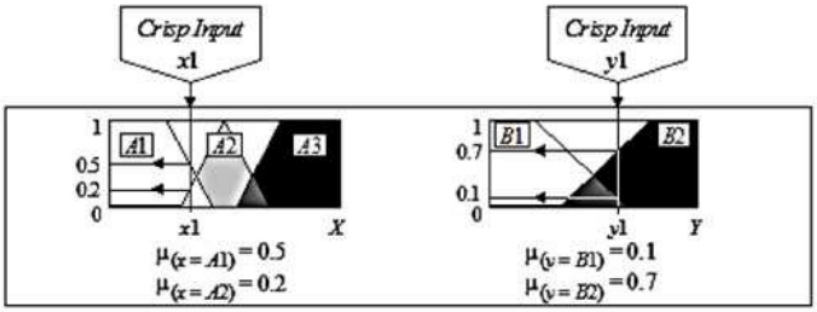
Jika dilakukan perbandingan atas metode lain dari Fuzzy Inference System, yaitu metode Sugeno. Metode Sugeno tidak melewati komposisi aturan dana defuzzifikasi dengan menggunakan metode centroid. Proses ini sangat berguna untuk mengetahui niai luaran di center daerah fuzzy. Disamping itu Metode Fuzzy Mamdani mampu memperhatikan kondisi pada tiap area fuzzy nya. Disamping itu Metode fuzzy Mamdani lebih memperhatikan kondisi area fuzzynya.

Sebagai contoh pada penggunaan Fuzzy Mamdani ini :

Persoalan sederhana dengan 2 masukan, 1 luaran dan 3 rules (A=Project Funding; B = Project Staffing).

Rule: 1		Rule: 1		
IF	*x* is A3		IF	project_funding is adequate (cukup)
OR	*y* is B1		OR	project staffing is small
THEN	*z* is C1		THEN	risk is low
Rule: 2		Rule: 2		
IF	*x* is A2		IF	project funding is marginal (sedang)
AND	*y* is B2		AND	project_staffing is large
THEN	*z* is C2		THEN	risk is normal
Rule: 3		Rule: 3		
IF	*x* is A1		IF	project_funding is inadequate (Tidak ckp)
THEN	*z* is C3		THEN	risk is high

Proses Fuzzyfikasi pada Mamdani adalah sebagai berikut: adalah proses menentukan derajat keanggotaan masukan x1 dan y1 pada himpunan fuzzy dapat dilihat pada gambar 8.9.



Gambar 8.9. Himpunan Crispi dan himpunan Fuzzy Mamdani

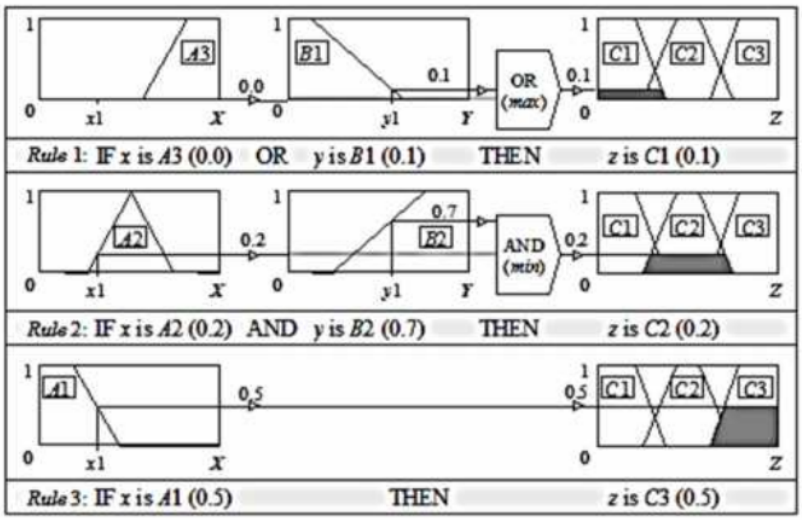
Gambar 8.9 menunjukkan nilai derajat keanggotaan pada himpunan crispi dan himpunan fuzzy.

Inferensi pada Fuzzy Mamdani : Aplikasi fuzzified masukans :

μ(x=A1) = 0.5,
μ(x=A2) = 0.2,
μ(y=B1) = 0.1 and
μ(y=B2) = 0.7
Ke antesenden dari aturaan Fuzzy.

Untuk aturan Fuzzy dengan antesenden lebih dari 1 operator Fuzzy (AND atau OR) digunakan untuk mencapai sebuah nilai tunggal yang merepresentasikan hasil rule Fuzzy. Nilai ke fungsi keanggotaan konsekuen.

Berikut pada gambar 8.10 dapat dilihat Fuzzy Mamdani.

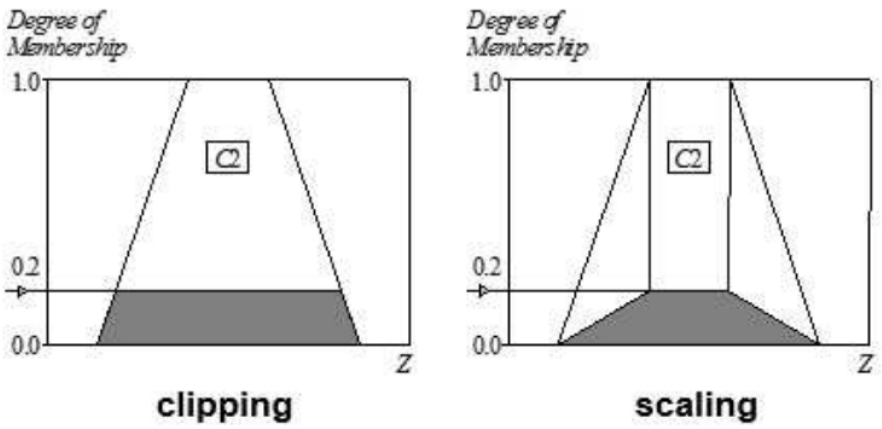


Gambar 8.10. Metode Fuzzy Mamdani

Pengambilana kesimpulan pada metode Mamdani ini yaitu mengambil kesimpulan hasil evaluasi pada antesendent dalam membership function konsekuen, yaitu:

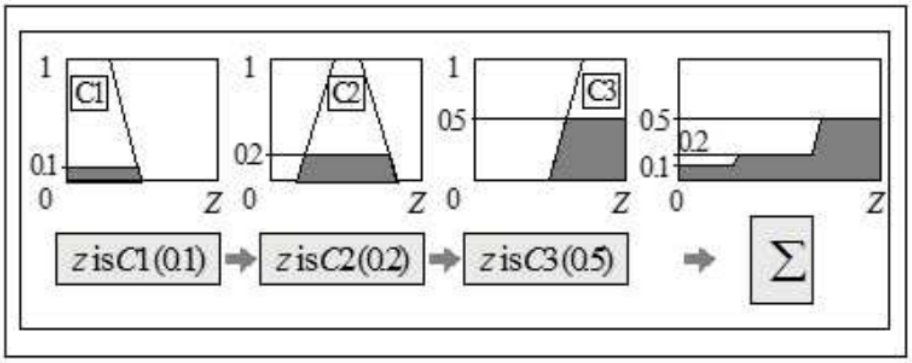
1. **Metode Clipping:** adalah suatu pproses pemotongan bagian atas diagram sesuai dengan nilaai max atau min nya. Metode ini paling banyak digunakan kaena sederhana proses nyaa sederhana dan mudah untuk masuk pada proses defuzzyfikasi.
2. **Metode Scalling:** adalah suatu metode dengan melakukan proses penyekalaan konsekuen. Dengan menggunakna metode ini maka metode ini akan kehilangan informasi fuzzy set nya.

Untuk lebih memperjelas, tentang metode clipping dan scalling , maka dapat dilihat pada gambar 8.11 berikut:



Gambar 8.11. Teknik Aplikasi Evaluasi Antesenden Ke Konsekuen

Pada langkah selanjutnya, maka dilakukan komposisi, yaitu agregasi output rule pada himpunan fuzzy tunggal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat penjelasan sebagaimana gambar 8.12.



