

**IMPLEMENTASI METODE LOGIKA *FUZZY* SUGENO PADA
ALAT PENYORTIR BUAH TOMAT BERBASIS
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

SITI SUMITA HARAHAP

NIM. 0701163064



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

**IMPLEMENTASI METODE LOGIKA *FUZZY* SUGENO PADA
ALAT PENYORTIR BUAH TOMAT BERBASIS
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Komputer

SITI SUMITA HARAHAHAP

NIM. 0701163064



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp :-

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengatakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama : Siti Sumita Harahap
Nomor Induk Mahasiswa : 0701163064
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul : Implementasi Metode Logika *Fuzzy* Sugeno
Pada Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis
Mikrokontroler

Dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Medan, 29 Maret 2021

15 Syakban 1442 H

Komisi Pembimbing

Pembimbing Skripsi I



Dr. Mhd. Furqan, S.Si., M.Comp. Sc
NIP. 19800806 200604 1 003

Pembimbing Skripsi II



Rakhmat Kurniawan R, S, T., M. Kom
NIP. 19850316 201503 1 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Sumita Harahap
Nomor Induk Mahasiswa : 0701163064
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul : Implementasi Metode Logika *Fuzzy* Sugeno
Pada Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis
Mikrokontroler

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing sudah disebutkan dari mana sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan plagiarisme dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik saya, dan menerima sanksi lainnya sesuai dengan ketentuan yang telah berlaku.

Medan, 29 Maret 2021



Siti Sumita Harahap
Nim. 0701163064



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235

Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683

Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: B.039/ST/ST.V.2/PP.01.1/03/2022

Judul : Implementasi Metode Logika *Fuzzy* Sugeno Pada Alat
Penyortir Buah Tomat Berbasis Mikrokontroler.
Nama : Siti Sumita Harahap
Nomor Induk Mahasiswa : 0701163064
Program Studi : Ilmu Komputer
Fakultas : Sains Dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Ilmu Komputer
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Rabu, 31 Maret 2021
Media : Zoom Meeting

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

Ilka Zufria, M. Kom
NIP. 198506042015031006

Dewan Penguji,

Penguji I,

Dr. Mhd. Furqan, S.Si, M.Comp.Sc.
NIP. 198008062006041003

Penguji II,

Rakhmat Kurniawan R, S.T, M.Kom
NIP. 198503162015031003

Penguji III,

Sriani, M.Kom.
NIB.1100000108

Penguji IV,

Abdul Halim Hasugian, M.Kom
NIB. 1100000113

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. Mhd. Syahnan, M.A
NIP. 196609051991031002

ABSTRAK

Seperti yang telah diketahui bahwa buah tomat itu memiliki mutu dan memiliki warna kematangan yang sangat berbeda – beda, bagi seorang petani sangat perlu untuk menyortir buah tomat karena dengan begitu petani bisa menargetkan pemasaran buah tomat dikalangan pasaran, supermarket, dll. Menyortir buah tomat secara manual membutuhkan konsentrasi yang baik agar tidak menimbulkan kesalahan penyortiran, namun terkadang konsentrasi bisa saja bekurang karena terlalu lama duduk dll, sehingga terjadi penyortiran secara suka – suka tanpa memperhatikan kalangan buah tomat tersebut dan hal ini juga dapat menyita waktu yang lama. Untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan menawarkan pembuatan alat penyortir buah tomat secara otomatis dengan menerapkan metode logika *fuzzy* sugeno, yang mana metode ini merupakan metode samar yang memiliki arti suatu nilai bisa bernilai antara benar dan salah. Dengan adanya alat ini dapat mengatasi permasalahan penyortiran buah tomat dan dapat meminimalisir waktu. Metode logika *fuzzy* sugeno ini digunakan serta dimanfaatkan dalam memproses nilai buah tomat yang berupa nilai RGB. Hasil dari keluaran penelitian ini adalah alat yang mampu menyortir buah tomat sesuai dengan kondisi yaitu matang, setengah matang, dan mentah.

Kata Kunci : Logika *Fuzzy* Sugeno, Sensor warna TCS3200, Kondisi Buah Tomat

ABSTRACT

As it is well known that tomatoes have different qualities and ripeness colors, it is very necessary for a farmer to sort the tomatoes because so farmers can market tomatoes in the market, supermarkets, etc. Sorting tomatoes manually requires good concentration so as not to cause error in sorting, but sometimes the concentration may decrease due to sitting too long, etc, so that sorting occurs arbitrarily without paying attention to the tomato fruit group and can take quite a long time. One solution that is offered to solve this problem is to create an automatic tomato sorter by applying the Sugeno *fuzzy* logic method, which is a vague method, which means that a value can be between true and false. With this tool, it can solve the problem of sorting tomatoes as you like and can minimize time. Sugeno *fuzzy* logic method is used to process the value of tomatoes in the form of RGB values. The output of this research is a tool capable of sorting tomatoes according to the conditions of ripe, half ripe, and raw tomatoes.

Keywords: *Fuzzy* Sugeno Logic, TCS3200 color sensor, Tomato Fruit Condition

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT, yang sudah memberikan nikmat kesehatan dan nikmat kesempatan kepada penulis sehingga penulis mampu dalam menyelesaikan proposal skripsi ini, yang mana skripsi ini berjudul "Implementasi Metode Logika *Fuzzy* Sugeno Pada Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Mikrokontroler" dan tidak lupa juga sholawat dan salam penulis sanjungkan kepada Nabi besar yaitu Nabi Muhammad SAW“ *Allahumma shalli wa sallim wa baarik'alaih*” mudah – mudahan kita semua mendapat safa'atnya dihari kemudian Aamiin.

