

**IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* UNTUK SORTASI
BUAH TOMAT SECARA OTOMATIS**

SKRIPSI



Oleh:
Agustinus Sianipar
160210102

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPIUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2020**

**IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* UNTUK SORTASI
BUAH TOMAT SECARA OTOMATIS**

SKRIPSI

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



**Oleh:
Agustinus Sianipar
160210102**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2020**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Agustinus Sianipar

NPM : 160210102

Fakultas : Teknik dan Komputer

Program Studi : Teknik Informatika

Menyatakan bahwa "Skripsi" yang saya buat dengan judul:

Implementasi Fuzzy Logic Untuk Sortasi Buah Tomat Secara Otomatis

Adalah benar hasil karya sendiri dan bukan "duplikasi" dari karya orang lain. Sepengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip di dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia naskah skripsi ini digugurkan dan naskah skripsi yang saya peroleh dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya paksaan dari siapapun.

Batam, 30 Juli 2020



Agustinus Sianipar

160210102

IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* UNTUK SORTASI BUAH TOMAT SECARA OTOMATIS

SKRIPSI

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

Oleh

Agustinus Sianipar

160210102

**Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal seperti
yang tertera di bawah ini**

Batam, 27 Juli 2020



Koko Handoko, S.Kom., M.Kom.
Pembimbing

ABSTRAK

Tomat merupakan jenis sayuran yang menghasilkan buah. Buah tomat yang matang akan berwarna merah cerah dengan berat diatas 80 gram. Buah tomat dapat dijumpai dipusat pasar perbelanjaan tradisional maupun pasar basah. Para pedagang tomat mendapatkan tomat dari petani dalam jumlah banyak sehingga tomat cukup bervariasi. Ada yang kecil merah, ada yang besar tapi belum matang sempurna dan lain sebagainya. Hal ini cukup merepotkan pedagang dalam menjual tomat karena harus disortir terlebih dahulu. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dibutuhkan sebuah sistem pengambil keputusan untuk menentukan kualitas tomat dan mensortasinya. Dalam penelitian ini, sistem pengambil keputusan untuk menentukan kualitas tomat dengan menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani dan pemilahan tomat menggunakan konveyor berbasis arduino. Metode Mamdani merupakan metode yang lebih intuitif dan fleksibel dalam perhitungan matematis sehingga lebih baik dalam mempresentasikan hasil keluaran dalam bentuk statistik. Penelitian yang dilakukan meliputi variabel *input* yang terdiri atas warna dan ukuran sedangkan variabel *output* merupakan kualitas tomat. Hasil dari penelitian dapat ditunjukkan dengan aplikasi *MATLAB* dan hitungan manual. Hasil perhitungan *MATLAB* tidak menunjukkan perbedaan dengan hasil perhitungan secara manual. Buah tomat kualitas terbaik berada pada nilai 8 dengan warna merah dan ukuran besar. Sedangkan kualitas tomat buruk berada pada nilai 2 dengan warna hijau dan ukuran besar. Tomat berwarna hijau tentunya belum matang oleh karena itu kualitas tomat masih buruk.

Kata Kunci: Konveyor, Logika Fuzzy, Mamdani, *MATLAB*, Sortasi Tomat.

ABSTRACT

Tomatoes are a type of vegetable that produces fruit. Ripe tomatoes will be bright red with a weight above 80 grams. Tomatoes can be found in the center of traditional shopping markets and wet markets. The traders get tomatoes from farmers in large quantities so that tomatoes are quite varied. There is a small red, there is a large tomatoes but not yet perfectly ripe and so forth. This is quite troublesome for traders in selling tomatoes because they have to be sorted first. To overcome this problem, we need a decision-making system to determine the quality of tomatoes and sort them. In this research, the decision-making system to determine the quality of tomatoes using fuzzy logic Mamdani method and sorting tomatoes using Arduino-based conveyor. The Mamdani method is a more intuitive and flexible method in mathematical calculations so that it is better to present the outputs in statistical form. Research conducted includes input variables consisting of color and size while the output variable is tomato quality. The result of the research can be demonstrated with the MATLAB application and manual count. The MATLAB calculation results do not show differences with the results of calculations manually. The best quality tomatoes are at value 8 with red color and large size. While the poor quality of tomatoes is at value 2 with green color and large size. Green tomatoes are certainly not yet ripe and therefore the quality of tomatoes is still poor.

Keywords: *Conveyor, Fuzzy Logic, Mamdani, MATLAB, Sorting Tomatoes.*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Kepada Tuhan yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Universitas Putera Batam.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Putera Batam.
2. Dekan Fakultas Teknik dan Komputer.
3. Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Bapak Koko Handoko, S.Kom., M.Kom. selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.
5. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam.
6. Bapak Charles Sianipar dan Ibu Nurlita Br. Siahaan selaku kedua Orangtua saya yang tercinta yang sudah memberikan doa dan dukungan kepada Peneliti hingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.
7. Teman-teman saya yang sangat saya sayangi karna telah banyak membantu dan memberi doa serta dukungan hingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Keluarga besar saya yang selalu memberikan doa dan dukungan yang baik kepada peneliti.
9. Teman-teman seperjuangan mahasiswa/i Universitas Putera Batam Prodi Teknik Informatika angkatan 2016 yang turut memberikan doa dan dukungannya.
10. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan Rahmat dan Berkat-Nya, Amin.

Batam, 30 Juli 2020

Agustinus Sianipar

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN	
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERNYATAAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.6.1 Manfaat Teoritis	6
1.6.2 Manfaat Praktis	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Teori Dasar	8
2.1.1 Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence</i>)	8
2.1.2 <i>Fuzzy Logic</i>	13
2.1.3 Metode Logika <i>Fuzzy</i>	16
2.1.4 Fungsi Keanggotaan Logika <i>Fuzzy</i>	20
2.1.5 Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	24
2.1.6 Tomat.....	26
2.2 Variabel.....	28
2.3 <i>Software</i> dan <i>Hardware</i> Pendukung.....	30
2.4 Penelitian Terdahulu	39

2.5	Kerangka Pemikiran	43
BAB III METODE PENELITIAN		45
3.1	Desain Penelitian	45
3.2	Pengumpulan Data.....	47
3.2.1	Wawancara	47
3.2.2	Studi Pustaka	48
3.2.3	Observasi	48
3.3	Operasional Variabel	49
3.4	Perancangan Sistem	50
3.4.1	Perancangan Sistem <i>Fuzzy Logic</i>	50
3.4.2	Perancangan Alat	52
3.5	Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	54
3.5.1	Lokasi Penelitian	54
3.5.2	Jadwal Penelitian	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		56
4.1	Hasil Penelitian Pada <i>MATLAB</i>	56
4.1.1	Analisis Data	56
4.1.2	Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i>	57
4.2	Pembahasan	62
4.2.1	Pengujian 1	62
4.2.2	Pengujian 2	66
4.2.3	Pengujian 3	70
4.2.4	Pengujian Sistem	74
4.3	Hasil Penelitian Pada Alat	78
4.3.1	Hasil Perancangan Mekanik	78
4.3.2	Hasil Perancangan Elektrikal.....	79
4.3.3	Hasil Pengujian Alat	80
4.3.4	Implementasi Logika <i>Fuzzy</i> Pada Alat	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	83
DAFTAR PUSTAKA		85
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur dasar pengendali fuzzy	16
Gambar 2.2 Grafik Linear Naik.....	21
Gambar 2.3 Grafik Linear Turun.....	22
Gambar 2.4 Grafik Kurva Segitiga.....	22
Gambar 2.5 Grafik Linear Trapesium	23
Gambar 2.6 Grafik Kurva Bentuk Bahu.....	24
Gambar 2.7 Grafik Linear Sigmoid.....	24
Gambar 2.8 Tomat Plum	28
Gambar 2.9 <i>MATLAB</i> 2012b	32
Gambar 2.10 Tampilan Logika <i>Fuzzy</i>	32
Gambar 2.11 Arduino IDE	33
Gambar 2.12 Aplikasi <i>Fritzing</i>	33
Gambar 2.13 <i>Google Sketchup</i>	34
Gambar 2.14 Arduino UNO	35
Gambar 2.15 Motor Servo	36
Gambar 2.16 Sensor TCS3200	36
Gambar 2.17 <i>Flexible Coupling</i>	37
Gambar 2.18 Power <i>Supply</i>	37
Gambar 2.19 <i>Adaptor</i>	38
Gambar 2.20 Motor DC <i>GearBox</i>	38
Gambar 2.21 Sensor <i>Load Cell Weighing</i>	39
Gambar 2.22 Kerangka Pemikiran	44
Gambar 3.1 Desain Penelitian	45
Gambar 3.2 Desain Konveyor	53
Gambar 3.3 Desain Elektrikal Motor <i>Servo</i> dan Motor DC.....	54
Gambar 3.4 Desain Elektrikal Sensor Warna dan Berat	54
Gambar 3.5 Lokasi Penelitian	55
Gambar 4.1 Fungsi Variabel <i>Input</i> Warna.....	59
Gambar 4.2 Fungsi Variabel <i>Input</i> Ukuran	60
Gambar 4.3 Fungsi Variabel <i>Output</i>	61
Gambar 4.4 Daerah Hasil Komposisi	64
Gambar 4.5 Daerah Hasil Komposisi	68
Gambar 4.6 Daerah Hasil Komposisi	72
Gambar 4.7 Tampilan Awal <i>Software MATLAB</i>	74
Gambar 4.8 Tampilan <i>Fuzzy Inference</i>	75
Gambar 4.9 Tampilan <i>Rule Fuzzyfikasi</i>	75
Gambar 4.10 Tampilan Hasil Pengujian Pertama Pada <i>MATLAB</i>	76

Gambar 4.11 Tampilan Hasil Pengujian Kedua Pada <i>MATLAB</i>	76
Gambar 4.12 Tampilan Hasil Pengujian Ketiga Pada <i>MATLAB</i>	77
Gambar 4.13 Hasil Perancangan Mekanik Alat	78
Gambar 4.14 Hasil Perancangan Elektrik Alat.....	79
Gambar 4.15 Pengujian Sensor TCS3200	81
Gambar 4.16 Pengujian Sensor <i>Load Cell Weighing</i>	81

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel Input dan Output.....	49
Tabel 3.2 Semesta Pembicaraan	50
Tabel 3.3 Domain	51
Tabel 3.4 Aturan Kabur	52
Tabel 3.5 Jadwal Penelitian	55
Tabel 4.1 Kriteria Pengujian.....	57
Tabel 4.2 Semesta Pembicaraan	58
Tabel 4.3 Domain	58
Tabel 4.4 Hasil Pengujian	77

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Kurva Linear Naik	21
Rumus 2.2 Kurva Linear Turun	22
Rumus 2.3 Kurva Linear Segitiga	23
Rumus 2.4 Kurva Linear Trapesium	23

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia teknologi saat ini benar-benar sudah maju dan sudah banyak berkontribusi dalam kehidupan manusia. Beberapa pekerjaan manusia bahkan sudah diganti dengan mesin dan robot yang dirancang untuk memudahkan pekerjaan manusia. Bahkan beberapa perusahaan manufaktur telah menerapkan industri 4.0 dan mulai menerapkan industri 5.0. Inovasi-inovasi perkembangan dunia teknologi terus berlangsung dan menciptakan penemuan-penemuan baru yang lebih baik. Salah satu perkembangan teknologi yang dapat dirasakan adalah dengan berkembangnya sistem kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* merupakan suatu kecerdasan yang diperlihatkan oleh suatu entitas buatan yang diciptakan dan dimasukkan ke dalam suatu komputer agar dapat melakukan pekerjaan seperti yang dapat dilakukan manusia. Tanpa sadar kecerdasan buatan sudah banyak digunakan oleh manusia untuk membantu memudahkan pekerjaan. Kecerdasan buatan sudah banyak dipakai dalam beberapa bidang ilmu seperti sistem pakar, *fuzzy logic* atau logika *fuzzy*, robotika, *computer gaming* atau permainan komputer, dan jaringan saraf tiruan (Nasution, 2012).

Logika *fuzzy* adalah disiplin ilmu yang bisa dibilang masih baru namun menggunakan metode-metode lama yang sebelumnya telah ada dan sering digunakan manusia. Misalkan untuk menentukan tua atau mudanya manusia. Logikanya beberapa orang menganggap usia 40 merupakan usia yang masih

muda, namun ada juga beberapa orang menganggap usia 40 sudah masuk usia tua. Logika *fuzzy* sebenarnya logika yang dikembangkan dari konsep logika Boolean. Dimana logika Boolean hanya mengenal istilah *binary* yaitu 0 dan 1 sebagai ekspresi dari logikanya (misalkan benar atau salah, miskin atau kaya dan lain sebagainya), sedangkan logika *fuzzy* merupakan logika yang bisa menyatakan benar dan salah dalam waktu bersamaan. Logika *fuzzy* mampu memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output yang mempunyai nilai berkesinambungan yang dinyatakan dalam suatu derajat keanggotaan.