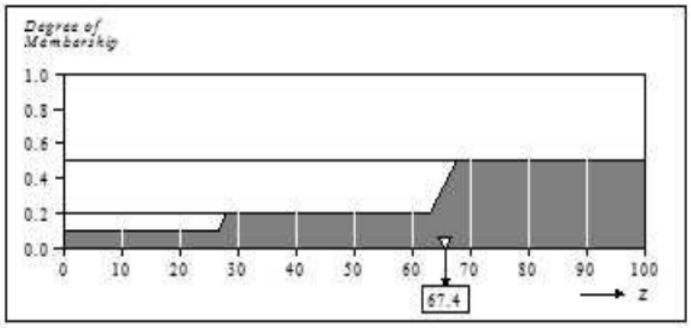
Gabar 8.12. Komposisi

Pada gambar 8.12. komposisi merupakn proses defuzzyfikasi untuk mengubah nilai fuzzy menjadi nilai real. Disan tampak bahwa sistemnya menggunakan metode Clapping. Jika paada komposisi tersebut dilakukan pencarian nilai centroid daro COG (Centre of Gravity) dari agregate set, maka di dapatkan dengan memasukkan pada rumus dibawah ini:

$$COG = \frac{\int_a^b \mu_A(x)\, x\, dx}{\int_a^b \mu_A(x)\, dx}$$

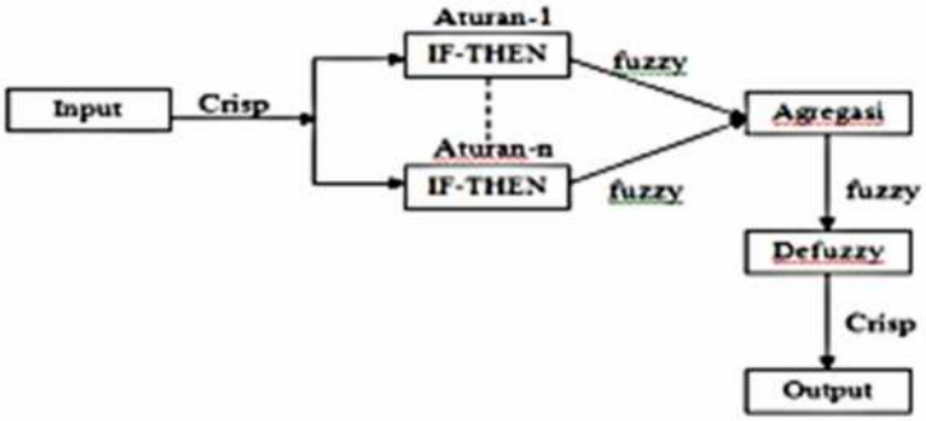
Sehingga hasil perhitungan COG nya didapatkan : dengan mendapatkan titik dimana pada titik tersebut membagi area penyelesaian menjadi 2 belahan yang sama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8.13.

$$COG = \frac{(0+10+20)\times 0.1+(30+40+50+60)\times 0.2+(70+80+90+100)\times 0.5}{0.1+0.1+0.1+0.2+0.2+0.2+0.2+0.5+0.5+0.5+0.5} = 67.4$$



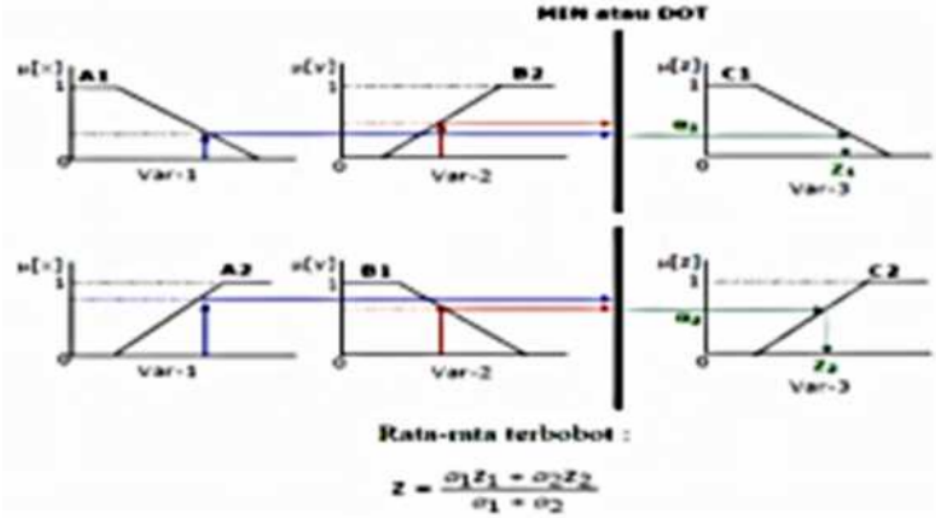
8.5. Model Fuzzy Sukamoto

Sistem inferensi fuzzy adalah suatu struktur komputasi yang berdasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy dengan bentuk IF-THEN dan penalaran fuzzy. Secara garis besar diagram blok proses inference fuzzy dapat dilihat pada gambar 8.2[40].



Gambar 8.13 Diagram Blok Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy mendapatkan input crisp. Input inilah yang terus dikirimkan ke basis pengetahuan yang terdapat n aturan fuzzy di dalam bentuk IF THEN. Niai aturan keanggotaan antesenden atau alfa akan dicari pada setiap aturan. Jika atrannya lebih dari 1, maka akan dilakukan agregasi semua aturan. Seterusnya pada output agregasi akan dilakukan proses defuzzifikasi, untuk mendapatkan nilai crisp output sistem. Suatu metode Fuzzy inference system dapat mengambil keputusan pada masalah tersebut diatas adalah metode Tsukamoto. Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalarana monoton.



Gambar 8.14. Inferensi dengan menggunakan Metode Tsukamoto

Dikarenakan pada metode Tsukamoto operasi himpunan yang dipergunakan adalah konjungsi (AND), maka nilai keanggotaan antesendent dari atura fuzzy (R1) merupakan irisan dari nilai:

- Keanggotaan A1 dari Var-1
- Keanggotaan B1 dari Var-2.

8.6. Nilai Keanggotaan

Antesenden dari pengoperasian konjungsi (AND) atas aturan fuzzy [R1] merupakan nilai minimum antara nilai keanggotaan A1 dari Var-1 dan nilai B2 dari Var-2[41].

Demikian pula :

Antesenden dari pengoperasian konjungsi (AND) atas aturan fuzzy [R2] merupakan nilai minimum antara nilai keanggotaan A2 dari Var-1 dan nilai B1 dari Var-2.

Nilai anggota Antesenden dari aturan fuzzy [R1] dan [R2] masing masing disebut dengan

merupakan nilai minimum antara nilai keanggotaan A2 dari Var-1 dan nilai B1 dari Var-2. α1 dan α2, Nilai α1 dan α2 yang ada disubtitusikan pada fungsi keanggotaan himpunan C1 dan C2 sebagaimana aturan fuzzy [R1] dan [R2] mendapatkan nilai z1 dan z2, yaitu nilai z (nilai perkiraan produksi) dalam aturan fuzzy [R1] dan [R2].

Upaya mendapatkan nilai output Crisp/ nilai tegas Z, dicari dengan cara merubah masukan menjadi bilangaan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Mekanisme ini di sebut dengan metode defuzzifikaasi (penegasan). Metode defuzzyfikasi tersbeut dipergunakan dalam metode Tsukamoto merupakan meode defuzzyfikasi rata-rata terpusat (Center Average Defuzzyfier) yang dirumuskan pada persamaan 8.1.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha i z i}{\sum_{i=1}^{n} \alpha i} \text{ (Defuzifikasi rata} - \text{rata terpusat)} \qquad \text{.....(8.1)}$$

Gambar 8.15. Suatu Analisis Fuzzy Sukamoto

Untuk Fuzzy tsukamoto ini, memiliki konsekuen dari setiap atura IF THEN Fuzzy direpresentasikan dengan himpuna Fuzzy monoton.

Berikut akan diberikan contoh untuk Fuzzy Tsukamoto:

Contoh[42]:
Suatu pabrik elektronika yang cukup besar memiliki angka permintaan yang paling banyak senilai 5000 barang/hari. Juga pernaah memiliki nilai permintaan sebesar 1000 barang/hari. Persediaan tertinggi pada gudang perusahaan tersebut adalah sebanyak 600 barang/hari dan pernaah mengalami posisi persediaaan yang paling minimal sebesar 100 barang/hari. Sedangkan proses produksi barangnya makssimum 7000 barang/hari dan proses produksi yang paling rencah sebesar 2000 barang/hari.

Berapa barang elektronik tersebut harus diproduksi jika jumlah permintaannya sebanyak 4000 barang dan persediaan di gudang masih 300 barang ?

Apabila proses produksi pabrik tersebut menggunakan aturan fuzzy sebagai berikut

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat rule pada fuzzy tsukamoto. Dengan hasil sebagaimana dibawah ini:

[A1] IF Permintaan BANYAK And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERTAMBAH ;
[A2] IF permintaan SEDIKIT And persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERKURANG ;
[A3] IF Permintaan SEDIKIT And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERKURANG ;
[A4] IF permintaan BANYAK And persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERTAMBAH ;

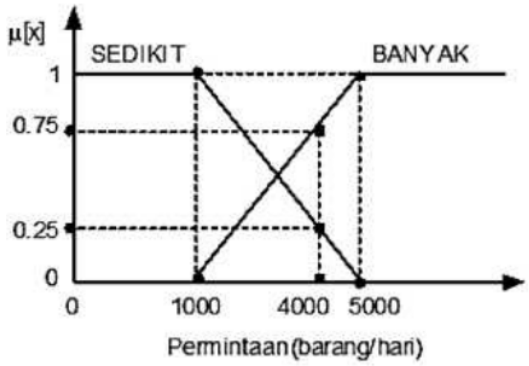
Langkah kedua, adalah membentuk variabel, dimana pada contoh soal diatas dijumpai ada 3 variabel, yaitu : PERMINTAAN, PERSEDIAAN dan PRODUKSI BARANG. Dimana pada masing – masing variabel tersebut, memiliki anggota himpunan fuzzy :

Variabel **Permintaan** memiliki anggota himpunan fuzzy :
- Sedikit
- Banyak

Variabel **Persediaan** memiliki anggota himpunan fuzzy :
- Sedikit
- Banyak

Variabel **Produksi Barang** memiliki anggota himpunan fuzzy :
- Berkurang
- Bertambah

Langkah ketiga, yaitu melakukan proses Fuzzyfikasi pada masing-masing variabel. Untuk Variabel Permintaan mempunyai grafik sebagaimana gambar 8.16. untuk melakukan proses Fuzzyfikasi.