Ucapan terima kasih yang setulusnya penulis berikan kepada Ayahanda Alm. Muhodum Harahap dan Ibunda yang paling penulis sayangi Diana Siregar berkat beliau penulis bukanlah apa – apa. Merekalah yang sudah bersusah payah membantu penulis untuk mendapatkan gelar sarjana ilmu komputer ini, segenap cinta dan kasih sayang serta perhatian moril maupun materil mereka curahkan. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan, serta karunia dan keberkahan di dunia dan di akhirat atas segala kebaikan yang telah diberikan terhadap penulis.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tersusunnya proposal skripsi ini berkat dukungan dan bimbingan serta motivasi yang kuat dari berbagai segala pihak, sehingga dengan keikhlasan dan kerendahan hati pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya terhadap kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Syahrin Harahap, M.A, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Mhd. Syahnan, M.A, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
3. Bapak Ilka Zufria, M.Kom selaku Ketua Program studi Ilmu Komputer
4. Bapak Dr. Mhd Furqan, S,Si., M.Comp.Sc sebagai dosen pembimbing skripsi I yang telah berkontribusi membantu penulis dalam memberikan ide,

saran, kritik, dan bimbingannya kepada penulis selama penulis mengerjakan proposal skripsi ini

5. Bapak Rakhmat Kurniawan R,S.T., M.Kom sebagai dosen pembimbing skripsi II yang telah berkontribusi membantu penulis dalam memberikan ide, saran, kritik, dan bimbingannya kepada penulis selama penulis mengerjakan proposal skripsi ini.
6. Bapak Armansyah, M.Kom, selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah berkontribusi membantu penulis dalam bimbingannya selama delapan semester ini.
7. Seluruh tenaga pengajar dan pegawai program studi S1 Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
8. Teman – teman kelas Ilmu Komputer 1 sampai Ilmu Komputer 4 yang selalu memberikan dukungan serta arahan kepada penulis. Terkhususnya kepada Muhammda Reza, Nurul Hadi Muliani, Misyah Nashih Ulwan, Fahrizal Alwafi Chandra, Mey Hendra Putra Sirait, Uswatun Hasanah, dan Yulia Rizky.
9. Kepada keluarga yang memberikan dukungan serta Do'a.
10. Dan semua pihak yang telah membantu penulis namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata dari penulis, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Masi banyak kalimat yang tersusun tidak sesuai. Dan disini, penulis mohon maaf seta mengharapkan saran dan kritiknya yang sifatnya membangun serta memotivasi penulis agar lebih teliti dalam menyampaikan perkataan maupun materi. Semoga skripsi yang penulis buat ini dapat bermanfaat untuk kita semua. Aamiin Ya Rabbal'alamin.

Medan, Maret 2021

Hormat Saya



Siti Sumita Harahap

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
LAMPIRAN – LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II Tinjauan Pustaka	5
2.1 Buah Tomat	5
2.2 Representasi Warna	6
2.3 Histogram Pada Citra	7
2.4 Logika <i>Fuzzy</i>	8
2.4.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	9
2.4.2 Fungsi Keanggotaan	11
2.4.3 Representasi Linear	12
2.5 Operator Dasar Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	14
2.6 Fungsi Implikasi	15
2.7 Metode Logika <i>Fuzzy</i> Sugeno	15
2.7.1 Sistem Inferensi Metode <i>Fuzzy</i> Sugeno Orde – Nol	15
2.8 Mikrokontroler	18
2.9 Arduino	18

2.10 Sensor Warna TCS3200	20
2.11 Defenisi <i>Conveyor</i>	21
2.12 <i>Flowchart</i>	21
2.12 Penelitian Terkait	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	24
3.2 Bahan Dan Alat	24
3.2.1 Alat Perangkat Lunak	24
3.2.2 Alat Perangkat Keras	25
3.3 Prosedur Kerja	25
3.3.1 Tahap Persiapan	27
3.3.2 Tehnik Pengumpulan Data.....	27
3.3.3 Analisis Kebutuhan	27
3.3.4 Analisis Kebutuhan Fungsi	27
3.3.5 Analisis Kebutuhan <i>Input</i>	28
3.3.6 Analisis Kebutuhan <i>Output</i>	28
3.4 Tahap Persiapan	28
3.5 Tahap Perancangan.....	30
3.5.1 Rangkaian Sensor TCS3200 Dengan Arduino	30
3.5.2 Rangkaian Servo Dengan Arduino	32
3.5.3 Rangkaian Motor Penggerak Konveyor Dengan Arduino.....	33
3.5.4 Rangkaian Keseluruhan Alat Kontrol Penyortir Buah Tomat	33
3.6 <i>Flowchart</i> Sistem	34
3.6.1 <i>Flowchart</i> Identifikasi Kematangan Buah Tomat.....	34
3.6.2 <i>Flowchart</i> Sistem Metode Logika <i>Fuzzy</i> Sugeno	35
3.6.3 <i>Flowchart</i> Sistem Alat Penyortir Buah Tomat	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Pembahasan	38
4.1.1 Analisis Data	38
4.1.2 Representasi Data.....	39