Logika *fuzzy* memiliki beberapa metode yang dapat digunakan dalam penelitian. Metode yang paling umum digunakan adalah metode Sugeno, metode Mamdani dan metode Tsukamoto. Metode dalam logika *fuzzy* digunakan untuk membantu penelitian dalam mengambil keputusan. Penelitian ini akan menggunakan metode Mamdani dalam menentukan hasil terbaik sebagai *output*. Metode Mamdani memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode lainnya yakni metode Mamdani lebih fleksibel, lebih intuitif, dan lebih baik dalam mempresentasikan hasil keluaran dalam bentuk statistik (Handoko & Kurniawan, 2018). Sehingga hasil penelitian logika *fuzzy* dengan metode Mamdani lebih mudah diterima oleh banyak pihak.

Tomat merupakan jenis tanaman yang termasuk dalam keluarga sayuran *Solanaceae* yang dapat ditanam di dataran tinggi, sedang maupun rendah (Ir Pracaya, 2011). Tomat menghasilkan buah yang sering dikonsumsi masyarakat Indonesia baik dimasak sebagai bumbu masakan maupun dimakan langsung. Tanaman tomat dapat tumbuh di daerah tropis dan subtropis. Tomat memiliki

beberapa jenis sesuai dengan bentuknya. Ada tomat cherry, tomat plum dan jenis tomat lainnya. Namun pada umumnya yang paling dikenal adalah jenis tomat plum. Dengan sejuta manfaat yang didapat dari tomat hampir semua orang mengenal tomat dan memakannya. Tomat biasanya sering dijumpai di pasar tradisional yang menjual bahan pangan. Para pedagang tomat di pasar tradisional mendapatkan tomat dari petani yang membudidayakan tomat. Para pedagang biasanya menerima tomat dalam jumlah yang sangat banyak dan tentunya bervariasi. Misalkan ada tomat yang sudah matang namun ukurannya kecil, ada tomat yang setengah matang dengan ukuran yang besar dan bahkan ada tomat yang belum matang sempurna dengan ukuran yang kecil.

Di pusat pasar tradisional penjual atau pedagang menyortir buah tomat terlebih dahulu secara manual untuk menentukan tomat dengan kualitas terbaik. Tomat yang berkualitas tentunya terlihat dari warna kulit buah tomat dan ukuran tomat. Tomat yang masih segar dan sudah matang biasanya berwarna merah cerah dan tentunya dengan ukuran yang besar. Namun para pedagang hanya menyortir buah tomat berdasarkan warna saja dan sering mengabaikan ukuran besar kecil daripada tomat itu sendiri. Padahal ukuran besar dan kecil buah tomat juga sangat berpengaruh dalam penjualan di pasar. Tomat *plum* yang sering digunakan untuk sambal umumnya memiliki ukuran berat diatas kisaran 80 gram. Belum lagi proses penyortiran buah tomat dalam jumlah banyak tentunya akan menyulitkan para pedagang untuk melakukan proses penyortiran. Dengan bantuan penerapan logika *fuzzy* dengan metode Mamdani penyortiran buah tomat dapat dilakukan secara otomatis. Proses penyortiran dilakukan di konveyor untuk mendefinisikan

kualitas tomat berdasarkan warna dan berat untuk menghasilkan tomat yang berkualitas.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi masalahnya sebagai berikut:

1. Proses penyortiran buah tomat di pasar tradisional masih dilakukan secara manual.
2. Penjual menyortir buah tomat hanya berdasarkan warna dari kulit tomat tanpa membedakan ukuran berat.
3. Waktu yang dibutuhkan dalam penyortiran sangat lama untuk jumlah buah tomat yang banyak.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan identifikasi masalah yang telah dijabarkan diatas, peneliti membuat batasan masalah dalam penelitian untuk memfokuskan penelitian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di pasar pagi tos 3000 Jodoh-Nagoya yang ada di kota Batam.
2. Jenis tomat yang akan dilakukan penelitian adalah tomat plum.
3. Penelitian menggunakan *Fuzzy Logic* dengan metode Mamdani dalam menentukan kualitas buah tomat.
4. Proses pemilahan buah tomat pada konveyor menggunakan arduino.

1.4 Rumusan Masalah

Dari uraian identifikasi masalah dan batasan masalah, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi *Fuzzy Logic* dengan metode Mamdani dalam sortasi buah tomat secara otomatis?
2. Bagaimana interpretasi warna pada tomat dengan menggunakan sensor TCS3200 dan menimbang ukuran berat tomat dengan sensor *load cell weighing*?
3. Bagaimana merancang sistem sortasi pada konveyor sebagai pemilah buah tomat secara otomatis?

1.5 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengimplementasikan *Fuzzy Logic* dengan metode Mamdani sebagai sistem pendukung keputusan. Nilai-nilai yang didapatkan akan dihimpun ke dalam fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk menentukan kualitas tomat.
2. Untuk menginterpretasikan warna yang terdapat pada buah tomat dengan bantuan sensor TCS3200 yang dilengkapi 4 LED sebagai analisa visual warna tomat. Sedangkan untuk mengetahui ukuran berat tomat menggunakan sensor *load cell weighing* dengan kapasitas timbangan 1kg.
3. Untuk merancang sistem sortasi pada konveyor sebagai pemilah buah tomat yang telah di analisis untuk mendapatkan hasil sesuai dengan perancangan yang telah didesain dan membagginya berdasarkan kualitas tomat.

1.6 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini ada 2 manfaat yakni:

1.6.1 Manfaat Teoritis

1. Bagi Peneliti

Dapat memberikan pemahaman dan pengetahuan bagaimana implementasi *fuzzy logic* secara teori dengan menggunakan metode Mamdani dalam proses penyortiran buah tomat yang berkualitas.

2. Bagi Pembaca

Dapat memberikan informasi sebagai pengetahuan kepada pembaca tentang disiplin ilmu *fuzzy logic*. Dalam penelitian terdapat banyak teori tentang pemahaman terhadap *fuzzy logic* sehingga pembaca dapat menggunakannya sebagai bahan untuk belajar lebih dalam mengenai ilmu *fuzzy logic*.

3. Bagi Akademisi

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan referensi atau masukan kepada peneliti yang ingin melakukan penelitian di bidang *fuzzy logic* terlebih bagi peneliti yang ingin mengembangkan penerapan *fuzzy logic* dalam bidang penyortiran buah tomat yang akan di implementasikan ke objek lain.

1.6.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat menerapkan *Fuzzy Logic* untuk mengidentifikasi kematangan buah tomat melalui pengolahan warna dan ukuran berat tomat.
2. Dapat digunakan oleh penjual atau pedagang buah tomat untuk melakukan sortir buah tomat dalam jumlah yang banyak dengan kualitas yang baik.

3. Dapat juga di terapkan bagi petani yang menanam buah tomat untuk mempermudah dalam pemilahan buah tomat sebelum di jual ke pedagang buah tomat.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Dalam suatu penelitian harus terdapat landasan teori yang digunakan sebagai pondasi dalam penelitian. Setidaknya terdapat penjelasan-penjelasan dari pengertian, konsep, referensi dan lain sebagainya mengenai variabel-variabel dalam penelitian. Sehingga dapat di tentukan kedudukan dan posisi variabel-variabel dalam penelitian dengan jelas dan terarah.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa teori dasar yang akan diuraikan yaitu kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* dengan beberapa kajian disiplin ilmu yang terdapat di dalamnya diantaranya sistem pakar, jaringan saraf tiruan dan logika *fuzzy*.

2.1.1 Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

Menurut (Budiharto & Suhartono, 2015) kecerdasan buatan merupakan disiplin ilmu dalam bidang komputer yang sampai saat ini terus mencoba untuk meneliti bagaimana cara manusia bekerja, berpikir, memprediksi dan lain sebagainya untuk diterapkan ke dalam suatu mesin atau komputer agar bisa bekerja layaknya manusia. Orang yang paling berperan terhadap perkembangan kecerdasan buatan adalah Alan Turing. Pada tahun 1950 Alan Turing melakukan sebuah penelitian atas pertanyaan, “dapatkah komputer berpikir?” dengan membuat suatu mesin yang dikenal dengan Mesin Turing.

Pada tahun 1955, Newell dan Simon menciptakan program pertama kecerdasan buatan yang dikenal dengan nama *The Logic Therist* dimana program ini mampu memecahkan suatu masalah ke dalam suatu bentuk pohon bercabang untuk dicari cabang dengan ringkasan terbenar. Program ini terus berkembang dan menjadi program paling berpengaruh dalam sejarah perkembangan kecerdasan buatan. Saat ini *The Logic Therist* lebih dikenal sebagai pohon keputusan dan menjadi batu loncatan penting dalam bidang ilmu kecerdasan buatan.

Tujuan dari kecerdasan buatan dibagi kedalam 4 kategori sebagai berikut:

1. Sistem yang mampu berpikir layaknya manusia (Bellman, 1978)
2. Sistem yang mampu berpikir dengan rasional (Winston, 1992)
3. Sistem yang mampu beraksi layaknya manusia (Rich and Knight, 1991)
4. Sistem yang mampu beraksi dengan rasional (Nilsson, 1998)

Menurut (Sutojo, Mulyanto, & Suhartono, 2011) kecerdasan buatan mempunyai keunggulan yang lebih baik dibandingkan kecerdasan alami yang dimiliki manusia. Beberapa keunggulan dari kecerdasan buatan bahkan bisa dijadikan keuntungan komersial, antara lain:

1. Kecerdasan buatan memiliki karakteristik permanen. Artinya kemampuan yang dimiliki kecerdasan buatan mutlak dan tidak akan berubah selama program yang diciptakan tidak diubah. Sementara kecerdasan alami yang dimiliki manusia bisa saja berubah tergantung waktu dan daya ingat seseorang.
2. Kecerdasan buatan bisa digandakan. Artinya setelah terciptanya suatu program yang bisa melakukan pekerjaan manusia, program tersebut dapat

diperbanyak menyerupai program aslinya sehingga dapat digunakan oleh orang banyak. Sedangkan kecerdasan alami yang dimiliki manusia tergantung berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki manusia. Setiap manusia memiliki pola pikir yang berbeda.

3. Kecerdasan buatan cenderung lebih murah harganya jika dibandingkan dengan kecerdasan alami. Artinya suatu sistem kecerdasan buatan yang telah diciptakan cenderung akan memiliki harga lebih murah untuk dibeli. Sedangkan kecerdasan alami tergantung terhadap manusia yang memiliki kecerdasan dan tentunya tidak akan terbeli.
4. Kecerdasan buatan lebih konsisten dibandingkan kecerdasan alami. Artinya kecerdasan buatan mampu melakukan suatu pekerjaan secara terus menerus dengan tingkat kecepatan yang sama selama beberapa jam. Sedangkan kecerdasan alami akan sangat sulit mempertahankan kecepatan dalam melakukan suatu pekerjaan secara terus menerus.
5. Kecerdasan buatan bisa didokumentasikan. Keputusan yang dihasilkan dalam kecerdasan buatan bisa didokumentasikan karena telah tersimpan didalam sebuah memori penyimpanan. Sedangkan kecerdasan alami belum tentu bisa melakukannya.
6. Kecerdasan buatan mampu melakukan suatu pekerjaan dengan cepat jika dibandingkan dengan kecerdasan alami
7. kecerdasan buatan mampu melakukan pekerjaan dengan baik jika dibandingkan dengan kecerdasan alami.

Kajian ilmu dalam kecerdasan buatan antara lain sistem pakar, jaringan saraf tiruan dan logika *fuzzy*.

Menurut (Sutojo et al., 2011) sistem pakar merupakan suatu sistem yang diciptakan dengan sengaja dengan penalaran-penalaran seorang ahli untuk ditirukan yang kemudian digunakan untuk memecahkan suatu persoalan berdasarkan pertanyaan yang telah tersedia. Sistem pakar merupakan bidang ilmu yang sudah cukup tua yang diperkirakan sudah ada sejak tahun 1960.