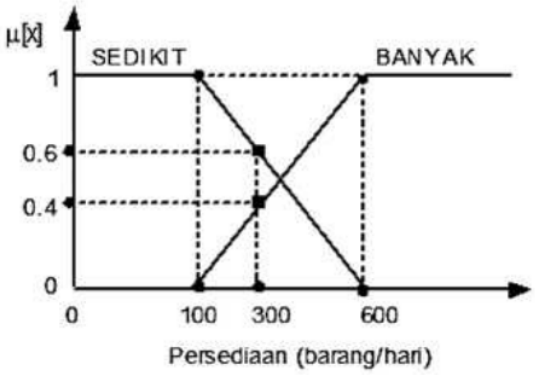
Gambar 8.16. Fuzzifikasi variabel Permintaan (Barang / Hari)

Dengan nilai derajat keanggotaan pada 4000 sebagaimana pada hitungan dibawah ini :

$\mu_{PmtSEDIKIT}[4000]$ = (5000-4000)/(5000-1000)
= 0.25

$\mu_{PmtBANYAK}[4000]$ = (4000-1000)/ (5000-1000)
= 0.75

Untuk Variabel **Persediaan** mempunyai grafik sebagaimana gambar 8.17. untuk melakukan proses Fuzzyfikasi.

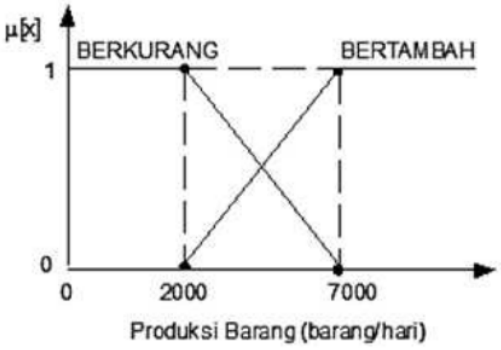


Gambar 8.17. Fuzzifikasi variabel Persediaan (Barang / Hari)

Dengan nilai derajat keanggotaan pada 300 sebagaimana pada hitungan dibawah ini :

$\mu_{PsdSEDIKIT}[300]$ = (600-300)/(600-100)
= 0.6
$\mu_{PsdBANYAK}[300]$ = (300-100)/(600-100)
= 0.4

Untuk Variabel **Produksi Barang** mempunyai grafik sebagaimana gambar 8.18. untuk melakukan proses Fuzzyfikasi.



Gambar 8.18. Fuzzifikasi variabel Produksi Barang (Barang / Hari)

Dengan nilai derajat keanggotaan antara 2000 dan 7000, sebagaimana pada hitungan dibawah ini :

$$\mu_{\Pr BrgBERKURANG}[z] = \begin{cases} 1, & z \le 2000 \\ \dfrac{7000 - z}{7000 - 2000}, & 2000 < z < 7000 \\ 0, & z \ge 7000 \end{cases}$$

$$\mu_{\Pr BrgBERTAMBAH}[z] = \begin{cases} 0 & z \le 2000 \\ \dfrac{z - 2000}{7000 - 2000} & 2000 < z < 7000 \\ 1 & z \ge 7000 \end{cases}$$

Langkah keempat, yaitu melakukan proses pembuatan Rule Base. Pembuatan rule base ini berasarkan data masa lalu atau penelitian masa lalu. Sehingga akan didapatkan hubungan antara Masing – masing variabel.

Dari proses Fuzzyfikasi maka diperoleh pembuatan Rule Base sebagaimana pada tabel 8.1. sd tabel 8.3. Rule Based ini mengacu pada Rule yang telah dibuat, Yaitu:

[A1] IF Permintaan BANYAK And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERTAMBAH ;
[A2] IF permintaan SEDIKIT And persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERKURANG ;
[A3] IF Permintaan SEDIKIT And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERKURANG ;
[A4] IF permintaan BANYAK And persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERTAMBAH ;

Maka pada tabel 8.1. untuk sumbu horizontal terdapat variabel permintaan, dengan 2 kolom anggota fungsi himpunan fuzzy, Banyak (0,75) dan sedikit (0,25). Sedangkan pada kolom vertikal terdapat pesediaan mempunyai 2 baris anggota himpunan Fuzzy, yaitu Banyak (0,4) dan sedikit (0,6). Kalimat tersebtu secara lebih jelas dpaat dilihat pada tabel 8.1.

Tabel 8.4. Rule Based Variabel Persediaan

		PERMINTAAN	
PER SE DIAAN		B: 0.75	S: 0.25
	B: 0.4	Bertambah	Berkurang
	S: 0.6	Bertambah	Berkurang

Dari data pada tabel 8.4., maka nilai pertemuan yang berada pada area putih, terdapat 2 anggota himpunan Fuzzy, yaitu bertambah dan berkurang, nilai yang berada pada area putih itu, dilakuakn penganalisaan fungsi minimum nya, sehingga nilai pada sisi vertikal dan horisontal diambil nilai yang terkecil. Nilai ini dapat dilihat pada tabel 8.5.

Tabel 8.5. Nilai Minimum Variabel Persediaan

PERMINTAAN (minimum)			
PER SE DIAAN		B: 0.75	S: 0.25
	B: 0.4	0.4	0.25
	S: 0.6	0.6	0.25

Tabel 8.5. menunjukkan bahwa :

1. Permintaan B:0.75 dan Persediaan B:0.4 didapatkan nilai minimum 0.4.
2. Permintaan S:0.25 dan Persediaan B:0.4 didapatkan nilai minimum 0.25.
3. Permintaan B:0.75 dan Persediaan S:0.6 didapatkan nilai minimum 0.6
4. Permintaan S:0.25 dan Persediaan S:0.4 didapatkan nilai minimum 0.25.

Hasil yang di dapatkan dari tabel 8.5. maka nilai 0,25 dimasukkan pada anggota fungsi produksi barang, maka didapatkan :

1. 0.25 mempunyai nilai produksi barang sebanyak = 5750.
2. 0.4 mempunyai nilai produksi barang sebanyak = 4000.
3. 0.6 mempunyai nilai produksi barang sebanyak = 5000.

Sehingga di dapatkan tabel 8.5. nilai produksi barang.

Tabel 8.6. Rule Based Variabel Persediaan

PERMINTAAN			
PER SE DIAAN		B: 0.75	S: 0.25
	B: 0.4	4000	5750
	S: 0.6	5000	5750

Dengan data sebagaimana tabel 8.6., maka dilakukan proses defuzzyfikasi dengan metode tsukamoto, sehingga di dapatkan nilainya dengan proses sebagai berikut:

$$Z = \frac{\alpha_pred_1 * Z_1 + \alpha_pred_2 * Z_2 + \alpha_pred_3 * Z_3 + \alpha_pred_4 * Z_4}{\alpha_pred_1 + \alpha_pred_2 + \alpha_pred_3 + \alpha_pred_4}$$

$$Z = \frac{0.4 * 4000 + 0.25 * 5750 + 0.25 * 5750 + 0.6 * 5000}{0.4 + 0.25 + 0.25 + 0.6}$$

$$Z = 4983$$

Maka didapat kesimpulan bahwa barang elektronik yang harus diproduksi sebanyak 4983.

8.7. Perbandingan Jenis Metode Fuzzy

Yang dimaksud disini adalah perbandingan metode fuzzy : Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno. Metode Sugeno dan Metode Mamdani adalah metode yang paling banyak dipergunakan. Metode Mamdani mudah pengpoerasiannya dikarenakan tanpa terlalu banyak informasi awal yang dibutuhkan, Metodenya sederhana, dan sangat mudah untuk sistem yang bersifat non linear.

Sedangkan kelemahan dari Metode Mamdani ini yaitu tidak dapat membedakan informasi spesifik dari ruang input dan memerlukan pengaturan antesenden yang menjangkau seluruh ruang input. Metode Sugeno memerlukan estimasi dari parameter yanag ada pada data. Keunggulan metode ini sangat mudah dipergunakan dalam berbagai teknik analisis stabilitas. Untuk metode Tsukamoto tidak begitu menarik dikarenakan adanya proses defuzzyfikasi yang mudah dengan fungsi monoton.

Peneliti melakukan penelitian dalam membandingkan metode metode tersebut. Sehingga dapat diketemukan antara lain dalam percobaan diagnosa penyakit paru. Ternya dengan menggunakan 3 metode tersebut yang paling baik hasilnya adalah metode Tsukamoto, Sugeno dan Mamdani. Sedangkan dari sisi efisiensi yang mempunyai nilai paling ketinggian adalah metode Tsukamoto, selanjutnya adalah Mamdani dan Sugeno[2].