4.2 Perancangan <i>Hardware</i>	48
4.3 Pengujian	52
4.3.1 Pengujian Sensor TCS3200	53
4.3.2 Pengujian Motor Servo	54
4.3.3 Pengujian Motor DC 12V	56
4.3.4 Proses Pengujian Fuzzifikasi	59
4.3.5 Proses Pengujian Defuzzifikasi.....	60
4.3.6 Pengujian Penyortiran Buah Tomat Mentah.....	61
4.3.7 Pengujian Penyortiran Buah Tomat Setengah Matang	63
4.3.8 Pengujian Penyortiran Buah Tomat Matang.....	66
4.4 Hasil Perancangan Keseluruhan Alat.....	68
4.5 Penerapan	69
BAB V KESIMPULAN	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN - LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Vektor Komponen RGB.....	7
2.2	Daftar <i>Flowchart</i>	21
3.1	Perencanaan.....	24
3.2	Alat Perangkat Keras	25
3.3	Konfigurasi Dan Keterangan Pin Sensor & Arduino.....	31
3.4	Konfigurasi Dan Keterangan Pin Motor Servo & Arduino	32
4.1	Data Semesta <i>Fuzzy</i>	40
4.2	<i>Rule Base Sistem</i>	44
4.3	Hasil Pengujian Sensor	54
4.4	Hasil Pengujian Defuzifikasi	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	1Ilustrasi Komponen Warna RGB	7
2.2	Histogram Pada Warna RGB	8
2.3	Representasi Linear Naik	12
2.4	Representasi Linear Turun	12
2.5	Representasi Kurva Segitiga	13
2.6	Grafik Fungsi Keanggotaan Singleton	17
2.7	Arduino Uno	20
2.8	Sensor Warna TCS3200.....	21
3.1	Tahap Persiapan	26
3.2	Blok Diagram Sistem	29
3.3	Prototype Rancangan Yang Diajukan	30
3.4	Rangkaian Sensor Warna TCS320 Dengan Arduino	31
3.5	Rangkaian Motor Servo Dengan Arduino.....	32
3.6	Rangkaian Motor Penggerak Konveyor Dengan Arduino	33
3.7	Rangkaian Seluruhan Alat Kontrol Penyortir Buah Tomat	34
3.8	<i>Flowchart</i> Identifikasi Kematangan Buah Tomat.....	35
3.9	<i>Flowchart</i> Sistem Metode Logika <i>Fuzzy</i> Sugeno	36
3.10	<i>Flowchart</i> Sistem Alat Penyortir Buah Tomat	37
4.1	Grafik Himpunan Fungsi <i>Red</i> (R).....	40
4.2	Grafik Fungsi <i>Green</i> (G).....	41
4.3	Grafik Fungsi <i>Blue</i> (B).....	43
4.4	Hasil Rancangan Sensor TCS3200	48
4.5	Hasil Rancangan Motor Servo	49
4.6	Rancangan Rangkaian L298D.....	50
4.7	Hasil Rancangan Relay	50
4.8	Hasil Rancangan Relay	51
4.9	Rancangan Keseluruhan alat	52
4.10	Pengujian Sensor TCS3200	53

4.11	Coding Program Menguji Arah Putaran Motor Servo	55
4.12	Hasil Pengujian Servo Pada Sudut Putaran 120^.....	55
4.13	Pengujian Motor Servo Pada Putaran 13^.....	56
4.14	Hasil Pengujian Motor DC Maju	57
4.15	Hasil pengujian motor DC putaran mundur	58
4.16	Hasil Pengujian Motor DC Berhenti	59
4.17	Hasil Fuzzifikasi Ketika Tidak Mendeteksi Tomat	59
4.18	Hasil Fuzzifikasi Ketika Mendeteksi Tomat Matang.....	60
4.19	Hasil Fuzzifikasi Ketika Mendeteksi Tomat Mentah.....	60
4.20	Deteksi Warna Buah Tomat	62
4.21	Tomat Dimasukkan Kedalam Penampung Konveyor	62
4.22	Hasil Pengujian Buah Tomat Mentah	63
4.23	Proses Deteksi Warna Buah Tomat.....	64
4.24	Buah Tomat Dimasukkan Kedalam Penampung Konveyor	65
4.25	Hasil Pengujian Buah Tomat Setengah Matang.....	65
4.26	Proses Deteksi Warna Buah Tomat.....	66
4.27	Buah Tomat Dimasukkan Kedalam Penampun	67
4.28	Hasil Pengujian Buah Tomat Matang	67
4.29	Hasil Pembuatan Alat Penyortir Buah Tomat.....	68
4.30	Alat Penyortir Buah Tomat	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1.	Uji Coba Tingkat Keberhasilan Alat Penyortir Buah Tomat
2.	Listing Program Arduino Alat Penyortir Buah Tomat
3.	Kartu Bimbingan
4.	Daftar Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dalam ayat – ayat Al-qur'an Allah sudah banyak menjelaskan mengenai ilmu pengetahuan, Bahwa Allah mengajarkan (memberi) ilmu kepada manusia yang mana ilmu tersebut tidak Allah berikan kepada Malaikat. Allah mengetahui segalanya yang terlahir maupun juga yang tersembunyi (di dalam hati) dan ilmu Allah itu sangatlah luas dan meliputi semua rahasia yang ada dilangit dan yang ada dibumi. Ilmu yang Allah berikan kepada manusia hanyalah sebagian kecil saja dari seluruh ilmu yang Allah miliki, tertera di dalam ayat suci Al'Qur – an Surat Ar-Rahman ayat 33.

يَمَعَشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنْسِ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانْفُذُوا لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ

Artinya = " Wahai jema'ah jin dan manusia, jika kamu mampu menembus (melintas) sudut - sudut langit dan bumi, maka lintasilah. Kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan (dari Allah)".