Dengan adanya sistem pakar, banyak permasalahan yang dapat dengan mudah diselesaikan tanpa harus meminta bantuan para pakar. Namun, bukan berarti dengan adanya sistem pakar seolah-olah pekerjaan para pakar menjadi tidak berguna. Melainkan dengan adanya sistem ini dapat membantu memudahkan para pakar dimana seolah-olah sistem ini sebagai asisten yang memiliki banyak pengetahuan.

Sistem pakar sudah banyak digunakan dan diterapkan di beberapa bidang kehidupan manusia terlebih dalam bidang kesehatan. Dalam bidang ilmu komputer sistem pakar digunakan untuk memecahkan *troubleshooting* jaringan yang terkadang mengalami kesalahan. Selama ini sistem pakar hanya dikenal sebagai kecerdasan buatan yang digunakan khusus sebagai alat konsultasi terhadap suatu masalah. Padahal sistem pakar dapat di fungsikan dalam 2 hal yaitu sebagai ilmu pengembangan dan sebagai ilmu konsultasi.

Menurut (Budiharto & Suhartono, 2015) setidaknya ada 6 keunggulan yang terdapat dalam sistem pakar:

1. Dapat digunakan sebagai konsultan yang bisa memecahkan suatu persoalan untuk mencari keputusan terbaik tanpa harus melalui para pakar.
2. Perangkat komputer dapat menunjang kepakaran yang telah di rancang agar lebih mudah digunakan.
3. Dapat mengurangi resiko kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengambilan keputusan.
4. Sistem pakar diciptakan bersifat permanen.
5. Pengetahuan akan terus berkembang dan sistem pakar tetap dapat diperluas sesuai dengan pengetahuan yang baru dan sesuai kebutuhan.
6. Dapat digunakan untuk mengakses database yang banyak secara pintar.

Sedangkan jaringan saraf tiruan merupakan bidang ilmu yang di kembangkan dari ilmu *Neural Network* yang sudah ada sejak tahun 1943 oleh Warren McCulloch dan Walter Pitts. Menurut (Sutojo et al., 2011) jaringan saraf tiruan merupakan suatu bidang ilmu yang terinspirasi terhadap cara kerja saraf secara biologis seperti otak manusia. Proses kerja jaringan saraf tiruan sama seperti proses kerja pada manusia, karena perancangan jaringan saraf tiruan meniru setiap kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Setiap algoritma dalam jaringan saraf tiruan bekerja menggunakan angka sehingga data yang bersifat tidak angka harus terlebih dahulu diubah ke dalam bentuk angka.

Menurut (Setiawan, 2011) terdapat beberapa keunggulan jaringan saraf tiruan bila dibandingkan dengan ilmu perhitungan lainnya, antara lain sebagai berikut:

1. Jaringan saraf tiruan mampu menyelesaikan permasalahan yang tidak dapat diselesaikan oleh program linear.
2. Jaringan saraf tiruan dapat bekerja dengan baik tanpa masalah walaupun salah satu elemen dari jaringan ada yang gagal.
3. Jaringan saraf tiruan mampu memberikan toleransi terhadap suatu kesalahan sehingga lebih fleksibel.
4. Jaringan saraf tiruan mampu memproses pengetahuan dalam waktu yang singkat karena menggunakan sistem parallel.

2.1.2 Fuzzy Logic

Menurut (Sutojo et al., 2011) logika *fuzzy* adalah metode pengontrolan masalah yang di terapkan terhadap suatu sistem baik yang sederhana maupun kompleks yang nilainya terdapat diantara 0 sampai 1. Logika *fuzzy* sangat berbeda dengan logika biasa yang dikenal dengan logika konvensional. Kemampuan logika *fuzzy* tidak hanya sebatas dalam hitungan matematik namun bisa juga melakukan penalaran secara bahasa sehingga lebih mudah untuk dipahami.

Kata *fuzzy logic* terdiri atas *fuzzy* dan *logic*, dimana *fuzzy* artinya adalah samar, kabur atau buram. Sedangkan *logic* merupakan logika atau nalar. Jadi secara umum *fuzzy logic* merupakan logika atau penalaran terhadap suatu data yang nilainya dapat disamarkan. Misalkan, definisi massa badan seorang wanita berdasarkan satuan kilogram. Wanita dewasa dengan massa badan 60 kg akan mendapatkan predikat sebagai perempuan gendut. Namun logika *fuzzy* belum pasti mengatakan wanita tersebut gendut, bisa saja wanita tersebut antara

proporsional dengan gendut karena logika *fuzzy* mampu mendefinisikan suatu nilai ke dalam 2 kemungkinan sekaligus. Hal inilah yang membuat mengapa logika *fuzzy* sangat bagus untuk digunakan dalam berbagai bidang, seperti pada ilmu kesehatan untuk mendiagnosis penyakit, bidang geofisika untuk memprediksi terjadi atau tidaknya gempa, bagian rumah tangga yang digunakan dalam mesin cuci untuk menentukan lamanya pencucian pakaian dan berbagai bidang lainnya.

Selain beberapa kelebihan diatas, terdapat juga beberapa kelebihan yang dimiliki logika *fuzzy*. Berikut ini merupakan beberapa kelebihan dalam kajian ilmu bidang logika *fuzzy*:

1. Logika *fuzzy* mampu menghasilkan suatu keputusan yang lebih logika dan adil sehingga bisa diterima oleh manusia.
2. Logika *fuzzy* bisa memetakan suatu nilai yang bersifat instuisi dengan cara merubah nilai *crisp* ke dalam bentuk nilai *linguistic*.
3. Logika *fuzzy* sangat cocok dalam memecahkan permasalahan yang bersifat non biner dan non linier karena logika *fuzzy* memiliki atribut *linguistic*.
4. Logika *fuzzy* memiliki fungsi keanggotaan yang bisa memodelkan permasalahan menjadi konsep yang jelas.

Namun disamping beberapa kelebihan yang dimiliki logika *fuzzy*, terdapat juga kekurangan yang perlu diperhatikan. Terutama kekurangan logika *fuzzy* dalam mendesain parameter permasalahan agar output yang dihasilkan akurat. Berikut ini beberapa kekurangan yang dimiliki logika *fuzzy*:

1. Dalam memecahkan suatu permasalahan tentunya harus di barengi dengan metode atau cara kerja yang tepat. Kesalahan dalam penentuan metode akan berpengaruh terhadap keputusan yang akan dihasilkan. Misalkan metode Mamdani yang biasanya lebih tepat digunakan untuk memecahkan permasalahan yang bersifat intuitif.
2. Kemampuan logika *fuzzy* dalam menentukan nilai *linguistic* ternyata bisa menjadi kelemahan dalam logika *fuzzy*. Nilai *linguistic* yang ditentukan harus sesuai untuk setiap variabel dalam permasalahan. Termasuk dalam menentukan batas-batas nilai *linguistic*. Misalkan dingin, sejuk, dan panas yang digunakan untuk mewakili variabel temperature.
3. Fungsi keanggotaan dalam logika *fuzzy* apakah berbentuk segitiga, trapezium dan lain sebagainya. Fungsi keanggotaan mewakili besar kecilnya derajat keanggotaan masing-masing variabel masukan.

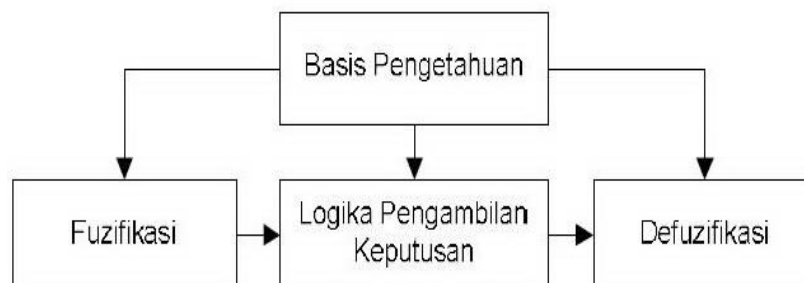
Selain kelebihan dan kekurangan logika *fuzzy*, ada beberapa hal penting yang perlu diketahui sebelum melakukan pemahaman dalam logika *fuzzy*. Beberapa hal tersebut merupakan kajian yang selalu ada dalam pembahasan logika *fuzzy* yaitu antara lain:

1. Variabel *fuzzy*. Variabel *fuzzy* merupakan objek penelitian dalam suatu sistem *fuzzy* yang menjadi fokus utama dalam penelitian. Misalkan, variabel kematangan buah tomat.
2. Himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu komunitas yang menafsirkan suatu keadaan dalam variabel *fuzzy*. Misalkan buah tomat berwarna kuning kehijauan.

3. Semesta pembicaraan. Semesta pembicaraan merupakan nilai nilai yang diperbolehkan berada dalam variabel. Misalkan, penentuan warna dalam variabel kematangan buah tomat, pada umumnya buah tomat tidak ada yang berwarna coklat maka warna coklat tidak masuk dalam semesta pembicaraan.
4. Domain himpunan *fuzzy*. Domain himpunan *fuzzy* merupakan

2.1.3 Metode Logika *Fuzzy*

Metode adalah cara kerja yang tepat yang digunakan dalam melakukan suatu pekerjaan untuk memecahkan suatu masalah. Metode berisikan prosedur-prosedur yang telah diurutkan dengan sistematis sehingga dapat menjadi jalan bagaimana penelitian seharusnya dilakukan. Dalam logika fuzzy terdapat beberapa metode yang bisa digunakan. Namun yang paling sering digunakan untuk penelitian biasanya ada 3 yaitu metode Sugeno, metode Tsukamoto, dan metode Mamdani. Setiap metode memiliki karakteristik masing-masing dalam memecahkan masalah yang ada. Karena setiap data memiliki keunikan tersendiri sehingga perlu metode yang tepat untuk melakukan pemecahan masalah.



Gambar 2.1 Struktur dasar pengendali fuzzy

Sumber: <https://elektronika-dasar.web.id/kendali-logika-fuzzy/>

Keterangan:

1. Basis pengetahuan merupakan basis yang berisikan pengetahuan sebagai dasar pengendali dalam perbaikan keadaan sistem untuk menghasilkan *output* sesuai keinginan perancang. Dalam basis pengetahuan biasanya berisikan aturan-aturan algoritma pernyataan *IF...THEN*.
2. *Fuzifikasi* merupakan proses awal untuk menerjemahkan nilai masukan yang memiliki nilai tegas menjadi nilai *fuzzy* ke dalam bentuk himpunan keanggotaan *fuzzy* yang disimpan ke dalam basis pengetahuan.
3. Logika pengambilan keputusan atau bisa juga disebut mesin inferensi merupakan proses mendeteksi nilai masukan yang telah di *input* untuk diterjemahkan menjadi nilai *output* sebagai hasil keputusan *fuzzy* dimana tetap mengikuti aturan-aturan yang terdapat dalam basis pengetahuan.
4. *Defuzifikasi* merupakan proses terakhir
5. dalam struktur kerja *fuzzy logic* dimana mengubah setiap hasil nilai *output* dari mesin inferensi yang diekspresikan dalam bentuk *fuzzy* menjadi nilai *real* menggunakan fungsi keanggotaan saat proses *fuzifikasi*.

1. Metode Tsukamoto

Metode Tsukamoto merupakan metode yang paling monoton dari semua metode yang ada dalam logika *fuzzy*. Cara kerja metode ini dengan memberikan nilai yang tegas terhadap semua data dan mencari rata-rata terbaik dari setiap kemungkinan sebagai hasil akhirnya. Pemodelan dari metode Tsukamoto adalah:

IF X adalah K and Y adalah L, Then Z adalah M.

Dimana K , L , dan M merupakan himpunan *fuzzy*. Dalam sistem pengambilan keputusannya, metode Tsukamoto memiliki tahapan sebagai berikut:

1. *Fuzifikasi* yaitu proses mengkonversi nilai atau data yang telah di input.
2. Pemodelan desain basis pengetahuan dalam bentuk aturan *IF...THEN*.
3. Mesin inferensi sebagai pembaca nilai masukkan untuk mendapatkan predikat dari setiap aturan yang telah ditentukan.
4. *Defuzifikasi* sebagai hasil inferensi terhadap masing-masing aturan untuk penghitungan nilai rerata berbobot.

2. Metode Sugeno

Metode Sugeno merupakan metode yang memiliki hasil keluaran dalam bentuk konstanta (persamaan linier). Metode ini merupakan perbaikan dari sistem *fuzzy* murni yang diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang. Pemodelan dari metode Sugeno adalah:

$$IF (x_1 \text{ adalah } K_1) \cdot \dots \cdot (x_n \text{ adalah } K_n) THEN z = k$$

Dimana:

K_1, \dots, K_n merupakan himpunan *fuzzy*.

$z = k$ merupakan fungsi tegas.