8.8. Tugas

1. Sebutkan perbandingan ketiga metode yaitu Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam persoalan perbandingan efisiensi suatu proses analisa.
2. Bagaimaana perbedaan ketiga Metode dari hasil analisis matematikannya

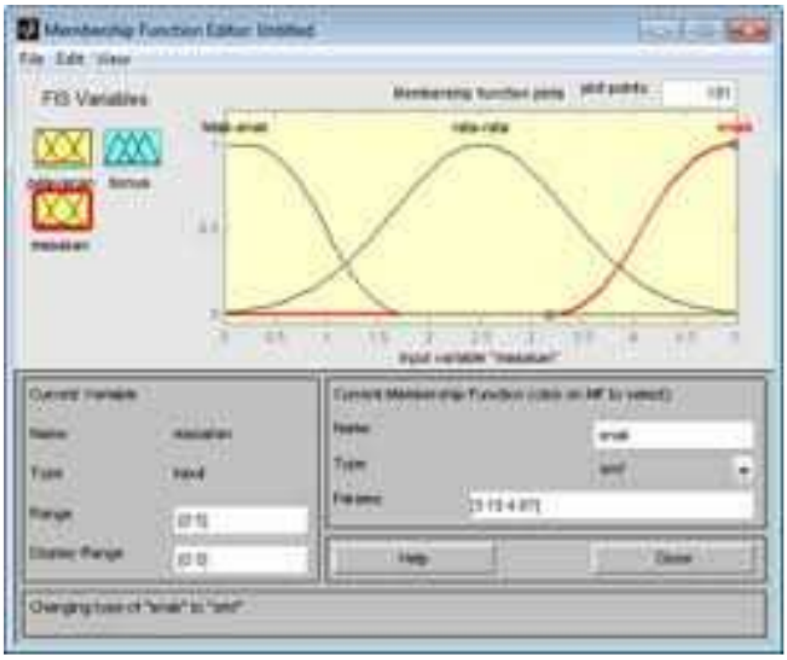
Bab 9

Mencoba Kriteria Sederhana Fuzzy

Tujuan Instruksional :

Setelah mempelajari Bab ini, di harapkan pembaca dapat:

1. Memahami, Mengetahui dan menjelaskan Kriteria Sederhana Fuzzy.
2. Memahami, menjelaskan dan mengaplikasikan Jenis Jenis Fuzzy.



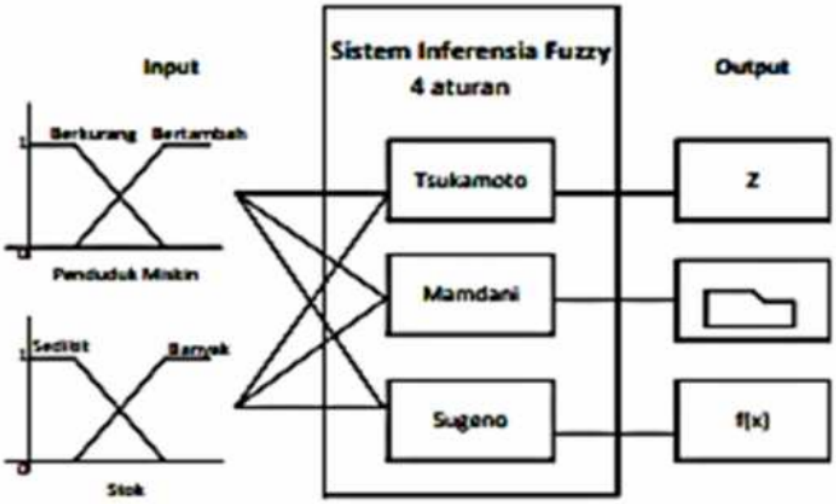
Gambar 9.1. Kriteria Sederhana Fuzzy

Berikut dilakukan perbandingan ketiga metode fuzzy ini dengan menggunakan data pada penelitian mengenai pendistribusian raskin di Bulog Cianjur. Berikut ini merupakan data mengenai jumlah penduduk miskin, stok bulog berikut beras untuk warga miskin (Raskin). Data akan ditunjukkan pada tabel 9.1.

Tabel 9.1. Data Distribusi Raskin, Rata-Rata Stok dan Jumlah Penduduk Miskin, di Daerah Cianjur

Tahun	Penduduk Miskin (Orang)	Rata-Rata Stok (Ton)	Distribusi (Ton)
2002	368.600	2,083	56.545
2003	388.800	2,722	54.660
2004	357.900	3,361	52.775
2005	369.400	4,000	50.890
2006	415.700	4,639	49.005
2007	394.600	5,278	47.120
2008	334.300	5,917	45.235
2009	311.100	6,556	43.350
2010	310.970	7,195	41.465
2011	306.649	7,890	38.026
2012	291.488	7,718	40.762
2013	378.671	10,458	34.344
2014	369.099	9,107	33.881

Dari data tersebut diatas, di dapatkan pemetaan anggota himpunannya sebagaimana gambar 9.1.



Gambar 9.2. Inference Fuzzy Dalam Suatu Penelitian

9.1. Percobaan 1 (Distribusi Raskin)

Pada bagian ini dipergunakan metode Tsukamoto untuk melakukan pendistribusian Raskin. Berikut adalah langkah – langkah yang harus dilakukan[41]:

9.1.1. Himpunan Fuzzy

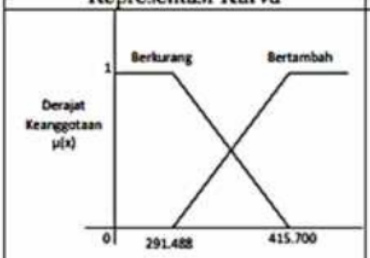
Himpunan fuzzy yang digunakan ditentukan sebagai berikut :

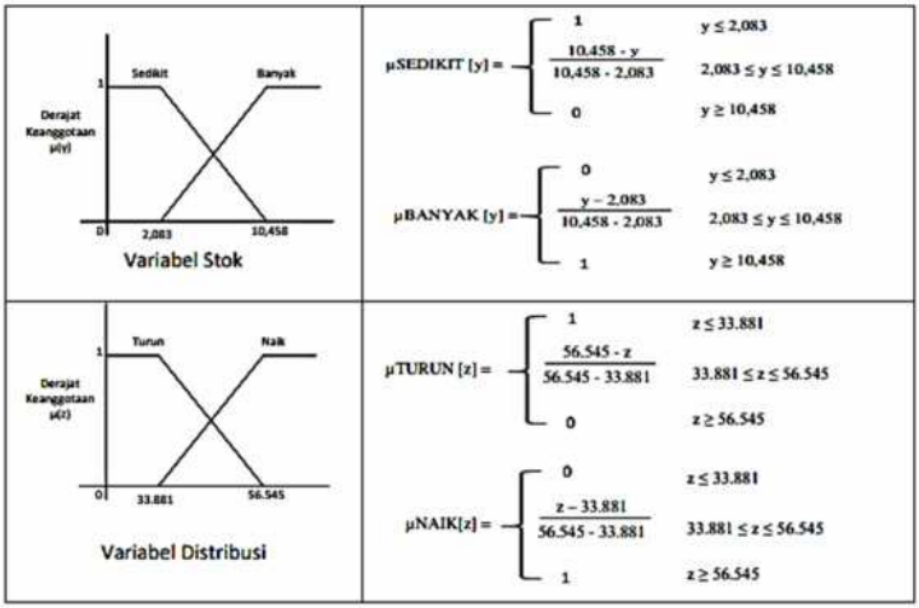
Tabel 9.2. Pemetaan Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain
Input	Penduduk	Berkurang	[291.488 - 415.700]	[291.488 - 415.700]
		Bertambah	[291.488 - 415.700]	[291.488 - 415.700]
	Stok	Banyak	[2,083 - 10,458]	[2,083 - 10,458]
		Sedikit	[2,083 - 10,458]	[2,083 - 10,458]
Output	Distribusi	Turun	[33.881 - 56.545]	[33.881 - 56.545]
		Naik	[33.881 - 56.545]	[33.881 - 56.545]

Dari pemetaan pada tabel 9.2. maka didapatkan representasi kurva membership function dari setiap Variabel

Tabel 9.3. Kurva Representatis Dan Membership Function Setiap Variabel

Representasi Kurva	Fungsi Keaggotaan
 Variabel Penduduk Miskin	$\mu pmBERKURANG[x] = \begin{cases} 1 & x \le 291.488 \\ \frac{415.700 - x}{415.700 - 291.488} & 291.488 \le x \le 415.700 \\ 0 & x \ge 415.700 \end{cases}$ $\mu pmBERTAMBAH[x] = \begin{cases} 0 & x \le 291.488 \\ \frac{x - 291.488}{415.700 - 291.488} & 291.488 \le x \le 415.700 \\ 1 & x \ge 415.700 \end{cases}$



9.1.2. Fuzzifikasi

Fuzzyfikasi adalah cara menentukan membership function penduduk miskiin dan berapa jumlah stok. Sedangkan data yang digunakan sebagaimana terdapat pada tabel 9.2. Misalkan data yang digunakan adalah data pada tahun 2003 dengan jumlah penduduk misskin = 388.800 dengan jumlah stok = 2,722, maka derajat keanggotaan penduduk miskin dalam jimpunan berkurang dan bertambah:

$$\mu\text{pmBERKURANG } [388.800] = \frac{415.700 - 388.800}{415.700 - 291.488} = 0{,}217$$

$$\mu\text{pmBERTAMBAH } [388.800] = \frac{388.800 - 291.488}{415.700 - 291.488} = 0{,}783$$

Derajat keanggotaan stok pada himpunan sedikit dan banyak

$$\mu\text{rsSEDIKIT } [2{,}722] = \frac{10{,}458 - 2{,}722}{10{,}458 - 2{,}083} = 0{,}924$$

$$\mu\text{rsBANYAK } [2{,}722] = \frac{2{,}722 - 2{,}083}{10{,}458 - 2{,}083} = 0{,}07$$

9.1.3. Pembentukan Aturan

Langkah selanjutnya adalah melakukan pembuatan rule based mempergunakan logika IF-THEN., yaitu:

[R1] jika penduduk miskin BERKURANG dan rata-rata stok BANYAK maka distribusi TURUN.
[R2] jika penduduk miskin BERKURANG dan rata-rata stok SEDIKIT maka distribusi TURUN.
[R3] jika penduduk miskin BERTAMBAH dan rata-rata stok BANYAK maka distribusi NAIK.
[R4] jika penduduk miskin BERTAMBAH dan rata-rata stok SEDIKIT maka distribusi TURUN.