Buah tomat salah satu hasil pertanian di Indonesia yang menjadi unggulan, buah tomat termasuk tanaman dari *family Solanaceae*, yaitu yang memiliki bunga seperti trompet. Kemudian memiliki karakter, warna, rasa, dan tekstur yang sangat beragam, bentuknya ada yang bulat, bulat pipih, keriting, atau seperti bola lampu. Warna buah sangatlah bervariasi dari warna kuning, orange, sampai merah, tergantung dari jenis pigmen yang dominan, rasanya pun juga bervariasi, dari asam hingga manis. Buahnya tersusun dalam tandan. Keseluruhan buahnya memiliki daging dan banyak mengandung air. (Iwanudin, 2010)

Namun saat panen tiba, buah tomat sangat perlu untuk di sortir karena dengan disortir kita bisa mengetahui target pemasaran yang akan dilakukan para petani. Pada penyortiran buah tomat petani masi kerap melakukannya dengan sacara

manual, maka dari itu penulis ingin memanfaatkan perkembangan teknologi yang semakin canggih untuk membuat alat penyortir buah tomat. Dampak dari perkembangan teknologi sangat berpengaruh dalam kehidupan sehari – hari, karena dapat meringankan segala pekerjaan manusia di berbagai segala aspek kehidupan sehingga menjadi lebih baik pada segi manfaat dan waktu. Salah satu yang berkembang pada saat ini adalah pengolahan citra (*image processing*), yang mana pengolahan citra ini memiliki peran yang sangat penting dalam bidang keilmuan, seperti matematika, fotografi, fisika, elektronika, dan seni. Dan pada saat ini aplikasi yang dihasilkan dari pengolahan citra dapat diaplikasikan hampir diseluruh bidang kehidupan.

Dengan demikian pemanfaatan pengolahan citra ini yang diterapkan dalam alat penyortir buah tomat ini merupakan salah satu bentuk tehnik yang digunakan untuk mengenali kematangan buah tomat berdasarkan warna.

Alat penyortir buah tomat ini sengaja di buat untuk membedakan kematangan buah tomat berdasarkan warna yang dimiliki, guna untuk memisahkan setiap buah tomat tersebut, dengan begitu akan mudah menentukan pemasaran produk sesuai dengan jarak pasar dari lokasi kebun agar lebih tepat sasaran atau bisa dikatakan jika pasar jauh maka buah tomat yang mentah yang akan di bawa, karena kalau yang matang bisa saja buah tomat akan membusuk terlebih dahulu sebelum diperjual belikan.

Pada penelitian sebelumnya penulis sudah menemukan beberapa jurnal salah satunya yang mengenai pengenalan kematangan buah tomat dengan menggunakan metode *Backpropagation* dan rancang bangun alat penyortir buah tomat berbasis metode jaringan syaraf tiruan menggunakan nodemcu. Namun disini penulis akan menerapkan metode Logika *Fuzzy* Sugeno. Dimana metode ini sudah sesuai dengan yang peneliti butuhkan karena metode Logika *Fuzzy* Sugeno merupakan metode yang samar yang tidak hanya hitam dan putih melainkan ada abu – abu nya. Untuk citra objek akan dideteksi nilai komposisi warna RGB - nya dengan menggunakan sensor warna TCS3200.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan dalam proposal skripsi ini adalah sebagai berikut:

- 1 Bagaimana cara membuat alat penyortir buah tomat berdasarkan warna?
- 2 Bagaimana cara menerapkan metode logika *fuzzy* sugeno dalam menentukan warna?
- 3 Bagaimana cara kerja alat – alat yang tersusun dalam pembuatan mesin penyortir buah tomat?

1.3 Batasan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka perumusan perancangan alat penyorti buah tomat difokuskan pada aspek sebagai berikut:

- 1 Metode yang digunakan adalah metode logika *fuzzy* sugeno.
- 2 Pembuatan alat penyortiran buah tomat ini hanya berdasarkan warna yang telah ditentukan yaitu sebagai berikut: Mentah, Setengah Matang, Matang.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari proyek akhir ini yang berjudul “ Implementasi Metode Logika *Fuzzy* Sugeno Pada Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Mikrokontroler bisa dilihat dibawah ini:

1. Untuk mengetahui lebih jelas mengenai cara kerja metode logika *fuzzy* sugeno dalam menentukan warna
2. Untuk memahami konsep – konsep dasar teori logika *fuzzy* sugeno.
3. Menghasilkan alat yang akan digunakan untuk menyortir buah tomat dengan memanfaatkan perkembangan teknologi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang mampu diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penyortiran buah tomat dilakukan secara otomatis sehingga buah tomat tidak perlu disortir lagi secara manual.

2. Mempermudah proses kerja manusia dalam menyortir buah tomat.
3. Mempermudah manusia untuk menentukan pemasaran buah tomat.
4. Mengetahui proses pembuatan alat penyortir buah tomat berdasarkan warna dengan metode logika *fuzzy* sugeno, dan mengetahui bagaimana cara kerja alat yang lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Tomat

Tomat (*Lycopersicum Esculentum*) merupakan tanaman hortikultura dari *famili nightshade* yang sangat umum dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Tomat itu ada dua macam yaitu tomat buah dan tomat sayur. Pada tomat buah ditandai dengan bentuk yang hampir lonjong dengan lapisan yang sangat tebal, sedangkan pada tomat sayur ditandai dengan kulit yang bulat dan tipis. Tomat pada umumnya dapat dimakan langsung dan diproses sebelum dimasak. Tomat yang digunakan untuk penelitian dan pengujian alat ini adalah tomat sayur. (Thiang, 2008)

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman tomat bergantung pada faktor alam suhu dan udara. Namun faktor yang sangat mempengaruhi dalam perkembangan tanaman tomat adalah suhu dan panjang hari, sedangkan pada pertumbuhan hampir semua unsur cuaca sangat mempengaruhinya. (Ela Kartika, 2015)

Tomat dapat ditanam dimana saja, dan dapat hidup di dataran rendah maupun didataran tinggi. Waktu terbaik untuk menanam tomat adalah dua bulan sebelum musim hujan hingga akhir musim kemarau atau akhir musim hujan. Tomat merupakan sayuran favorit karena rasanya yang gurih dan sedikit asam. Tomat banyak mengandung vitamin A, vitamin C, namun sedikit mengandung vitamin B. Tomat mengandung vitamin A dua sampai tiga kali lebih banyak dari pada semangka. (Nugraha, 2018)

Seperti yang telah kita ketahui bahwa buah tomat memiliki warna yang sangat unik dan beragam namun tomat juga memiliki sifat yang mudah rusak jika penanganannya tidak tepat dan akan terjadi penurunan mutu seperti membusuk duran tidak segar lagi, sehingga kualitas tomat menurun, jika kualitas tomat menurun maka akan sangat mempengaruhi nilai gizi dan nilai *eukonomis* yang terkandung di dalamnya.