Dalam pengambilan keputusan metode Sugeno terdiri atas beberapa langkah sebagai berikut:

1. Proses *fuzifikasi* untuk merubah nilai inputan.

2. Menentukan basis pengetahuan *fuzzy* dalam bentuk *IF...THEN*
3. Mesin inferensi dengan fungsi implikasi MIN untuk menentukan nilai predikat tiap basis untuk menghitung nilai keluaran hasil inferensi secara tegas.
4. Proses *defuzifikasi* dengan menggunakan metode rata-rata.

3. Metode Mamdani

Metode Mamdani merupakan metode yang paling umum digunakan dalam aplikasi-aplikasi karena strukturnya yang sederhana. Metode Mamdani hampir sama dengan metode Sugeno dalam penalarannya. Hanya saja metode mamdani berupa himpunan *fuzzy* dengan menggunakan operasi MIN-MAX. Metode Mamdani memiliki penalaran yang sama seperti cara manusia berpikir.

Pemodelan dari aturan metode Mamdani adalah:

IF (x is a) AND (y is b) THEN (z is c)

Hasil dari penalaran metode Mamdani akan di implikasikan ke fungsi MIN dan fungsi MAX. Secara umum aturan metode Mamdani dalam mengambil keputusan adalah sebagai berikut:

1. Proses *fuzifikasi* untuk merubah nilai masukan.

Proses ini merupakan langkah awal dalam metode Mamdani, yang berperan dalam mengubah nilai crisp yang telah di input menjadi variabel *linguistic* untuk menentukan derajat keanggotaan nilai yang telah di input ke dalam himpunan *fuzzy* yang tepat.

2. Menentukan basis pengetahuan.

Proses ini merupakan proses pembentukan dari nilai-nilai yang telah difuzifikasikan berdasarkan aturan-aturan yang telah ditentukan dalam *fuzzy* sesuai dengan fungsi implikasi yang digunakan, misalkan fungsi implikasi MIN.

3. Aplikasi penalaran untuk komposisi antar rule menggunakan fungsi MAX.

Tahap ketiga merupakan tahap evaluasi terhadap nilai keluaran dari semua aturan dengan menggunakan fungsi MAX untuk mendesain daerah *fuzzy* berdasarkan nilai maksimum aturan.

4. *Defuzifikasi*.

Langkah terakhir yaitu *defuzzyfikasi* atau penegasan. Proses ini merupakan tahap inferensi *fuzzy* dengan mengkonversi nilai *fuzzy* kembali ke bentuk nilai *crisp*. Metode yang sering digunakan dalam *defuzifikasi* Mamdani adalah metode *Centroid*.

2.1.4 Fungsi Keanggotaan Lgika *Fuzzy*

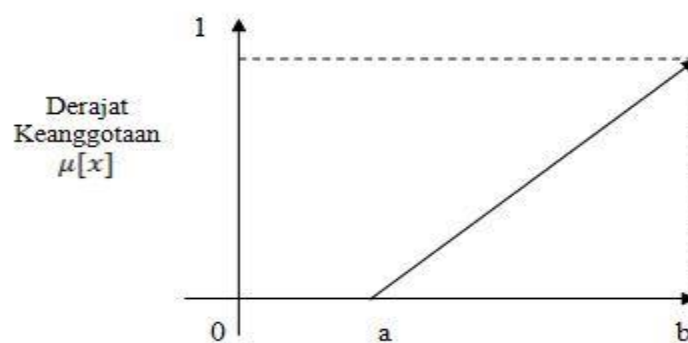
Fungsi keanggotaan merupakan skema penggambaran dalam bentuk kurva yang mewakili derajat keanggotaan masing-masing variabel masukkan dalam rentang nilai antara 0 dan 1. Melalui pendekatan fungsi keanggotaan maka akan dapat ditentukan nilai keanggotaan. Nilai keanggotaan merupakan faktor bobot untuk menentukan pengaruhnya pada saat melakukan inferensi untuk menarik kesimpulan.

1. Fungsi Keanggotaan Kurva Linear

Representasi dari kurva linear dipetakan ke derajat keanggotaannya dalam bentuk garis lurus. Bentuk ini merupakan bentuk yang paling sederhana untuk

mendekati konsep yang tidak jelas. Fungsi keanggotaan linear dibagi atas 2 grafik yaitu linear naik dan linear turun.

Kurva linear naik dimulai dari nilai domain yang berada di posisi derajat keanggotaan 0 yang bergerak ke kanan menuju ke atas ke nilai domain yang nilai derajat keanggotaannya lebih tinggi.



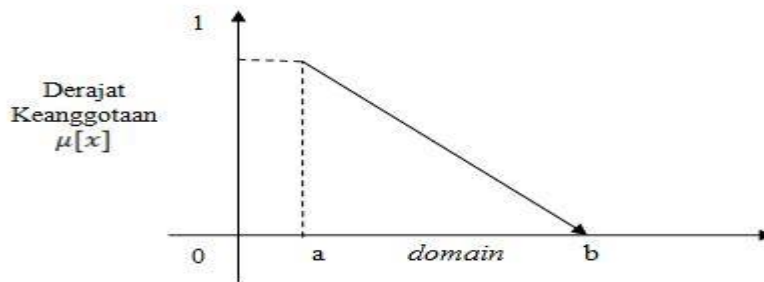
Gambar 2.2 Grafik Linear Naik

Sumber: <http://logikafuzzy-kelompok1.blogspot.com/2015/09/fungsi-keanggotaan.html>

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ (x - a)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases} \quad \text{Rumus 2.1 Kurva Linear Naik}$$

Sedangkan kurva linear turun dimulai dari nilai domain yang berada di posisi derajat keanggotaan tertinggi yang bergerak ke kanan menuju ke bawah ke nilai domain yang nilai derajat keanggotaannya lebih rendah atau kecil.



Gambar 2.3 Grafik Linear Turun

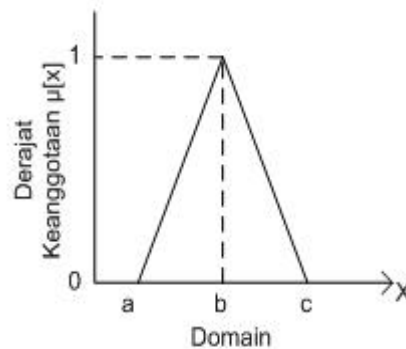
Sumber: <http://logikafuzzy-kelompok1.blogspot.com/2015/09/fungsi-keanggotaan.html>

Fungsi keanggotaan:

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

2. Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga

Bentuk kurva yang menyerupai segitiga karena penggabungan 2 garis yang linear.



Gambar 2.4 Grafik Kurva Segitiga

Sumber: <http://logikafuzzy-kelompok1.blogspot.com/2015/09/fungsi-keanggotaan.html>

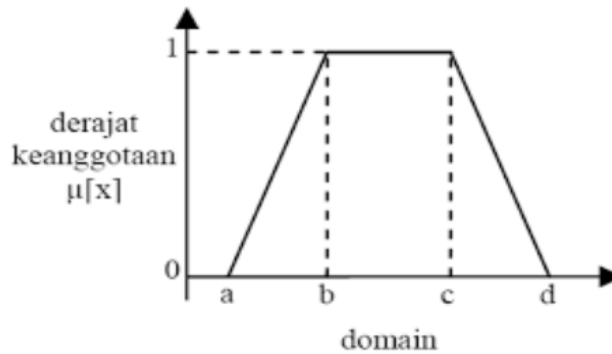
Garis a sebagai domain terkecil, garis b mempunyai derajat keanggotaan 1 dan garis c dengan nilai domain terbesar.

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a) & ; a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & ; x \geq b \end{cases} \quad \text{Rumus 2.3 Kurva Linear Segitiga}$$

3. Fungsi Keanggotaan Kurva Trapesium

Bentuk kurva yang sebenarnya hampir mirip dengan bentuk kurva segitiga hanya saja pada kurva trapesium terdapat beberapa titik yang memiliki nilai derajat keanggotaan 1.



Gambar 2.5 Grafik Linear Trapesium

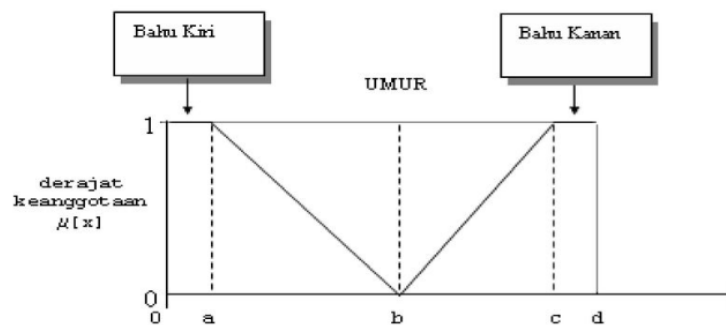
Sumber: <http://logikafuzzy-kelompok1.blogspot.com/2015/09/fungsi-keanggotaan.html>

Fungsi keanggotaan:

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

4. Fungsi Keanggotaan Kurva Bahu

Bentuk umum dari kurva ini tidak tampak seperti bahu manusia pada umumnya. Kurva bentuk bahu ini digunakan untuk mengakhiri variabel yang memiliki nilai derajat keanggotaan konstan pada daerah *fuzzy*.

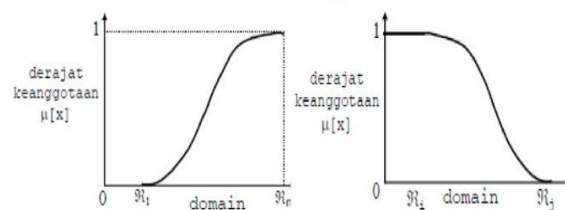


Gambar 2.6 Grafik Kurva Bentuk Bahu

Sumber: <http://logikafuzzy-kelompok1.blogspot.com/2015/09/fungsi-keanggotaan.html>

5. Fungsi Keanggotaan Kurva S (*sigmoid*)

Bentuk fungsi keanggotaan kurva S memang menyerupai huruf S yang memiliki titik *infleksi* dimana derajat keanggotaan yang dimiliki adalah 0,5. Kurva S terdiri atas 2 macam, yaitu kurva-S pertumbuhan dan kurva-S penyusutan. Pada kurva-S pertumbuhan grafik bergerak dari kiri ke kanan dengan derajat keanggotaan 0 menuju 1. Sedangkan kurva-S penyusutan juga bergerak dari kiri ke kanan dengan derajat keanggotaan 1 menuju derajat keanggotaan 0.



Gambar 2.7 Grafik Linear Sigmoid

Sumber: <http://logikafuzzy-kelompok5.blogspot.com/2015/09/fungsi-keanggotaan-himpunan-fuzzy.html>

2.1.5 Operasi Himpunan *Fuzzy*

Operasi himpunan *fuzzy* diperlukan untuk proses penalaran atau inferensi derajat keanggotaan *fuzzy*. Proses ini merupakan proses manipulasi yang diakan dikerjakan pada himpunan *fuzzy*. Prinsip himpunan *fuzzy* merupakan prinsip

matematik sebagai gambaran pengetahuan terhadap derajat keanggotaan (widodo dan derwin). Berikut merupakan operasi himpunan *fuzzy* yang digunakan untuk mengombinasi dan menafsirkan derajat keanggotaan *fuzzy*.

1. Operasi Gabungan (*Union*)

Merupakan operasi gabungan yang sering disebut operator *OR* yang dinyatakan dalam bentuk $A \cup B$. Dalam sistem logika *fuzzy*, operasi gabungan dikenal sebagai operasi Max.

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

contoh:

$$A = \{1.0, 0.2, 0.75\}, B = \{0.2, 0.45, 0.50\}$$

$$\begin{aligned} \text{maka } A \cup B &= \{\max(1.0, 0.2), \max(0.2, 0.45), \max(0.75, 0.50)\} \\ &= \{1.0, 0.45, 0.75\} \end{aligned}$$

Derajat keanggotaan setiap himpunan yang berada di $A \cup B$ merupakan derajat dari keanggotaan pada himpunan *fuzzy* A atau B yang memiliki nilai terbesar.

2. Operasi Irisan (*Intersection*)

Merupakan operasi irisan yang sering disebut sebagai operator *AND* yang dinyatakan dalam bentuk $A \cap B$. Dalam sistem logika *fuzzy* operasi irisan dikenal sebagai operasi Min.