9.1.4. Implikasi Aturan

Melakukan implikasi aturan. Implikasi aturan ini dilakukan dengan fungsi MIN dan menentukan nilai keluaran aturan α-predikat1 untuk [R1] sedangkan nilai z1 yaitu :

α-predikat1 untuk [R1] dan nilai z1 yaitu :

α-predikat1 = μpmBERKURANG∩μrsBANYAK
= min (μpmBERKURANG(388.800),μrsBANYAK(2,772))
= min (0,217 ; 0,076) = 0,076

Nilai z1 = 56.545 – (0,076)(56.545-33.881) = 54.815,8

α-predikat2 untuk [R2] dan nilai z2 yaitu :

α-predikat2 = μpmBERKURANG∩μrsBANYAK
= min (μpmBERKURANG(388.800),μrsSEDIKIT(2,772))
= min (0,217 ; 0,924) = 0,217

Nilai z2 = 56.545 – (0,217)(56.545-33.881) = 51.636,6

α-predikat3 untuk [R3] dan nilai z3 yaitu :

α-predikat3 = μpmBERKURANG∩μrsBANYAK
= min (μpmBERTAMBAH(388.800),μrsBANYAK(2,772))
= min (0,783 ; 0,076) = 0,076

Nilai z3 = (56.545-33.881)(0,076) – 33.881 = 35.610,2

α-predikat4 untuk [R4] dan nilai z4 yaitu :

α-predikat4 = μpmBERKURANG∩μrsBANYAK
= min (μpmBERTAMBAH(388.800,μrsSEDIKIT(2,772))
= min (0,783 ; 0,924) = 0,783

Nilai z4 = 56.545 – (0,783)(56.545-33.881) = 38.789,2

9.1.5. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi adaah proses menemukan nilai real dari nilai fuzzy yang telah ditemukan. Untuk itu dipergunakan metode rata-rata sebagai berikut:

$$z = \frac{\sum(\alpha_i \, x \, z_i)}{\sum \alpha_i}$$

$$= \frac{(0{,}076)(54.815{,}8) + (0{,}217)(51.536{,}6) + (0{,}076)(35.610{,}2) + (0{,}783)(38.789{,}2)}{0{,}076 + 0{,}217 + 0{,}076 + 0{,}783}$$

$$= 44447{,}63$$

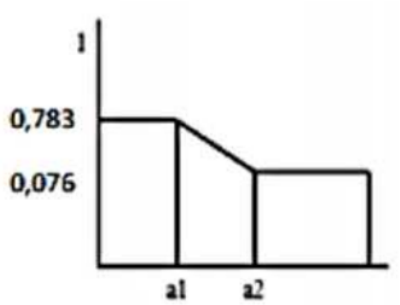
Sehingga di dapatkan hasil distribusi raskin perhitungan metode Tsukamoto untuk data pada tahun 2003 adalah senilai 44.447,63 ton

9.2. Percobaan 2

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai penggunaan metode Mamdani dalam operasi penentuan pembagian Raskin. Metode Mamdani ini mempunyai persamaan tahapan sampai implikasi aturan dengan MIN. Ada beberapa perbadaa pada tahapan selanjutnya metode Mamdani ini, yaitu pada proses agregasi dan defuzzyfikasi. Oleh karenanya akan dijelaskan proses agregasi dan dufuzzyfikasi[41].

9.2.1. Agregasi

Di dapatkan dari aplikasi fungsi implikasi dari seiap aturan, maka digunakna metode MAX. Metode MAX ini digunakan untuk melakukan komposisi antar semua aturan. Hal ini sebagaimana ditunjukkan pada gambar 9.4.



Gambar 9.3. Area Hasil Komposisi pada Fungsi Max

Area pada gambar 9.3. dibagi 3 bagian, selanjutnya adalah mencari nilai batas a1 dan a2.

(56.545 – a1)/(56.545 – 33.881) = 0,783
a1 = 38789,23
(56.545 – a2)/(56.545 – 33.881) = 0,076
a2 = 54815,77

Maka fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi ini adalah :

$$\mu[z] = \begin{cases} 0{,}783 & z \leq 38789{,}23 \\ \dfrac{56.545 - z}{56.545 - 33.881} & 38789{,}23 \leq z \leq 54815{,}77 \\ 0{,}076 & z \geq 54815{,}77 \end{cases}$$

9.2.2. Defuzzifikasi

Pada Metode Mamdani ini penegasan yang akan dilakukan adalah menggunakan metode Centroid. Hal ini dilakukan dengan menghitung momen untuk setiap daerah:

$$M1 = \int_0^{38789,23} (0{,}783)z\,dz = 589.379.820$$

$$M2 = \int_{38789,23}^{54815,77} \frac{(56.545-z)}{(56.545-33.881)} z\,dz = 307.299.577$$

$$M3 = \int_{54815,77}^{56545,23} (0{,}076)z\,dz = 7.346.338$$

Proses selanjutnya adalah menghitung semua luas daerah:

- A1 = 38.789,23 x 0,783 = 30.388,83
- A2 = (0,783 + 0,076) x (54.815,77 – 38.789,23)/2 = 6.889,27
- A3 = (56.545,23 – 54.815,77) x 0,076 = 139,57

Titik pusat dapat diperoleh dari :
z = (589.379.820 + 307.299.577 + 7.346.338)/(30.388,83 + 6.889,27 + 139,57) = 24.160,39

Dari perhitungan diatas, maka distribusi raskin dengan Metode hasil perhitungan metode Mamdani tahun 2003 adalah sebanyak 24.160,39 ton

9.3. Percobaan-3

Pada bagian ini akan digunakan metode Sugeno dalam melakukan analisis distribusi Raskin. Untuk menggunakan metode Sugeno ini dilakukan pembahasan mulai dari pembentukan aturan baru dengan menggunakan order satu dikarenakana berupa persamaan linear. Adapun persamaan linearnya adalah sebagai berikut[41]:

[R1] jika penduduk miskin BERKURANG dan rata-rata stok BANYAK,
maka distribusi = 60000-2800(stok)
[R2] jika penduduk miskin BERKURANG dan rata-rata stok SEDIKIT
maka distribusi = 60000- 2800(stok)
[R3] jika penduduk miskin BERTAMBAH dan rata-rata stok BANYAK
maka distribusi = 0,14 x penduduk miskin
[R4] jika penduduk miskin BERTAMBAH dan rata-rata stok SEDIKIT
maka distribusi = 60000- 2800(stok)

Nilai zi untuk setiap aturan yaitu :
Nilai z1 = 60000 – 2800 (2,722) = 52.378
Nilai z2 = 60000 – 2800 (2,722) = 52.378
Nilai z3 = 0,14 x 388.800 = 54.432
Nilai z4 = 60000 – 2800 (2,722) = 52.378

9.3.1. Defuzzyfikasi

Pada bagian proses defuzifikasi ini, dilakukan perhitungan nilai z yaitu :

$$z = \frac{\sum(\alpha_i \, x \, z_i)}{\sum \alpha_i}$$

$$= \frac{(0{,}076)(52.378) + (0{,}217)(52.378) + (0{,}076)(54.432) + (0{,}783)(52.378)}{0{,}076 + 0{,}217 + 0{,}076 + 0{,}783}$$

$$= 52514{,}34$$

Dari perhitungan data diatas, Maka distribusi raskin dengan peng analisaan metode Sugeno untuk tahun 2003 adalah 52.514,34 ton

Dengan demikian jika diolah dengan metode yang sama untuk tahun 2002 sampai 2014, maka akan di dapatkan keluaran berupa distribusi dari ketiga metode tersebut, sebagaimana pada tabel 9.4.