2.2 Representasi Warna

Warna adalah respon fisiologis terhadap intensitas cahaya yang berbeda. Persepsi warna dalam pengolahan citra bergantung pada tiga faktor, yaitu permukaan objek yang menentukan warna cahaya yang dipantulkan (*spectral reflectance*), kandungan warna cahaya yang menyinari permukaan objek (*spectral content*), dan daya tanggap terhadap warna dari citra sistem pencitraan sensor (respon spektral) (Rizki, 2018)

Biasanya visual citra yang berwarna (*color image*) lebih banyak di gunakan dibandingkan dengan citra yang grayscale, karena gambar berwarna lebih baik dari pada gambar skala abu-abu. Gambar berwarna menunjukkan warna sebenarnya dari objek, meskipun hal ini tidak selalu terjadi (Priyanto Hidayatullah. 2017).

Representasi warna pada dasarnya terbagi atas tiga bagian yaitu warna yang paling utama yang dimiliki oleh sebuah citra yakni, merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*). Perpaduan warna inilah yang akan digunakan untuk membuat beraneka ragam warna lainnya menurut intensitas dari masing – masing warna tersebut, beserta intensitas cahaya tertentu hingga membangun suatu citra maka saat digabungkan ketiga warna RGB ini dengan intensitas minimal maka bakal membangun warna hitam. (Rizki, 2018)

Pada suatu citra rentang nilai yang dimiliki oleh citra RGB berisi setiap piksel citra yang akan dimulai dari 0 sampai 225. bentuk warna RGB mampu direpresentasikan dalam format indeks warna dengan sistem menormalisasi setiap anggota warna RGB tersebut dengan persamaan sebagai berikut; (Rizki, 2018)

$$r = \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$g = \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan;

r = merupakan nilai warna merah

R = nilainya warna merah pada citra

g = merupakan nilai warna hijau

G = nilainya warna hijau pada citra

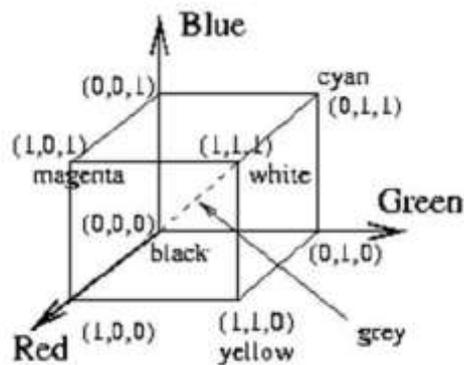
b = merupakan nilai warna biru

B = nilainya warna biru pada citra

Berikut adalah tabel pada vektor anggota citra RGB yang ditunjukkan pada tabel 2.1 kemudian gambar ilustrasinya ditunjukkan pada gambar 2.1 (Rizki, 2018)

Tabel 2.1 Vektor Anggota RGB

Warna	Vektor (R, G, B)
Merah	(1,0,0)
Hijau	(0,1,0)
Biru	(0,0,1)
Putih	(1,1,1)
Hitam	(0,0,0)

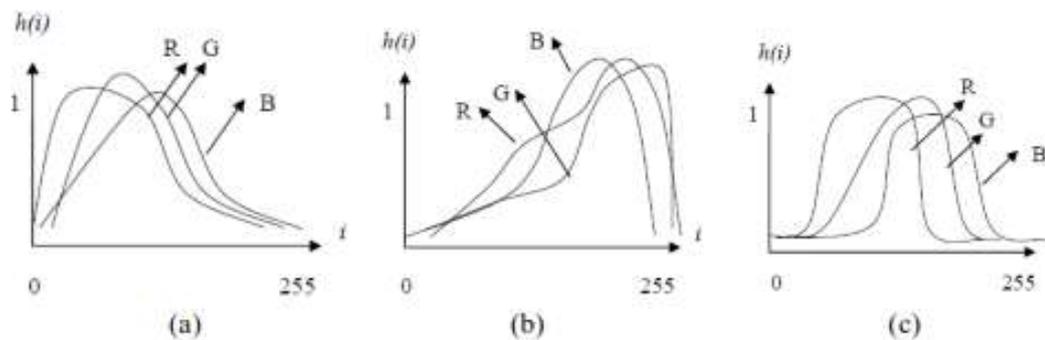


Gambar 2.1 Ilustrasi Anggota Warna RGB

2.3 Histogram Pada Citra

Sistem warna mewujudkan salah satu karakteristik yang bisa dipakai didalam bentuk tembalik citra. Sistem warna bisa direpresentasikan kedalam wujud histogram. Histogram warna merepresentasikan pembagian jumlah piksel kepada masing – masing intensitas warna didalam citra. Untuk mendeskripsikan histogram, warna di kuantisasi menjadi jumlah level diskrit, selanjutnya untuk masing – masing tingkatan dihitung jumlah piksel yang nilainya ssesuai. (Acharya, 2009)

berdasarkan Gambar 2.2 menjelaskan bahwasanya konfigurasi dari warna yang ditunjukkan melalui histogram $h(i)$. Pada range nilai yang dimiliki oleh RGB, jika kemunculan nilai $h(i)$ cenderung mendekati 0 maka citra tersebut gelap. Sedangkan jika $h(i)$ cenderung mendekati nilai 255 maka citra tersebut disebut terang. Sehingga untuk mendapatkan citra dengan kualitas baik maka distribusi nilai $h(i)$ atau pada histogram haruslah merata pada setiap pikselnya. (Roynaldi, 2018)