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \text{ untuk setiap } x \in X$$

contoh:

$$A = \{1.25, 0.35, 0.7\}, B = \{0.25, 0.80, 0.55\}$$

$$\begin{aligned} \text{maka } A \cup B &= \{\min(1.25, 0.25), \min(0.35, 0.80), \min(0.7, 0.55)\} \\ &= \{0.25, 0.35, 0.55\} \end{aligned}$$

Derajat keanggotaan setiap himpunan yang berada di $A \cap B$ merupakan derajat dari keanggotaan pada himpunan *fuzzy* A dan B yang memiliki nilai terkecil.

3. Operasi Komplemen (*Complement*)

Jika himpunan *fuzzy* A pada himpunan X memiliki fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ maka komplemen dari himpunan *fuzzy* A disebut *NOT* untuk setiap x elemen.

$$\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

2.1.6 Tomat

Tomat merupakan salah satu jenis tanaman yang hidup dan tumbuh di daerah beriklim tropis dan sub-tropis yang termasuk dalam keluarga sayuran *Solanaceae* (Ir Pracaya, 2011). Bentuk umum dari tomat adalah bulat dan agak lonjong dengan warna dasar merah apabila sudah matang. Tekstur buah tomat sedikit keras saat mentah namun akan lembek saat sudah matang karena kandungan tomat hampir semuanya terdiri atas air. Tomat terkenal sebagai tanaman yang memiliki banyak manfaat maka tidak jarang tomat sering dikonsumsi. Disamping banyaknya manfaat ternyata buah tomat merupakan

tanaman yang bersifat racun karena mengandung *lycopersicin*. Namun kadar racun dalam tomat rendah dan akan hilang saat tomat sudah dalam keadaan matang.

Di Indonesia, tomat merupakan salah satu kebutuhan pangan yang wajib ada di setiap rumah. Karena tomat sering digunakan untuk tambahan penyedap rasa pada masakan. Selain itu tomat juga bisa dikonsumsi secara langsung dan diolah menjadi minuman jus. Sampai saat ini banyak orang memiliki pandangan yang berbeda terhadap tomat apakah jenis buah atau sayur. Menurut peneliti, tomat merupakan tanaman jenis buah-buahan yang bisa digunakan menjadi masakan sayuran.

Menjadi kebutuhan pangan, tomat merupakan jenis tanaman yang sebenarnya paling sering dikonsumsi. Tidak heran apabila banyak ditemui perkebunan buah tomat di Indonesia karena iklim dan suhunya yang memang cocok untuk menanam tanaman tomat. Di Batam perkebunan tomat hampir jarang ditemukan dalam jumlah yang banyak. Untuk memenuhi kebutuhan permintaan masyarakat Batam terhadap tomat maka dilakukan impor dari berbagai daerah seperti daerah Berastagi, Sumatera Utara. Untuk masalah harga, tomat dijual cenderung relative murah apabila dibandingkan dengan banyaknya manfaat yang dirasakan.

Berikut ini merupakan manfaat dari tomat bagi kesehatan:

1. Mencegah kanker. Tomat merupakan tanaman yang kaya akan antioksidan yang berfungsi untuk membersihkan tubuh dari racun penyebab kanker.

2. Kesehatan jantung. Selain kaya akan antioksidan, tomat juga mengandung senyawa kimia, *potassium* dan vitamin C yang terbukti dapat menjaga kesehatan jantung.
3. Mengobati diabetes. Berdasarkan studi penelitian membuktikan bahwa *likopen* dalam tomat dapat membantu menetralkan *biokimiawi* pada penderita diabetes.
4. Kesehatan tulang. Antioksidan dalam tomat selain berfungsi mencegah kanker jugab berfungsi untuk menjaga kesehatan tulang.
5. Kecantikan kulit. Tomat juga kaya akan vitamin K yang terbukti bermanfaat bagi kesehatan kulit untuk mencegah kekeringan pada lapisan kulit dan juga menjaga kekuatan rambut.



Gambar 2.8 Tomat Plum

Sumber : <http://seputarbuah35.blogspot.com/2017/09/6-jenis-ragam-buah-tomat-yang-perlu.html>

2.2 Variabel

Variabel penelitian merupakan entitas atau atribut dalam penelitian yang memiliki variasi yang saling berhubungan. Variabel ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulan dalam menentukan keputusan hasil penelitian.

Berikut ini merupakan variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian sebagai variabel input.

1. Warna

Warna merupakan suatu spektrum yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Identitas dalam suatu warna ditentukan berdasarkan gelombang dari cahaya. Umumnya warna terdiri atas 3 yaitu warna merah, warna biru dan warna kuning yang dikenal sebagai warna primer. Kemudian warna-warna lainnya merupakan kombinasi dari warna-warna dasar diatas yang dicampur dengan persentase tertentu. Misalkan kombinasi warna biru dan kuning yang akan menghasilkan warna hijau. Dalam penelitian ini warna yang akan digunakan sebagai indikator penelitian adalah warna merah, kuning dan hijau sesuai warna yang umum dimiliki tomat.

Tomat yang matang sempurna tentunya akan berwarna merah cerah dan segar. Sedangkan tomat yang warna kuning merupakan tomat setengah matang dan yang berwarna hijau merupakan tomat yang masih mentah. Namun indikator diatas tentunya bukan indikator mutlak dalam menentukan matang atau tidaknya sebuah tomat. Karena dalam sebuah tomat bisa saja terdapat warna merah kekuningan, kuning kehijauan atau merah, kuning dan hijau dalam satu buah. Untuk mendefinisikan warna tomat maka dianalisis melalui sensor warna untuk menentukan kematangan sebuah tomat.

2. Ukuran

Dalam penelitian ini variabel berikutnya yang akan digunakan adalah ukuran yang dimiliki sebuah tomat. Peneliti memakai variabel ukuran untuk menentukan besar kecil tomat yang diukur kedalam satuan gram. Dalam pertumbuhannya setiap tomat bergantung terhadap kualitas tanah, pupuk, air dan cahaya yang diserap. Berbedanya faktor-faktor tersebut yang diserap tomat tentunya akan berpengaruh terhadap perkembangan besar kecil tomat. Sebuah tomat yang telah matang dan siap panen seharusnya memiliki ukuran kisaran 70-80 gram. Ukuran tersebut masih dalam bentuk sedang karena biasanya ukuran beberapa tomat dapat melebihi dari 80 gram

2.3 *Software dan Hardware* Pendukung

2.3.1 *Software* Pendukung

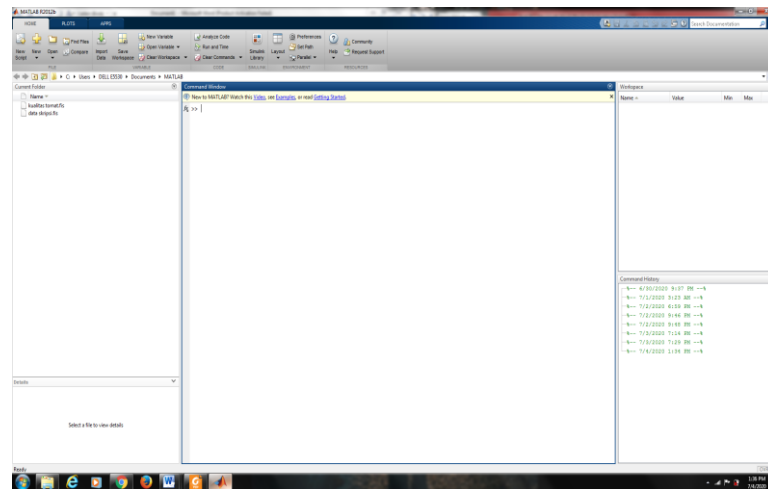
1. *MATLAB*

MATLAB adalah singkatan dari *Matrices Laboratory* merupakan suatu aplikasi bahasa pemrograman yang digunakan untuk analisis dan komputasi numerik yang bersifat dalam bentuk matriks (Cahyono, 2013). Matlab dikembangkan oleh *MathWork* yang bisa digunakan untuk alat visualisasi dalam menyelesaikan permasalahan matematika atau hitungan. Sejauh ini matlab sudah banyak digunakan dibidang rekayasa teknik, statistika, komputasi dan lain sebagainya. Sebagai sebuah sistem matlab memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut.

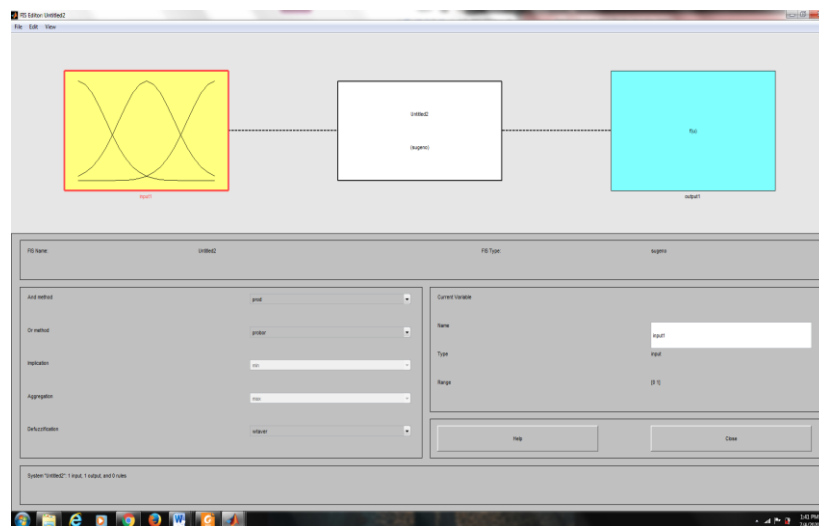
1. *MATLAB* merupakan bahasa pemrograman yang berbasis matriks yaitu hanya terdiri atas baris dan kolom.
2. Memiliki banyak *tools* atau fasilitas aplikasi khusus seperti *Simulink*, *Neural Network*, *Fuzzy Logic* dan lain sebagainya.
3. Merupakan bahasa pemrograman yang tidak perlu mendeklarasikan *array* terlebih dahulu.
4. Dibandingkan pemrograman tradisional lainnya matlab lebih cepat dalam pengembangan program.

MATLAB telah digunakan lebih dari 1 juta pengguna di seluruh dunia. Dan rata-rata pengguna matlab merupakan kalangan pendidikan dan bagian industri. Hal ini karena matlab mudah digunakan. Selain itu terdapat juga beberapa kelebihan seperti di uraikan pada karakteristik nomor 4.

MATLAB cocok digunakan untuk komputasi yang berhubungan dengan *array* karena tidak perlu mendefinisikan ukuran *array* pada variabel. *Array* akan menyesuaikan ukuran dengan sendirinya berdasarkan ukuran *array* yang telah ditetapkan. Merupakan aplikasi yang berdiri sendiri dan mempunyai fungsi-fungsi bawaan. Mempunyai perangkat yang yang dapat menampilkan gambar atau grafik.



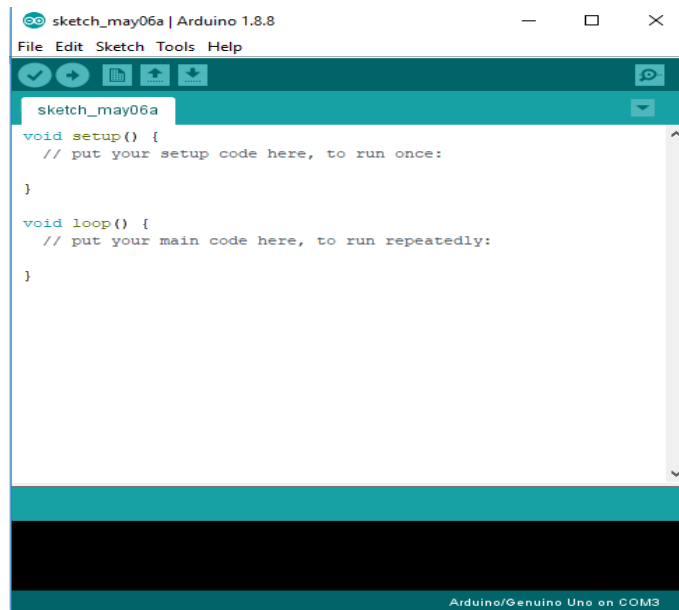
Gambar 2.9 *MATLAB* 2012b
Sumber: Data Penelitian (2020)



Gambar 2.10 Tampilan Logika *Fuzzy*
Sumber: Data Penelitian (2020)

2. Arduino IDE

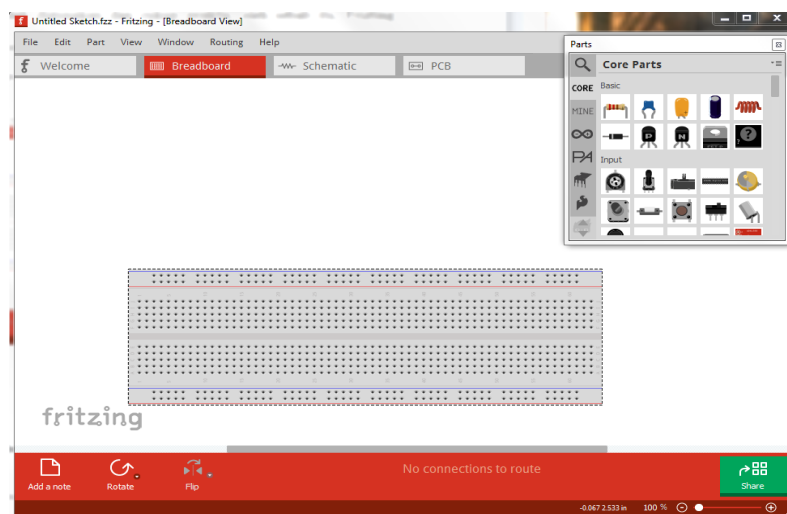
Arduino IDE merupakan *software* yang disediakan sebagai tempat bahasa pemrograman yang bersifat *open-resource* yang dirancang untuk mengendalikan setiap komponen elektronik yang terhubung ke arduino (Kadir, 2018). Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ yang sederhana sehingga lebih mudah untuk pemula yang ingin belajar pemrograman bahasa C++.