Tabel 9.4. Perbandingan 3 Metode Output Distribusi Raskin

Tahun	Penduduk Miskin	Rata-Rata Stok	Distribusi	Tsukamoto	Mamdani	Sugeno
2002	368.600	2,08	56545	44551,44	24921,60	54167,60
2003	388.800	2,72	54660	44447,63	24160,39	52514,34
2004	357.900	3,36	52775	53402,90	25640,61	50532,71
2005	369.400	4,00	50890	56839,34	25432,64	49257,86
2006	415.700	4,64	49005	40797,92	25424,44	50425,07
2007	394.600	5,28	47120	53759,65	26369,64	48075,49
2008	334.300	5,92	45235	68055,14	26636,65	44119,89
2009	311.100	6,56	43350	57430,73	25663,24	41872,49
2010	310.970	7,20	41465	56858,90	25238,84	40293,58
2011	306.649	7,89	38026	53267,23	24700,89	38400,78
2012	291.488	7,72	40762	43858,95	24658,27	38389,60
2013	378.671	10,46	34344	49788,61	36409,70	46367,15
2014	369.099	9,11	33881	57020,02	33526,38	42613,38

9.4. Uji Standar Error

Pada bagian akhir bab ini, maka dilakukan evaluasi dalam menentukan metode yang mana yang terbaik. Untuk mencari metode mana yang terbaik digunakan 2 kriteria. 2 kriteria itu adalah sebagai berikut:

1. Mean Square Error (MSE) dan
2. Mean Absolute Percantage Error (MAPE).

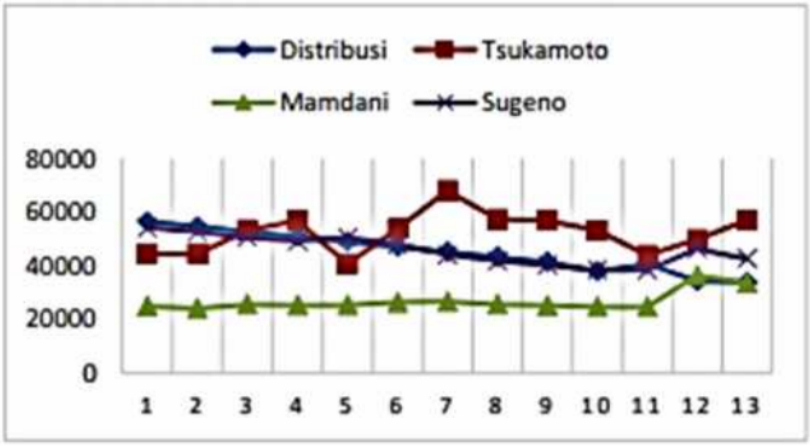
Disamping menggunakaan uji diatas, maka dapat dilakukan uji validasi dan uji hipotesis t-test. Hal ini dipergunakan untuk mengetahui apakah model yang digunakan sama dengan data secara aktual. Pada tabel 9.5. dapat dilihat nilai rangkuman MSE dan MAPE untuk tiga metode

Tabel 9.5. Perbandingan Nilai Error Pada Ketiga Metode

	Tsukamoto	Mamdani	Sugeno
MSE	182092488	435732912,8	21021264,83
MAPE	28,05%	39,08%	7,45%

Pada tabel 9.5. tampak bahwa nilai error pada metode Tsukamoto mempunyai nilai terkecil dengan menggunakan kriteria MSE. Sedangkan dengan mengunakan metode Sugeno di dapatkan nilai MAPE yang terkecil. Untuk melengkapinya, maka dilakukan pengujian

hipotesis secara statistik. Adapun hasil statistik yang diperoleh adalah sebagamana pada Gambar 9.4.



Gambar 9.4. Perbandingan Trend Data

9.5. Tugas

1. Bagaimana metode Mamdani dalam melakukan analisa permasalahan?
2. Bagaimana perbandingan antara ke 3 metode fuzzy dalam menyelesaikan analisa masalah.

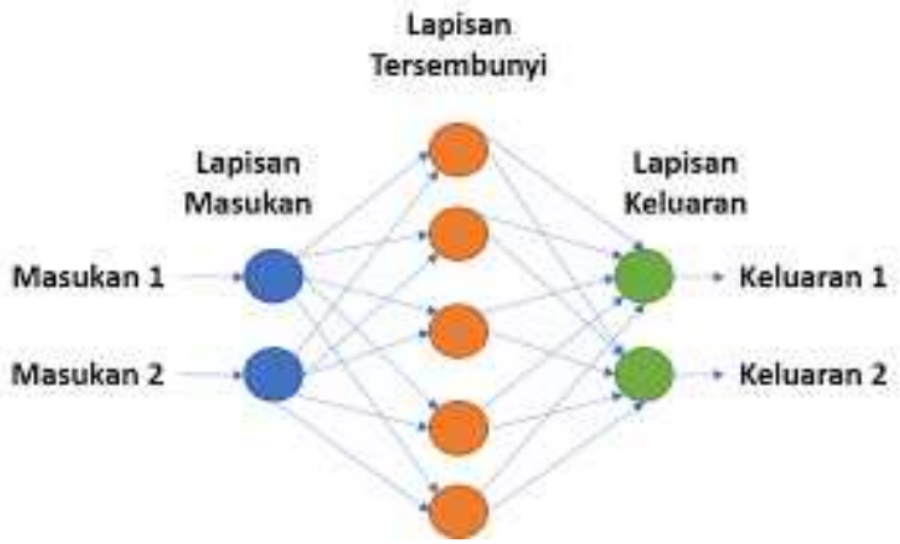
Bab 10

Jaringan Syaraf Tiruan

Tujuan Instruksional :

Setelah mempelajari Bab ini, di harapkan pembaca dapat:

1. Memahami, Mengetahui dan menjelaskan Jaringan Syaraf Tiruan.
2. Memahami, menjelaskan dan mengaplikasikan Jaringan Syaraf Tiruan.



Gambar 10.1. Jaringan Syaraf Tiruan

10.1. Pengenalan Jaringan Syaraf Tiruan

Salah satu aplikasi kecerdasan buatan (AI) adalah mempunyai kemmpuan dalam mengenali suatu pola. Pengenalan suatu pola (Patten Recognition) adalah suatu permasalahan yang sangat sering dibahas. Bagaimana sistem dapat mengenali pola wajah, pola sidik jari, pola tulisan, pola kornea mata dan karakter cetakan. Teknik mengenali suatu pola ini digunakan untuk mengelompokkan dan mendiskripsikan suatu pola atau obyek melalui pengukuran suatu sifat dari suatu pola.

Urutan dalam mengenalai suatau pola dimulai dari prapengolahan, melakukan extraksi ciri, dan pengelompokan. Urutan ini dapat dilakukan dengan cara memnerapkan suatu metode pendekatan. Dimana metode pendekatan ini juga dipergunakna untuk sistem dalam mengenali suatu pola dengan mempergunakan (JST) atau NN.

Penggunaan JST ini adalah suatu pewujudan otak manusia buatan yang berusaha untuk melakukan simulasi proses pembelajaran. Istilah ini dipergunakan dikarenakan JST ini penerapannya menggunakan komputer yang dapat menyelesaikan beberapa proses penghitungan pada pembelajaran[5].

Yang dilakukan oleh JST ini adalah melakukan pembuatan model pembelajaran dalam menyusun suatu bentuk referensi. JST yang sudah melaksanakan pemahaman tersebut menggunakna cara mencocokkan model JST. Pola model JST dikelompokkan menjadi beberapa kriteria. Beberapa kriteria dimaksud sebagaimana pola pembelajaran. Perancangnya menyetting input adalah bianagan biner atau bipolar, demikian juga outputnya. Dalam proses ini pemodelan dilihat dari suatu ssudut pandang merupakan suatu kumpulan data berupa input dan outputnya.

Pemodelan perseptone ini menggambarkan bentuk usaha yang digunakan untuk membuat suatu kecerdasan dan sistem pembelajaran yang dilakukan mandiri dengan mempergunakan suatu material simple yang terbentuk dari model struktur biologi yang ditemukan oleh Mc Cuulloch dan Pits[43].

Suatu permasalahan mendasar pada sistem ini adalah kemampuana suatu komputer dalam mengenali dengan efektif pola huruf menggunakna referensi bentuk yang besar. Dengan dasar bentuk akan menyebabkan peneliti melakukana pencaarian metode digunakna utnuk meningkatkan kemampuan komputer dalam mengetahui pola. Salah satu penggunaan pendekatan yang menghasilkan suatu yang lebih presisi yaitu menggunakan JST. JST memiliki kemampuan dalam mengetahui citra pola, sehingga komputer akan memiliki kemampuan dalam menghasilkan pola pada komputer. Hal ini disebabkan oleh JST belajar persepton yang merupakan suatu algoritma pembelajaran yang terpadu.

Suatu metode yang sederhana dari metode perceptone ini adalah melakukan perbaikan pada bobot pengulangan yang terjadi pada setiap set output inputnya (epoch). Pada masing-

masing epoch jaringan akan melakukan perhitungan kesalahan yang terjadi, sehingga di dapatkan parameter nilai kesalahan. Proses ini akan menghasilkan bobot yang baru. Proses ini akan terhenti otomatis jika tercapai nilai maksimal epoch yang telah ditentukan sebelumnya.

10.2. Jaringan Syaraf Tiruan

JST ini adalah sistem yang mencontoh sistematika kerja dari syaraf . Sama demikian juga otak melakukan proses suatu informasi. JST itu otak buatan. Otak buatan ini sebagai otak manusia dapat berfikir seperti manusia. Menyimpulkan sesuatu dari potongan potongan yang diterima.