Gambar 2.2 Histogram Warna RGB, (A) Citra Gelap, (B) Citra Terang, (C) Citra Normal

2.4 Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* adalah cabang dari komputasi lunak. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Lothfi A. Zadeh, seorang profesor ilmu komputer di *University of California*, Buckley. Logika *fuzzy* adalah teori himpunan logis yang bertujuan untuk mengatasi konsep nilai yang ada antara benar dan salah. (Irwansyah, 2015)

Logika *fuzzy* sistem kecerdasan buatan yang mensimulasikan kemampuan berpikir manusia dan diterapkan dalam bentuk algoritma yang dieksekusi oleh mesin. Algoritma ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi pengolahan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam format biner. Logika *fuzzy* menafsirkan pernyataan ambigu dalam arti logis. (Irwansyah, 2015)

Fuzzy secara linguistik didefinisikan sebagai kabur atau ambigu. Artinya, nilainya bisa benar atau salah pada waktu yang sama. Logika *fuzzy* adalah logika yang memiliki nilai ambiguitas atau ketidakjelasan antara yang benar dan yang salah. Dalam teori logika *fuzzy*, nilai dapat bernilai benar atau salah pada saat yang bersamaan. Tetapi seberapa besar kebenaran dan kesalahan tergantung pada bobot

keanggotaannya. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 (nol) hingga 1 (1), dan logika *fuzzy* menunjukkan rentang nilai benar dan rentang nilai salah. Logika *fuzzy* adalah cara mudah untuk memetakan ruang input ke ruang output, dengan nilai kontinu *fuzzy* yang dinyatakan dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran. Jadi dapat dikatakan bahwa ada sesuatu yang sebagian benar dan pada saat yang sama sebagian salah. (Kusumadewi, 2002)

Logika *fuzzy* menjadikan nilai keanggotaan dari 0 (nol) hingga 1 (1), skala abu – abu, hitam putih, dan format bahasa. Sisi positif dari teori logika *fuzzy* adalah kemampuan proses berpikirnya, sehingga rancangan yang dibuat tidak memerlukan rumus – rumus matematika dari objek yang dikendalikan (mfurqan.2020)

Adapun alasan kenapa penulis menggunakan Logika *Fuzzy* adalah sebagai berikut:

- 1 Logika *fuzzy* yang sangat *fleksibel*.
- 2 Konsepnya logika *fuzzy* mudah dipahami. Termasuk Konsep matematisnya yang berdasarkan penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dipahami.
- 3 Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi – fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
- 4 Logika *fuzzy* dapat membentuk dan menerapkan pengetahuan para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
- 5 Logika *fuzzy* juga mampu bekerjasama dengan teknik kendali secara *konvensional*.
- 6 Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa yang alami.

2.4.1 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah evolusi dari konsep himpunan *crunchy*, yang merupakan himpunan yang terdefinisi dengan baik untuk setiap elemen dalam semesta selalu dapat ditentukan secara *eksplisit* apakah benar termasuk kedalam keanggotaan itu atau tidak. Dengan kata lain ada batasan yang tegas diantara unsur – unsur yang bukan anggota dari himpunan tersebut jelas antara elemen yang bukan anggota himpunan. Himpunan *fuzzy* adalah himpunan pembatasan keanggotaan, tetapi tidak dapat ditentukan dengan memenuhi persyaratan keanggotaan. (Klir, 1995)

Untuk mengatasi masalah ini, Lotfi Asker Zadeh mengasosiasikan himpunan tersebut dengan fungsi yang mewakili kebugaran elemen di alam semesta, dan konsep yang berfungsi sebagai pembatasan keanggotaan dalam himpunan. Fungsi ini disebut fungsi keanggotaan, dan nilai dari fungsi tersebut disebut derajat keanggotaan suatu elemen dalam himpunan yang selanjutnya disebut himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* adalah rentang nilai, dan setiap nilai memiliki keanggotaan antara 0 dan 1. Himpunan *fuzzy* A diwakili oleh manfaat keanggotaan dalam interval $[0,1]$ dalam domain global sesi X, yang dapat dinyatakan sebagai:

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1]$$

Himpunan *fuzzy* adalah sebuah kelompok yang akan mewakili suatu keadaan atau situasi yang telah ditentukan dalam bilangan variabel *fuzzy*. Sebagai contoh, jika himpunan A diasosiasikan dengan himpunan *fuzzy*, maka secara matematis himpunan *fuzzy* dalam semesta X dapat direpresentasikan sebagai himpunan pasangan terurut, yang didefinisikan sebagai:

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

Dimana $\mu_A(x)$ adalah fungsi keanggotaan yang memetakan x anggota himpunan semesta x ke interval tertutup $[0,1]$. Nilai $\mu_A(x)$ adalah nilai fungsi keanggotaan dari x, disebut juga derajat keanggotaan. yang mana himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut. Yaitu:

- 1 *Linguistik*, yaitu penamaan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau syarat eksklusif menggunakan bahasa alami, seperti: Muda, Parubaya, dan Tua.
- 2 *Numeris*, yaitu suatu nilai (angka) yang memberitahukan berukuran menurut suatu variabel seperti: 40, 25, 50, dan sebagainya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

- a. Variabel *Fuzzy*, variabel *fuzzy* merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *Fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.
- b. Himpunan *Fuzzy*, Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
- c. Semesta Pembicaraan, Keseluruhan nilai yang telah didapatkan untuk dioperasikan dalam bentuk bilangan variabel *fuzzy*. Seluruh pembicaraan

adalah himpunan bilangan real yang bisa naik (bertambah) secara konstan dari kiri ke kanan. Seluruh pembahasan bisa berbentuk bilangan positif maupun negatif terkadang nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya. Contohnya semesta pembicaraan untuk variabel umur: $[0 + \infty)$ dan untuk variabel temperatur: $[0 40]$.