Gambar 2.11 Arduino IDE
Sumber: Data Penelitian (2020)

3. *Fritzing*

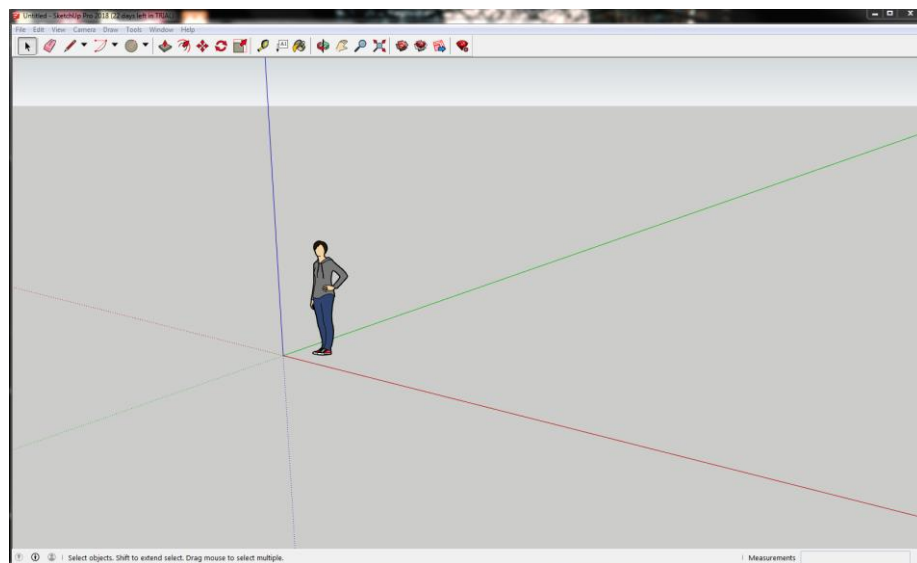
Fritzing merupakan salah satu perangkat lunak yang sering digunakan untuk menggambar desain komponen-komponen elektronik seperti gambar *arduino*, PCB (*Print Circuit Board*) dan lain sebagainya.



Gambar 2.12 Aplikasi *Fritzing*
Sumber: Data Penelitian (2020)

4. *Google Sketchup*

Google Sketchup merupakan aplikasi yang digunakan untuk menggambar suatu objek dalam bentuk 3D. Aplikasi ini dikembangkan oleh perusahaan raksasa *google* yang didalamnya terdapat banyak fitur yang dapat memanjakan penggunaanya dalam menggambar suatu objek.



Gambar 2.13 *Google Sketchup*
Sumber: Data Penelitian (2020)

2.3.2 *Hardware Pendukung*

1. *Arduino*

Arduino merupakan sebuah rangkaian elektronik dengan komponen utama chip *mikrokontroller* yang berfungsi sebagai tempat program (Kadir, 2018). Tujuannya untuk membaca nilai masukkan dan memprosesnya menjadi nilai keluaran berdasarkan program yang telah dibuat. *Arduino* dirancang dengan tujuan memberikan kemudahan dalam mengembangkan alat elektronik semacam

komputer. Bahasa program yang digunakan bukan bahasa program pada umumnya seperti java atau visual basic melainkan memiliki bahasa tersendiri.

Dalam perkembangannya, arduino berasal dari bahasa italia yang dibuat sekitar tahun 2005 berdasarkan teori Hernando Barragan yang dikembangkan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles. Seiring berjalannya waktu, arduino berkembang pesat dengan banyak jenis dan kelebihan. Jenis-jenis arduino yang telah ada yaitu DFRduino atau Freeduino, CipaDuino, Arduino Uno, MurmerDuino dan AViShaDuino. Namun yang paling sering digunakan adalah Arduino Uno.



Gambar 2.14 Arduino UNO

Sumber: <https://www.bukalapak.com/p/elektronik/komponen-elektronik/tqj2mc-jual-arduino-uno-r3-italy>

2. Motor Servo

Motor servo merupakan komponen dalam bidang elektronika yang digunakan untuk mengatur atau menentukan posisi sudut dari suatu poros yang diatur sedemikian rupa dengan ketentuan sudut yang diinginkan. Cara kerja motor *servo* diatur dengan sistem kontrol yang menerima sinyal kendali dari sistem program yang telah dibuat sebagai perintah untuk aturan kerjanya.



Gambar 2.15 Motor Servo

Sumber: <http://msaipudin.blogspot.com/2016/03/motor-servo-komponen-jemuran-otomatis.html>

4. Sensor TCS3200

Sensor TCS3200 merupakan *module* yang digunakan untuk mendeteksi warna yang terdapat dalam suatu objek. Sensor ini dilengkapi dengan 4 LED yang disusun secara terintegrasi sehingga sangat baik digunakan untuk pembacaan warna, pengelompokkan benda berdasar warna, pencocokkan warna dan lain sebagainya.



Gambar 2.16 Sensor TCS3200

Sumber: <https://www.tokopedia.com/tokoarduino/sensor-warna-color-sensor-tcs3200-colour>

5. Flexible Coupling

Flexible coupling merupakan komponen elektronika yang bersifat semi mesin yang digunakan untuk menghubungkan dua poros atau lebih dengan tujuan mentransmisikan daya mekanis. *Flexible coupling* yang akan membantu motor *driver* dalam menggerakkan konveyor.



Gambar 2.17 *Flexible Coupling*

Sumber: <https://www.tokopedia.com/kimfortune/flexible-coupling-6-35x10mm-coupler-nema-23-untuk-shaft-10mm>

6. *Power Supply*

Power supply merupakan komponen elektronika yang digunakan sebagai pemberi suatu tegangan arus listrik terhadap semua komponen yang terhubung. *Power supply* mempunyai *mother board* atau papan induk sebagai tempat pemasangan komponen-komponen yang akan dihubungkan.



Gambar 2.18 *Power Supply*

Sumber: <https://www.tokopedia.com/rajawali3d/power-supply-switching-12v-20a-250w-s-250-12-aluminium-fanless>

7. *Adaptor*

Adaptor merupakan sebuah rangkaian *wire* atau kabel yang didesain untuk mengubah tegangan arus AC yang tinggi menjadi tegangan arus DC yang rendah agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan pada alat. Ada banyak jenis *adaptor* sesuai dengan daya dan tegangan yang direncanakan agar dapat mengalirkan

tegangan arus listrik sesuai kebutuhan. Misalkan tegangan 12V dengan daya alir 1A.



Gambar 2.19 *Adaptor*

Sumber: <https://www.jakartanotebook.com/power-adaptor-led-strip-dc3v-2a-dsm-0320-black>

8. Motor DC *GearBox*

Merupakan actuator penggerak yang sering digunakan dalam bidang robotik. Motor DC *gearbox* mampu menggerakkan suatu konveyor yang telah dirancang sehingga dapat dapat bergerak layaknya robot. Motor ini bahkan sangat cocok digunakan dalam aplikasi line tracer yang memerlukan kecepatan tinggi dan *torsi* yang besar.



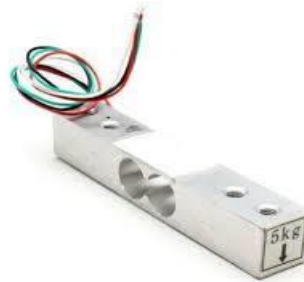
Gambar 2.20 Motor DC *GearBox*

Sumber: <https://www.jakartanotebook.com/power-adaptor-led-strip-dc3v-2a-dsm-0320-black>

9. Sensor *Load Cell Weighing*

Merupakan sensor yang berguna sebagai timbangan untuk mendeteksi berat suatu objek berdasarkan tekanan yang diterima. Sensor ini disertai 4 kabel

diantaranya kabel berwarna merah sebagai tegangan sensor, kabel berwarna hitam sebagai *ground* sensor input, kabel berwarna hijau sebagai *ground* sensor output positif dan yang terakhir kabel berwarna putih sebagai output *ground* sensor.



Gambar 2.21 Sensor *Load Cell Weighing*

Sumber: <https://www.tokopedia.com/nano-tech/sensor-loadcell-1kg>

2.4 Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan rangkuman beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan topik pada penelitian ini.

1. Berdasarkan jurnal penelitian (Nasution, 2012), dengan judul “Implementasi Logika *Fuzzy* pada Sistem Kecerdasan Buatan”, logika *fuzzy* merupakan peningkatan dari logika Boolean. Logika *fuzzy* merupakan logika yang memiliki nilai yang sama antara 0 sampai 1. Melalui logika *fuzzy* sebuah sistem mampu membuat keputusan sendiri yang kesannya seperti memiliki nilai intuisi. Peranan logika *fuzzy* telah banyak diimplementasikan pada kehidupan manusia dalam memudahkan pekerjaan manusia. Logika *fuzzy* berbeda dengan logika klasik atau logika manusia walaupun logika *fuzzy* sendiri telah melekat sejak manusia lahir ke dunia. Misalkan saat manusia akan menginjakkan pedal gas kendaraan, tentunya dengan tekanan yang

diinginkan sendiri. Logika *fuzzy* menjadi disiplin ilmu kecerdasan buatan yang wajib dipelajari, selain karena konsepnya yang mudah untuk dipahami, logika *fuzzy* sangat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.

2. Berdasarkan jurnal (Haris, Kusuma, & Pratama, 2018), dengan judul “Sistem Penyortiran Buah Apel Berdasarkan Berat dan Warna”. Penyortiran dilakukan berbasis arduino. Proses yang dilakukan dengan mencari nilai maksimum dan minimum dari kematangan buah apel berdasarkan warna dan berat. Hasil ini digunakan untuk melakukan proses pembentukan matriks normalisasi. Hasil *prototype* akan dikirim ke sebuah laptop yang terhubung dengan *arduino* untuk ditampilkan melalui aplikasi yang telah dirancang. Aplikasi tersebut digunakan untuk menampilkan data hasil sortir berdasarkan waktu dan nama pemilik.
3. Berdasarkan jurnal (Rohayani, 2013), dengan judul “Analisis Sistem Pendukung dalam Memilih Program Studi Menggunakan *Fuzzy Logic*”. Logika *fuzzy* sudah banyak digunakan dalam melakukan sistem pendukung keputusan. Metode *fuzzy* dalam sistem pendukung keputusan ada 2 yaitu, *Fuzzy Multi Attribute Decision Making* (FMADM) dan *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making* (FMCDM). Kedua metode ini memberikan hasil yang sama, yang membedakan dari keduanya terdapat pada *input*. Namun dari segi alternative Metode FMCDM lebih baik karena FMCDM memberikan hasil analisis yang lebih teliti dengan menggunakan 3 derajat keoptimisan untuk menyeleksi alternative yang optimal.