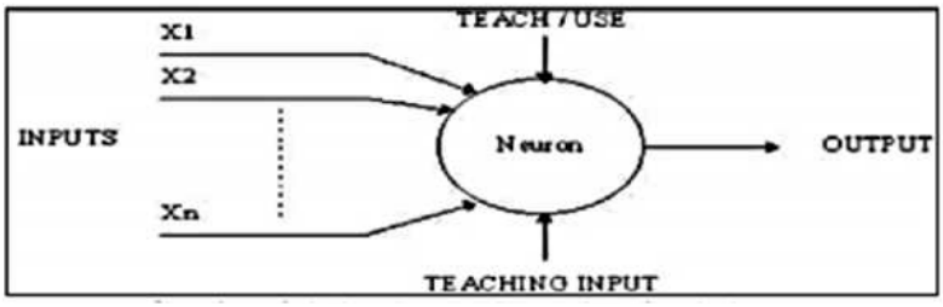
Sri Kusumadewi dan Sri Hartati menyampaikan bahwa JST suatu pengejawantahan otak manusia buatan. Otak buatan ini mencoba mensimulasikaan proses pembelajaran yang terdapat pada otak manusia. Lalu kenapa menggunakna istilah buatan. Istilah buatan ini dipergunakan karena jaringan syaraf ini di terapkan dengan mempergunakan coding komputer yang dapat mengatasi permasalahan proses selama pembelajaran dilakukan[41].

Sedangkan arief Hermawan, menyampaikan babhwa JST tersebut merupakan sistem komputasi yang mana design dan operasinya dimunculkan dari ilmu sel syaraf biologis dalam otak manusia. JST terwujud sebagai hasil generalisasi model komputasi matematika untuk beberapa fungsi aproximasi non linear. Hal ini didasarkan pada ajumlahsi sebagai berikut:

1. Neuron merupakan suatu elemen sederhana pada sistem JST berfungsi untuk melakukan pemrosesan informasi.
2. Proses komputasi ini dilakukan dikarenakan munculnya insyarat yang berjalan diantara sel syaraf pada suatu penghubung. Isyarat yang berjalan melalui penghubung ini mempunyai bobot yang sama.

Bobot dimaksud dipergunakan untuk mengkali liipatkan isyarat yang di transmisikan melalui penghubung. Bagian sel syaraf melakukan aktivasi fungsi kepada sinyal output penjumlahan bobot yang masuk untuk memutuskan tanda outputnya.

Sementara itu Diyah Puspitaningrum (2006), melakukan penjabaran suatu contoh proses pembelajaran dari suatu jaringan syaraf biologis adalah suatu bagian proses JST yang satu sama lain terkoneksi dan beroperasi secara pararel. JST ini telah mengalami perkembangan pesat walaupun masih belum ada komputer konvesional yang canggih, setelah mengalami kefakuman beberapa saat.



Gambar 10.2. Struktur Jaringan Saraf Sederhana[41]

10.3. Arsitektur JST

Suatu penjabaran Interkoneksi antara neuron pada suatu jaringan syaraf dengan menggunakan bentuk tertentu dilakukan suatu rancangan jaringan sarafnya dibagi menjadi 3 bagian , yaitu[5] :

10.3.1. Jaring syaraf dengan lapis tunggal (singel layer)

Jaring jenis ini yaitu lapis tunggal memiliki satu lapis layer dengan bobot yang saling berinteraksi. Jaring ini mendapatkan masukan dan memproses menjadikan keluaran tidak melalui lapisan tersembunyi (hidden layer). Dengan memiliki ciri arsitekstur syaraf dengan laapisan tunggal (1 lapisan masukan dan 1 lapisan keluaran).

10.3.2. Jaring syaraf dengan banyak lapisan (multilayer net)

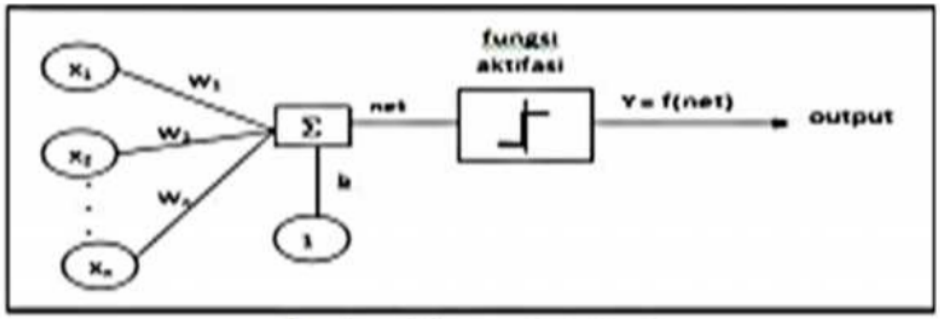
Pada jenis ini, Jaringan syaraf banyak lapisan ini adalah memiliki lapisan lebih dari satu antara masukan dan lapisan luaran (Memiliki satu atau lebih alpisan tersembunyi). Pada umumnya ada lapisan bobot yang terletak pada dua lapisan yang berdampigaan. Pada jenis jaringan syaraf ini agak sulit untuk menyelesikan permasalahan dari pada jaringan syaraf dengan lapisan tunggal. Hal ini tentunya dapat dilakukan dengan pembelajaran yang agak lebih rumit.

10.3.3. Jaring syaraf dengan lapis kompetitif (competitive layer)

Jaringan syaraf dengan lapisan kompetetif ini mempunyai suatu bentuk yang berbeda. Bentuk yang berbeda ini dimaksud bahwa antar neuron ini dapat saling dilakukan hubungan. JST ini dibayangkan mengadopsi nilai pokok suatu jaringan syaraf biologi:
Mendapatkan input apakah itu merupakan data input atau merupakan output sel syaraf pada suatu Jaring. Maasing-masing input yang datang adalah melewati hubungan yang mempunyai suatu bobot.

Masing – masing sel syaraf memiliki batas ambang (Treshold). Treshold ini akan mendapat penyalaan dari sel syaraf (Pos Synaptic Potential, PSP dari sel syaraf). Sinyal penyalaan ini kan membuat fungsi penyalaan / fungsi transfer agar memunculkan output dari sel syaraf.

Bila proses transfer function dipergunakna (output sel syaraf = 0; bila nilai input<0 dan bila input >=0), maka yang dilakukan sel syaraf buatan ini sama seperti syaraf biologi sebagaimana dijelaskan diatas (Pengurangan dari treshold dari jumlah bobot dibandingkan dengan 0 = melakukan perbandngan jumlah bobot dengan treshold). Fungsi aktivasi (f(n)) sebagaimana pada gambar 10.3.



Gambar 10.3. Fungsi Transfer/ Fungsi Aktivasi

Beberapa ilmuwan yang lain, memberikan pendapat bahwa pembagian JST tersebut berdasarkan pada pola struktur nya yaitu:

- Feedforward Networks atau JST umpan maju.
- Recurrent / Feedbacl Networks atau JST Umpan Balik.

10.4. Pengenalan Pola

Pengenalan pola adalah salah satu bagian ilmu yang mendalami tentang pembelajarn mesin atau sebagai tindakan pengambilan data mentah yang melakukan tindakan berpedoman pada pengelompokan data. Sebagai contoh penerapannya adalah pengenalan suara, pengelompokan tulisan dokumen, pemahaman tulisan wajah dan lain sebagainya[7].

Aplikasi tersebut diatas, adalah suatu analisa yang mempergunakan analisis citra dan citra digital yang berfungsi menjadi masukan dalam suatu sistem pengenalan pola. Percepton ini juga dapat digunakan sebagai sistem untuk mengenali pola karakter. Jika percepton ini mempelajari pola pola alfabet, maka dia dapat menjalankna tugasnya dalam proses pengolahan citra ini.

Pengenalan pola ini terdiri dari elemen-elemen[5]:

1. Masukan Transduser

Masukan transduser ini membuat suatu konversi bentuk yang dilakukan penganalisaan proses sinyal listrik. Alat yang biasanya dipergunakan untuk melakukan konversi bentuk jenis ini seperti : Kamera video; Image digital; pemindai, mikropon dll.

2. Preprosesor

Preprosesor ini melaksanakan tambahan proses pada sinyal dan mengkutkan fungsi pengatan, penyaringan analisa spektrum dan melakukaan konversi analog ke digital..

3. Fitur Esktraktor

Fitur ini disebut juga diskriminator. Diskriminator ini melaksanakan fungsi untuk mengekstraksi fitur yang digunakan untuk pencocokan.

4. Respon Selektor

Respon selektor ini merupakan suatu algoritma yang dipergunakan untuk menentukan pilihan bentuk yang telah tersimpan yang Tersesuai dengan pola inputnya.

5. Sistem Keluaran

Sistem keluaran ini adalah sistem untuk mengenali pola yang berupa speaker, video, IO komputer dll.

10.5. Percepton

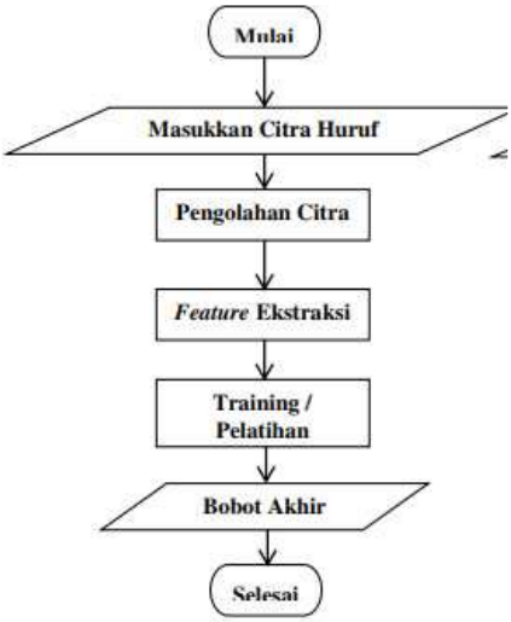
Salah satu bentuk jaringan syaraf sederhana adalah sistem Percepton. Percepton ini dipergunakna untuk melakukan pengelompokan atas suatu bentuk tertentu yang disebut dengan pemisahan secara linear. JST memilik karakteristik yang sama sebagaimana JST lainnya. Masing-masing JST memiliki karakteristik masing-masing seperti single atau multi layer percepton pada JST satu layer memiliki pembobotan yang diatur dan threshold. JST ini memiliki algoritma yang mengaturnya. Aturan ini memiliki beberapa parameter yang diperoleh dari proses pembelajaran[44][45].