- d. Domain Himpunan *Fuzzy*, keseluruhan nilai yang di beri ijin dalam semesta pembicaraan dan bisa dijalankan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain termasuk himpunan bilangan real yang selalu naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain bisa berbentuk bilangan positif maupun negatif. Contoh domain himpunan *fuzzy*: Muda = $[0 45]$, Parubaya = $[35 55]$, dan Tua = $[45 + \infty)$. (Purnomo K. &., 2010)

2.4.2 Fungsi Keanggotaan

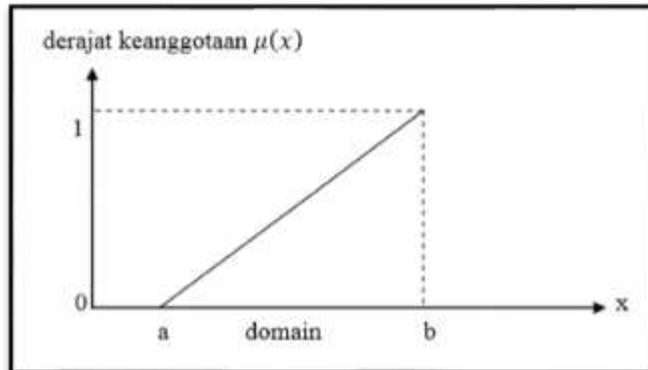
Fungsi keanggotaan adalah kurva yang menunjukkan titik, titik entri data, dan asosiasinya dengan nilai keanggotaannya (sering disebut sebagai keanggotaan), namun pada interval 0 (nol) hingga 1 (satu). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan menggunakan metode fungsional. Beberapa fitur telah disediakan. B. Linier atas, linier bawah, segitiga, bahu, trapesium, Gauss, plot kurva S, dll. Namun dalam hal penelitian yang dilakukan ini, plot fungsi yang digunakan adalah plot linier atas, plot linier bawah, dan plot segitiga. (Kusumadewi, 2002)

2.4.3 Representasi linear

Dalam representasi linier, peta masukan keanggotaannya yang akan direpresentasikan sebagai garis lurus. Gabungan *fuzzy* linier memiliki 2 keadaan, yaitu: (Purnomo K. &., 2010)

1. Representasi Linear Naik

Inkremen yang ditetapkan diawali dengan nilai domain yang dengan derajat keanggotaannya nol (0) dan akan langsung menuju nilai domain yang dengan derajat keanggotaannya yang lebih tinggi.



Gambar 2.3 Representasi Linear Naik

Berikut rumus dari fungsi keanggotaan linear naik dinyatakan dengan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x > b \end{cases}$$

Keterangan:

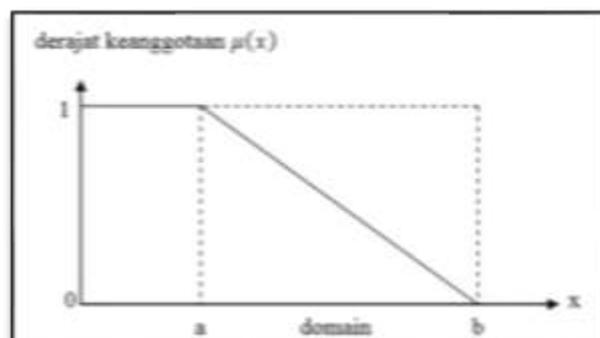
a = Adalah nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = Adalah nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = Adalah nilai *input* yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

2 Representasi Linear Turun

Kemudian Penurunan himpunan dimulai dari nilai yang paling domain dengan derajat keanggotaan yang tertinggi pada sisi kiri, bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang paling rendah.



Gambar 2.4 Representasi Linear Turun

Rumus fungsi keanggotaan linear turun dinyatakan dengan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; x < a \\ \frac{b-x}{b-a}; a \leq x \leq b \\ 0; x > b \end{cases}$$

Keterangan :

a = Adalah nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

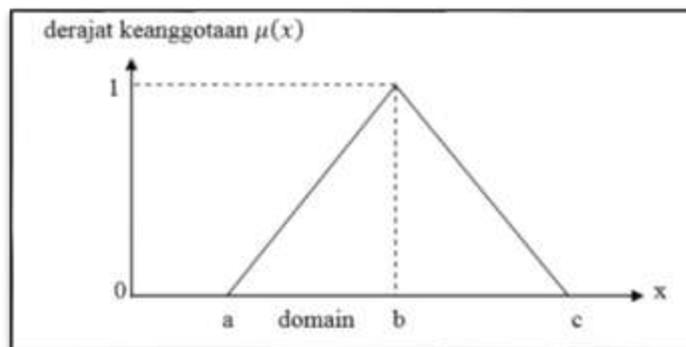
b = Adalah nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

x = Adalah nilai *input* yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

3 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan *fuzzy* ini merupakan suatu gabungan dari fungsi keanggotaannya linear naik dan fungsi keanggotaannya linear turun.

(Purnomo K. &, 2010)



Gambar 2.5 Representasi Segitiga

Rumus fungsi keanggotaan segitiga dinyatakan dengan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; x < a \text{ atau } x > c \\ \frac{b-x}{b-a}; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; b \leq x \leq c \end{cases}$$

Keterangan :

a = Adalah nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan 0

- b = Adalah nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan 1
 c = Adalah nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

2.5 Operator Dasar Operasi Himpunan *Fuzzy*

Ada beberapa operator yang telah didefinisikan secara khusus yang digunakan untuk menggabungkan dan memodifikasikan himpunan *fuzzy*. Sebagai nilai anggota hasil dari dua set operasi ini sering disebut sebagai predikat jarak tembak. Ada tiga operator dasar yang dibuat oleh Zadeh: AND, OR, dan NOT.