4. Berdasarkan jurnal (Nasir & Suprianto, 2017), dengan judul “Analisis *Fuzzy Logic* Menentukan Pemilihan Motor Honda dengan Metode Mamdani”. Penerapan logika *fuzzy* digunakan untuk menentukan rekomendasi terbaik dalam memilih motor Honda diantaranya motor *Beat*, motor *Vario*, dan motor *Supra*. Variabel yang digunakan dalam jurnal penelitian ini adalah harga motor, *stock* yang tersedia dan minat konsumen. Dengan menggunakan metode Mamdani yaitu metode Min-Max dan aturan-aturan *fuzzy* yang ada ditentukanlah nilai *linguistic* yang akan dianalisis dalam *software Matlab*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menggunakan ketiga variabel diatas maka dapat ditentukan bahwa motor *Vario* merupakan jenis motor yang layak direkomendasikan dengan nilai *defuzzyfikasi* 83,88% dan hasil analisis *Matlab* 79,4%.
5. Berdasarkan jurnal (Sumitre & Kurniawan, 2014), dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerimaan Tenaga Pengajar dengan Metode *Fuzzy Inference System (FIS)* Mamdani”. Dalam penelitian ini berkonsentrasi pada penerimaan tenaga pengajar. Kesalahan dalam menerima tenaga pengajar tentunya akan berpengaruh terhadap sistem proses belajar mengajar dan juga visi, misi serta tujuan sebuah lembaga pendidikan. Metode yang digunakan adalah metode Mamdani dengan operator *OR*. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *IPK*, *Pengalaman*, *Interview*, *Penampilan* dan variabel nilai akhir. Penelitian ini disertai dengan perancangan aplikasi dalam bentuk *software* guna

mempermudah dalam proses penyeleksian tenaga pengajar. Kekurangan penelitian adalah tidak dapat menunjukkan kurva dalam bentuk dinamis.

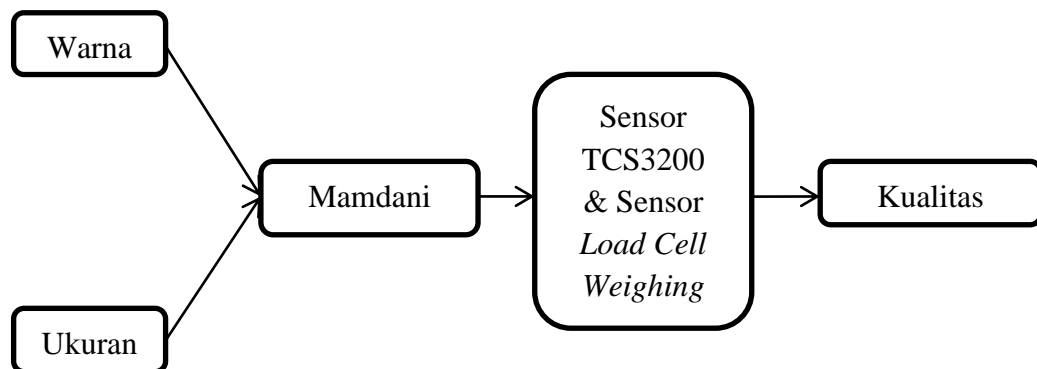
6. Berdasarkan jurnal (Junaedi, Pranata, Hariadi, & Purnama, 2017), dengan judul “Penempatan Posisi Multi Kamera Berdasarkan Gaya Sutradara Berbasis Logika *Fuzzy*”. Dalam jurnal ini peneliti melakukan penelitian dalam bidang animasi dimana menganalisis penempatan kamera dengan baik agar menghasilkan sebuah video animasi yang bagus. Kamera yang digunakan adalah kamera *virtual* yang akan ditempatkan secara manual. Berdasarkan jurnal ini, belum ada penempatan posisi kamera *virtual* dengan pendekatan logika *fuzzy*. Variabel yang digunakan antara lain aksi, arah mata melihat, dan arah pergerakan kepala.
7. Berdasarkan jurnal (Handoko & Kurniawan, 2018), dengan judul “Penerapan Logika *Fuzzy* Mamdani Menentukan Kok Terbaik Bulutangkis”. Dalam jurnal ini logika *fuzzy* diimplementasikan untuk menentukan kualitas bola bulutangkis yang dikenal dengan kok. Metode yang digunakan adalah metode Mamdani karena menurut penulis jurnal metode Mamdani merupakan metode yang dapat menyelesaikan permasalahan mencari kok terbaik dengan perhitungan matematika. Variabel yang digunakan untuk mempertimbangkan kok bulutangkis terbaik adalah berat kok, diameter kok, ukuran kok, panjang bulu kok, bahan kok, label warna kok, merek kok dan kecepatan kok.

8. Berdasarkan jurnal (Maslim, Dwiandiyanta, & Susilo, 2018), dengan judul “Implementasi Metode Logika *Fuzzy* Dalam Pembangunan sistem Optimalisasi Lampu Lalu Lintas”. Dalam jurnal ini pengaturan lampu lalu lintas dikendalikan oleh sistem Logika *Fuzzy* dengan metode Mamdani. Variabel yang digunakan antara lain panjang antrian yang diatur, lebar jalan yang diatur, panjang antrian pada jalur selanjutnya, dan lebar jalan pada jalur yang diatur. Hasil keluaran dari sistem ini terbukti dapat membantu mengoptimalkan jumlah detik lampu hijau sesuai dengan kondisi persimpangan jalan.
9. Berdasarkan jurnal (Buana, 2012), dengan judul “Penerapan *Fuzzy* Mamdani untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Telepon Selular”. Dalam penelitian ini permasalahan yang diangkat adalah membangun sistem pengambilan keputusan untuk membantu memberikan pilihan ponsel bagi para konsumen berdasarkan kriteria yang diinginkan. Kriteria yang digunakan sebagai variabel yaitu berdasarkan pada harga, ukuran layar, dan kapasitas memori. Metode yang digunakan adalah metode Mamdani.

2.5 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran atau yang biasa disebut juga kerangka konseptual merupakan sebuah konsep atau gagasan yang didesain dalam bentuk alur diagram untuk menjelaskan urutan atau jalannya proses penelitian dari proses *input* sampai proses *output*.

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dibuat dari adanya masalah dalam menentukan tomat terbaik. Penulis menentukan beberapa variabel yang dijadikan sebagai input diantaranya variabel warna dan variabel ukuran. Kemudian variabel diatas akan dijabarkan lagi kedalam beberapa indikator sebagai nilai perbandingan. Misalkan variabel warna dengan indikator merah, kuning dan hijau. Variabel-variabel diatas dimasukkan ke dalam program *MATLAB* dan diproses menggunakan metode Mamdani untuk menentukan keluaran atau keputusan terbaik. Untuk hasil keluaran atau keputusan peneliti juga membagi beberapa indikator sebagai penentu kualitas tomat, yaitu bagus, sedang dan buruk

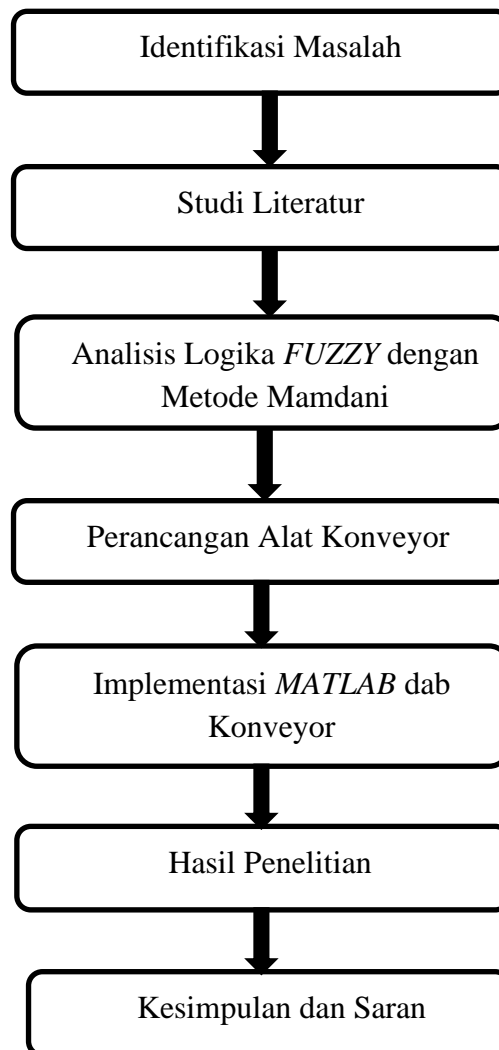


Gambar 2.22 Kerangka Pemikiran
Sumber: Data Penelitian (2020)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Berikut ini adalah gambar desain penelitian dalam penelitian ini.



Gambar 3.1 Desain Penelitian
Sumber: Data Penelitian (2020)

Berikut ini merupakan penjelasan dari gambar desain penelitian diatas:

1. Identifikasi Masalah

Merupakan tahap awal dalam sebuah penelitian dimana menemukan titik permasalahan yang akan dianalisis untuk lebih memahami permasalahan yang ada. Permasalahan dalam penelitian ini terletak pada penentuan untuk mencari kualitas buah tomat berdasarkan warna dan ukuran tomat itu sendiri.

2. Studi Literatur

Setelah permasalahan ditemukan dan diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah melakukan studi literatur baik itu dengan membaca buku yang relevan terhadap permasalahan maupun jurnal-jurnal penelitian terdahulu guna menjadi referensi dalam penelitian.

3. Analisis logika *fuzzy* dengan metode Mamdani

Data yang telah terkumpul akan dianalisis menggunakan aturan logika *fuzzy* dengan metode Mamdani untuk menentukan nilai dari kualitas buah tomat.

4. Perancangan Alat

Perancangan alat dalam bentuk konveyor sebagai mesin pemilah tomat secara otomatis. Dengan menggunakan *arduino*, sensor dan beberapa komponen elektronik lainnya yang saling terhubung.

5. Implementasi *MATLAB* dan Konveyor

Analisis data yang telah dilakukan sebelumnya akan diinput ke dalam *software* Matlab guna diolah menjadi sebuah informasi yang akan diterapkan ke dalam konveyor. *MATLAB* memiliki fasilitas *toolbox fuzzy* yang akan digunakan untuk membentuk himpunan *fuzzy*, membentuk aturan *fuzzy*, dan *defuzzifikasi*. Penarikan kesimpulan dalam *MATLAB* akan diimplementasikan ke dalam konveyor sebagai mesin pemilah buah tomat. Konveyor akan melakukan eksekusi sebagai hasil akhir penyortiran buah tomat yang berkualitas dengan yang tidak berkualitas.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan teknik yang digunakan peneliti dalam menyerap setiap data dan informasi yang akan dipakai untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian (Sugiyono, 2014). Pengumpulan data diperlukan guna mencari jawaban dari permasalahan dalam penelitian. Dalam pengumpulan data diperlukan teknik atau metode yang baik demi mencari data yang cocok untuk memecahkan masalah. Hal ini sering menjadi kendala dalam mengumpulkan data. Selain itu tidak tersedianya data yang diharapkan juga menjadi kendala dalam mengumpulkan data. Dalam penelitian ini, metode pengumpulan data dilakukan melalui wawancara terhadap pedagang tomat, studi pustaka dan observasi ke lapangan.

3.2.1 Wawancara

Wawancara merupakan kegiatan tanya jawab antara pewawancara dengan narasumber. Pewawancara merupakan orang yang membutuhkan informasi sedangkan narasumber merupakan sumber informasi. Dalam penelitian ini

narasumber adalah pedagang tomat di pasar jodoh Nagoya. Teknik wawancara dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Kegiatan dilakukan secara langsung apabila pewawancara tatap muka terhadap narasumber sedangkan tidak langsung apabila dilakukan melalui alat bantu seperti telepon. Teknik ini sangat bagus untuk mengumpulkan data karena langsung berhubungan dengan narasumber sehingga data yang diharapkan lebih akurat berdasarkan pengalaman narasumber. Kekurangannya adalah apabila narasumber tidak memberikan informasi dengan lengkap dan benar. Hal ini tentunya akan mempengaruhi keaslian informasi sebagai jawaban dari permasalahan.

3.2.2 Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan kegiatan pengumpulan data dengan merangkum informasi-informasi yang berhubungan dengan topik pembahasan melalui jurnal, buku, karya ilmiah dan sumber-sumber bacaan lainnya. Dalam penelitian ini, kegiatan studi pustaka dilakukan dengan membaca jurnal-jurnal penelitian yang relevan dan buku-buku terbaru agar pembahasan tidak melenceng jauh dari topik. Hal ini mengingat perkembangan dunia teknologi yang dari tahun ke tahun terus berkembang tentunya akan memberikan informasi yang berbeda dari tahun-tahun sebelumnya. Oleh karena itu sebelum melakukan studi pustaka, pastikan terlebih dahulu untuk memahami pokok permasalahan dan faktor-faktor yang berhubungan dengan permasalahan.