Treshold memiliki fungsi aktivasi non negatif. Fungsi aktivasi ini memiliki fungsi sebagai pembatas daerah positif dan negatif. Supaya aplikasi ini bisa mengenal suatu citra hurufdengan jenis font yang tertentu, maka sebelumnya harus dilakukan pemahaman history. Aplikasi ini juga membentuk file untuk melakukan penyimpanan Matrik bobot. Matrik bobot ini dipergunakan untuk melakukan pengenalan kembali terhadap citra huruf.

Adapun tahapan untuk melakukan pengenalan pola huruf, adalah:

1. Akuisisi citra
2. Digitalisasi
3. Line and boundary detection
4. Ekstraksi ciri
5. Feed forward artificial neural network based matching
6. Recognition of character based on matching score.

Untuk proses pelatihan , maka urutan prosesnya dapat dilihat pada gambar 10.4.

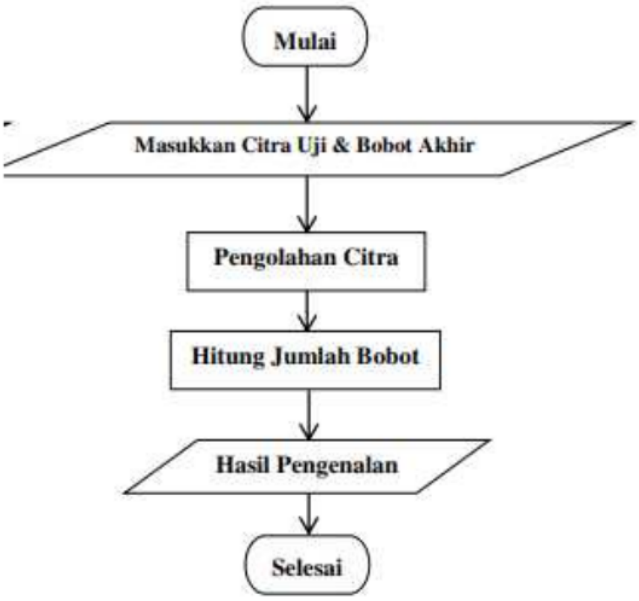


Gambar 10.4. Flowchart Pelatihan[46]

Pada gambar 10.4. tampak proses pembuatan pelatihan. Dalam proses pembelajaran sistem diberi suatu inputan citra huruf yang diinginkan. Dapat satu jenis huruf atau lebih. Setelah menerima masukan citra huruf, maka dilakukan proses pengolahan citra. Dalam proses pengolahan citra ini dimulai memproses masukan pembelajaran dari inputan sistem.

Setelah melakukan proses pengolahan citra, maka dilakukan feature ekstraksi. Pada saat mengalami proses ini maka dibuat pokok hubungan antara semua sistem jaringan syaraf tiruan untuk membuat kelompok kelompok citra huruf yag sudah dikenali. Sesudahnya maka dilakukan proses trainig atau pelatihan. Pada proses training atau pelatihan ini coba

dimasukkan beberapa masukan untuk dikenali dan disimpulkan sehingga komputer dapat menentukan citra huruf yang bagaimana yang merupakan keluaran proses pelatihan ini.



Gambar 10.5. Flowchart Pengenalan Huruf[46]

Pada gambar 10.5 menunjukkan urutan proses pengenalan huruf, dimulai dari input berupa memasukkan citra atas obyek yang akan diuji, lalu diberikan suatu pembobotan akhir. Dengan melakukan pembobotan akhir maka akan didapatkan suatu gambaran mengenai obyek. Sesudahnya maka dilakukan pengolahan citra. Dengan proses pegolahan citra ini kan diperoleh suatu pembobotan

Gambar 10.6. Pengenalan Racangan Pola Huruf

Pada Gambar 10.6 terdapat suaatu tampilan program untuk mereka bentuk angka atau huruf. Tampilan ini memberikan ruang utnuk mempelajari masukan pengenalan angka dan huruf untuk disimpan ke dalam bank data. Dari bank data ini akan memberikan data referensi jika ada angka atau huruf berikutnya yang dimasukkan ke dalam sistem dan dilakukan pengenalan.

10.6. Tugas

1. Jelaskana bagaimana JST melakukan face recognition ?
2. Buatlah diagram alur proses belajar JST?

BIODATA PENULIS

Jamaaluddin, lahir di Surabaya, 17 Oktober 1970, anak pertama dari lima bersaudara dari pasangan Drs. H. Isra' Kusnoto, Msi dan Hj. Indah Rahayu. Penulis tercatat sebagai dosen tetap di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo pada tahun 2013, pada Program Studi Teknik Elektro. Latar belakang Pendidikan pendidikan penulis dimulai pada jenjang Sekolah Dasar Pada SDN. Gading 1, Surabaya; Sekolah Menengah Pertama Negeri 9, Surabaya; Sekolah Menengah Pertama Negeri-1, Surabaya; dilanjutkan dengan pendidikan pada jenjang Strata-1 pada Universitas Brawijaya malang Jurusan Teknik Elektro dengan konsentrasi pada Sistem Tenaga Listrik lulus tahun 1992; Jenjang pendidikan Master dilakukannya pada Universitas Muhammadiyah Yogjakarta Jurusan Magister Manajemen dengan konsentrasi Manajemen Sumber Daya Manusia lulus pada tahun 2013; Alhamdulillah pada tahun 2020 telah menyelesaikan studi Doktoral (S-3) pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan konsentrasi pada Sistem Tenaga Listrik dengan disertasi Tentang "Peramalan Beban Jangka Sangat Pendek Dengan Menggunakan Interval Fuzzy type 2, dan algoritma Big Bang Big Crunch (Beban Sistem Kelistrikan Jawa Bali)". Dalam karirnya sebagai Dosen di UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO (UMSIDA) yang dilakukannya semenjak tahun 2013, penulis juga aktif dalam melakukan penelitian, utamanya berkaitan dengan kegiatan yang berkaitan dengan Sumber Daya Manusia, Bidang Konversi Energi Listrik pada bidang Energi Baru Terbarukan, dan pada Sistem Tenaga Listrik. Beberapa hasil penelitiannya sudah dipublikasikan baik secara Nasional maupun Internasional, seperti pada event IEEE Regional Asean, dan GCEAS di Hokkaido-Jappan. Semua penelitian yang dilakukan mendapatkan hibah baik dari KEMENRISTEK DIKTI maupun dari internal UMSIDA. Disamping aktif sebagai dosen tetap, penulis juga mempunyai beberapa usaha di bidang Kontraktor Elektrikal Mekanikal yang telah ditekuninya sejak tahun 2000, dan di bidang Umrah dan Haji Plus sejak tahun 2010. Beberapa buku sudah dibuat oleh penulis sejak usia muda antara lain : Pembuatan naskah skenario Drama Televisi pada tahun 1986 yang berjudul **"Sang Darim"**; Pembuatan buku yang berjudul **"Perjalanan sebuah batu"** pada tahun 1995; Buku **"Bimbingan Manasik haji dan Umrah"** pada tahun 2003; Buku **"Tuntunan Doa Umrah dan Haji"** pada tahun 2003; Buku **"Aduhai Haji"** pada tahun 2005; Buku **"Pegangan Training Of Tour Leader Umrah dan Haji"** pada tahun 2013; Buku **"Pentanahan Sistem Tenaga Listrik"** pada tahun 2016; dan buku ini yang berjudul **"Ayo Menjadi Pewirausaha"** yang berisikan tips menjadi pengusaha tahun 2018. **"Buku Ajar Bahan – Bahan Listrik- Struktur Atom pembentuk bahan- Isolator, Konduktor dan Semi Konduktor"** pada tahun 2017-2018, Saat ini sebagai bentuk Catur Darma Perguruan Tinggi Muhammadiyah penulis juga menjadi Praktisi HYPNOTERAPHIST untuk membantu siapapun yang mengalami gangguan psikis, dan menjadi MOTIVATOR Kewirausahaan pada beberapa perusahaan, sekolah maupun perbankan.

Indah Sulistiyowati, ST, MT lahir di Malang, 04 Februari 1974. Penulis tercatat sebagai dosen tetap di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo sejak tahun 2010, pada Program Studi Teknik Elektro. Latar belakang pendidikan pada jenjang Strata 1 pada Universitas Muhammadiyah Malang Jurusan Teknik Elektro, dan jenjang Strata-2 Magister Teknik, pada Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).

BK_TOT_JAMAALUDDIN_AI

ORIGINALITY REPORT

4%	4%	0%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	press.umsida.ac.id Internet Source	4%

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 2%
Exclude bibliography	On		