3.2.3 Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan terjun langsung ke lapangan untuk mengamati kejadian maupun peristiwa yang

sedang berlangsung. Dalam penelitian, observasi memberikan data yang lebih real kepada peneliti karena peneliti bisa lebih leluasa dalam mengambil data di lapangan. Kekurangannya data yang diharapkan tentunya lebih sedikit karena tidak adanya narasumber yang lebih spesifik memberikan data.

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan observasi langsung ke pasar basah yang ada di Nagoya, Batam. Observasi yang dilakukan dengan mengamati kegiatan yang dilakukan antara pedagang dengan pembeli. Melihat bagaimana pedagang memasarkan tomat dan bagaimana pembeli memilih tomat yang akan dipilih.

3.3 Operasional Variabel

Variabel merupakan ketetapan yang dibuat oleh peneliti dalam bentuk tidak terdefinisi yang akan dipelajari untuk mencari informasi yang terkait dengan permasalahan dalam penelitian (Sudaryono, 2016). Dalam penelitian ini variabel yang digunakan peneliti adalah variabel warna dan ukuran yang terdapat pada tomat. Berikut ini merupakan operasional variabel yang terdapat dalam penelitian ini.

Tabel 3.1 Variabel Input dan Output

Variabel	Operasional <i>Input</i>	Operasional <i>Output</i>
Menentukan Kualitas Tomat	Warna	Kualitas Tomat
	Ukuran	

Sumber: Data Penelitian (2020)

Dalam penelitian ini, peneliti membuat dua jenis variabel yaitu variabel *input* dan variabel *output*.

3.4 Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini terdapat dua perancangan antara lain perancangan sistem *Fuzzy logic* dan perancangan alat.

3.4.1 Perancangan Sistem *Fuzzy Logic*

Perancangan sistem pada *fuzzy logic* merupakan perancangan yang diilustrasikan dalam bentuk bagan alur untuk menjelaskan keseluruhan proses yang telah dilakukan.

1. *Fuzzyfikasi*

Fuzzyfikasi merupakan tahapan pembentukan himpunan *fuzzy* baik pada variabel *input* maupun variabel *output* (jurnal sundari retno andani). Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel *input* dan 1 variabel *output*.

Tabel 3.2 Semesta Pembicaraan

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
<i>Input</i>	Warna	[0-90]
	Ukuran	[0-130]
<i>Output</i>	Kualitas	[0-10]

Sumber: Data Penelitian (2020)

Setelah semesta pembicaraan pada setiap variabel ditentukan, kemudian melakukan himpunan *fuzzy* untuk menentukan rentang nilai domain keadaan pada setiap variabel.

Tabel 3.3 Domain

Fungsi	Nama Variabel	Himpunan	Semesta Pembicaraan	Domain
<i>Input</i>	Warna	Hijau	[0-90]	[0 17,5 35]
		Kuning		[25 45 65]
		Merah		[55 72,5 90]
	Ukuran	Kecil	[0-130]	[0 30 60]
		Sedang		[50 70 90]
		Besar		[80 105 130]
<i>Output</i>	Kualitas	Buruk	[0-10]	[0 2 4]
		Sedang		[3 5 7]
		Bagus		[6 8 10]

Sumber: Data Penelitian (2020)

Tabel domain merupakan tabel himpunan kabur untuk setiap variabel. Variabel input terdiri atas 2 yaitu, variabel warna dan variabel ukuran. Variabel warna memiliki 3 himpunan yaitu, himpunan hijau dengan domain [0 17,5 35], himpunan kuning dengan domain [25 45 65] dan himpunan merah dengan domain [55 72,5 90]. Untuk variabel ukuran juga memiliki 3 himpunan yaitu, himpunan kecil dengan domain [0 30 60], himpunan sedang dengan domain [50 70 90] dan himpunan besar dengan domain [80 105 130]. Sedangkan variabel *output* terdiri atas himpunan buruk dengan domain [0 2 4], himpunan sedang dengan domain [3 5 7] dan himpunan bagus dengan domain [6 8 10].

2. *Inference*

Inference merupakan tahapan melakukan aturan-aturan kabur untuk menentukan nilai masukan dan keluaran menjadi nilai keputusan terbaik. Aturan-aturan tersebut berupa pernyataan kualitatif yang ditentukan dalam bentuk *if-then*. Adapun aturan-aturan yang terbentuk dalam penelitian ini adalah:

Tabel 3.4 Aturan Kabur

NO	Aturan	Keputusan
R1	Jika warna Hijau dan ukuran Kecil	Buruk
R2	Jika warna Hijau dan ukuran Sedang	Buruk
R3	Jika warna Hijau dan ukuran Besar	Buruk
R4	Jika warna Kuning dan ukuran Kecil	Buruk
R5	Jika warna Kuning dan ukuran Sedang	Sedang
R6	Jika warna Kuning dan ukuran Besar	Sedang
R7	Jika warna Merah dan ukuran Kecil	Sedang
R8	Jika warna Merah dan ukuran Sedang	Bagus
R9	Jika warna Merah dan ukuran Besar	Bagus

Sumber: Data Penelitian (2020)

3. Komposisi Aturan

Komposisi aturan diperoleh dari variabel *output* setelah memasukkan setiap nilai pada variabel *input*. Solusi yang digunakan pada metode Mamdani untuk komposisi aturan adalah dengan metode Max, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy* untuk di lakukan *defuzzyfikasi*.

4. Penegasan (*Defuzzyfikasi*)

Setelah daerah komposisi aturan telah diperoleh langkah selanjutnya melakukan *defuzzyfikasi* untuk memperoleh nilai tegas dari himpunan *fuzzy*. Pada penelitian ini cara yang digunakan untuk *defuzzyfikasi* adalah dengan cara metode *centroid* atau titik pusat daerah *fuzzy*.

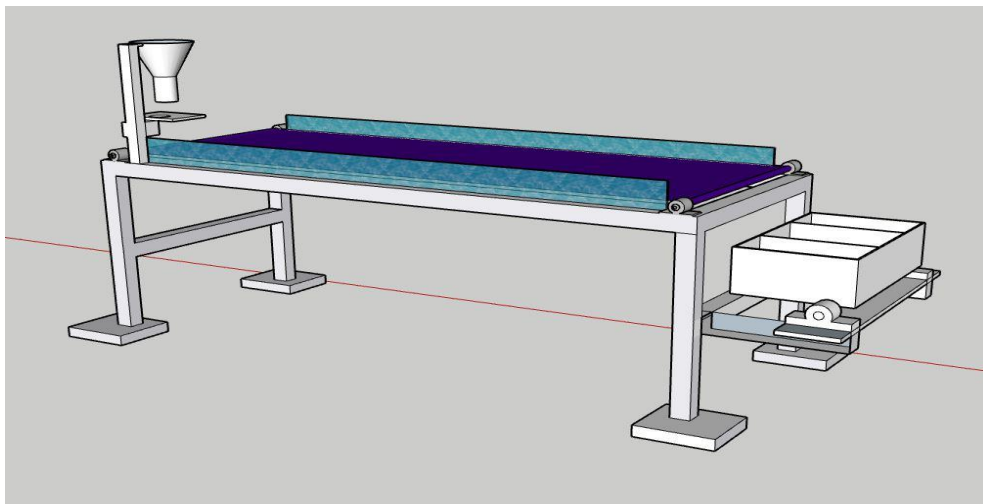
3.4.2 Perancangan Alat

Perancangan alat merupakan tahapan mendesain alat yang akan bekerja dalam sistem sortasi tomat. Secara garis besar perancangan alat dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan mekanik dan perancangan elektrik.

Perancangan alat merupakan tahapan perancangan konstruksi baik dalam bentuk mekanik maupun elektrik. Perancangan secara mekanik bertujuan untuk membuat konstruksi alat berupa *prototype* konveyor yang dibuat menggunakan besi, *acrylic*, kain jok motor, papan dan lain sebagainya. Sedangkan perancangan secara elektrik bertujuan untuk menghubungkan keseluruhan komponen elektronik yang akan dihubungkan ke *arduino*. Komponen-komponen elektronik ini harus dirangkai dan dihubungkan menjadi rangkaian listrik agar dapat menjalankan konveyor.

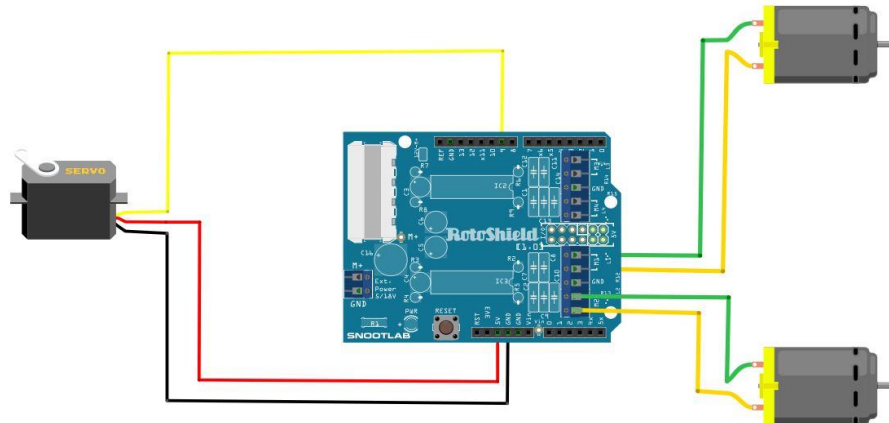
Komponenn-komponen yang dirancang secara elektrik antara lain *arduino* UNO, motor servo MG996R 180°, power *supplay* 24V-5A, sensor TCS3200, sensor *load cell weighing* 1Kg, motor DC *gearbox* 25GA370, dan *adaptor*, *flexible coupling* D19 L25 5x8 mm.

a. Desain Mekanik

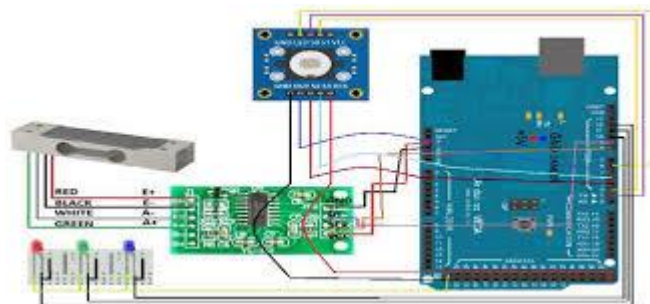


Gambar 3.2 Desain Konveyor
Sumber: Data penelitian (2020)

b. Desain Elektrikal



Gambar 3.3 Desain Elektrikal Motor *Servo* dan Motor DC
Sumber: Data Penelitian (2020)

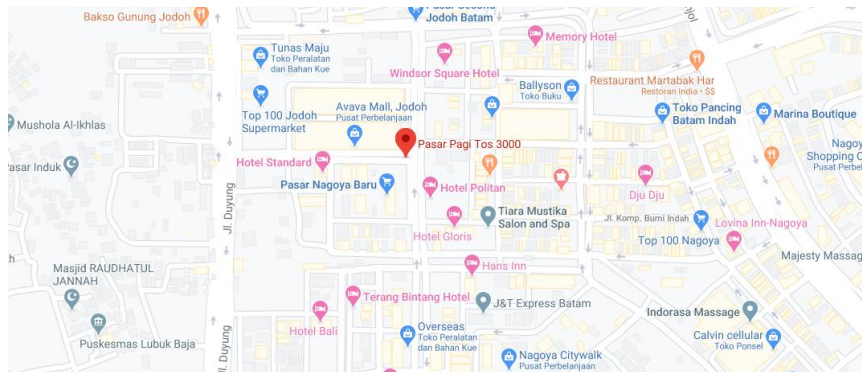


Gambar 3.4 Desain Elektrikal Sensor Warna dan Berat
Sumber: <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/download/4692/2189>

3.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian

3.5.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di pusat pasar tradisional yang ada di kota Batam yaitu pasar pagi tos 3000 Jodoh, Nagoya.



Gambar 3.5 Lokasi Penelitian

Sumber:

<https://www.google.com/maps/place/Pasar+Pagi+Tos+3000/@1.1466137,104.0035598,17z/data=!3m1!4m5!3m4!1s0x31d98a28475d0603:0x9d157dc00f20bb64!8m2!3d1.1466137!4d104.0057485>

3.5.2 Jadwal Penelitian

Adapun jadwal penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.5 Jadwal Penelitian

Waktu kegiatan	Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penentuan Judul																								
Penyusunan BAB I																								
Penyusunan BAB II																								
Penyusunan BAB III																								
Penyusunan BAB IV																								
Penyusunan BAB V																								
Pengumpulan Skripsi																								

Sumber: Data Penelitian (2020)