- 1 Operator Not, Operator ini menangani serangkaian operasi pelengkap pada himpunan. α – predikat sebagai hasil dari operasi menggunakan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan dari elemen dalam himpunan yang bersangkutan dari 1.
- 2 Operator OR, pada operator ini berhubungan dengan yang namanya operasi union (gabungan) pada himpunan. α – predikat sebagai hasil dari operasi dengan operator OR yang diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar tiap elemen pada himpunan – himpunan yang saling bersangkutan.
- c Operator AND, operator ini berhubungan dengan yang namanya operasi intersection (irisan) yang mana pada himpunan. α – predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND yang diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan yang terkecil tiap elemen pada himpunan – himpunan yang bersangkutan. (Purnomo K. &., 2010)

2.6 Fungsi Implikasi

Tiap – tiap aturan (*proposisi*) dalam basis pengetahuan *fuzzy* diasosiasikan dengan hubungan *fuzzy*. Kemudian Bentuk umum dari suatu aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah: (Purnomo K. &., 2010)

IF x is A THEN y is B

Dimana disini x dan y adalah skalar. Kemudian A dan B termasuk himpunan *fuzzy* (kabur). Kalimat yang mengikuti IF disebut antecedent (sebelumnya), dan kalimat yang mengikuti THEN disebut result. Jika fungsi implikasi memiliki

beberapa anteseden, seperti AND, OR, dan NOT untuk mewakili hasil dari beberapa anteseden tersebut. (Ross, 2010)

Sehingga proposisi disini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy*, seperti berikut: (Purnomo K. &, 2010)

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet (x_3 \text{ is } A_3) \bullet \dots \bullet (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } y \text{ is } B$$

dengan \bullet adalah operator (misal: *OR* atau *AND*).

2.7 Metode Logika *Fuzzy* Sugeno

Metode Sugeno ini mirip dengan metode Mamdani, hanya saja keluaran (hasil) dari sistem bukanlah golongan *fuzzy*, melainkan persamaan konstanta atau linier. Michio Sugeno menyarankan menggunakan singleton sebagai fungsi keanggotaan yang dihasilkan. Singleton adalah himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang memiliki nilai pada suatu titik tertentu dan 0s di luar titik tersebut. kemudian Logika *Fuzzy* Sugano memiliki dua model sebagai berikut: (Dorteus, 2015)

a. Bentuk *Fuzzy* Sugeno Orde – Nol

Secara keseluruhan bentuk *fuzzy* Sugeno Orde – Nol adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = k \text{ dengan } A_i$$

adalah himpunan *fuzzy* ke-*i* sebagai antesenden, dan *k* adalah suatu konstanta sebagai konsekuen.

b. Bentuk *Fuzzy* Sugeno Orde – satu

Secara keseluruhan bentuk *fuzzy* Sugeno Orde – satu adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots +$$

$$p_N * x_N + q \text{ dengan } A_i \text{ adalah himpunan } \textit{fuzzy} \text{ ke-}i \text{ sebagai antesenden, dan } p_i \text{ adalah suatu konstanta ke-}i \text{ dan } q \text{ juga merupakan konstanta dalam konsekuen. } p_i \text{ yang merupakan suatu konstanta ke-}i \text{ dan } q \text{ juga merupakan konstanta dalam konsekuen.}$$

2.7.1 Sistem Inferensi Metode Logika *Fuzzy* bentuk Sugeno Orde – Nol

Aplikasi logika *fuzzy* yang saat ini sedang berkembang pesat adalah *Fuzzy Inference System* (FIS). Ini adalah sistem komputasi yang beroperasi pada prinsip-prinsip logis atau penalaran kabur, yang merupakan cara manusia bernalar secara naluriah. Misalnya, keputusan produksi produk,

sistem pendukung keputusan, dan penarikan kesimpulan. Pada dasarnya, pada dasarnya sistem inferensi *fuzzy* terdiri dari empat unit:

1. Unit fuzzifikasi (*fuzzification unit*)

Fuzzifikasi diartikan sebagai suatu proses untuk menemukan nilai keanggotaan pada nilai *linguistik* sesuai dengan nilai *inputan* yang diberikan.

2. Unit penalaran logika *fuzzy* (*fuzzy logic reasoning unit*)

3. Unit basis pengetahuan (*knowledge base unit*), yang terdiri dari dua bagian :

a Basis data (*data base*), yang memuat fungsi-fungsi keanggotaan dari himpunan – himpunan *fuzzy* yang terkait dengan nilai dari variabel – variabel *linguistik* yang dipakai.

b Basis aturan (*rule base*), yang memuat aturan-aturan berupa *implikasi fuzzy*.

4. Unit defuzzifikasi (*defuzzification unit / unit penegasan*). (Dorteus, 2015)

Dalam sistem inferensi *fuzzy*, nilai input eksplisit diubah menjadi *fuzzy* yang nilainya sesuai dengan unit fuzzifikasi. Hasil pengukuran yang diproses dengan *fuzzy* diproses oleh unit inferensi, yaitu unit pengetahuan yang digunakan untuk menghasilkan himpunan *fuzzy* sebagai outputnya. Langkah terakhir dilakukan oleh unit defuzzifikasi, yaitu mengubah set keluaran ke nilai eksplisit. Nilai perusahaan ini kemudian diwujudkan dalam bentuk tindakan yang dilakukan sepanjang jalan. Dalam sistem inferensi *fuzzy* terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, salah satunya adalah metode logika *fuzzy* sugeno orde nol. (Buckley, 2005)

Dimana dalam hal aturan yang terbentuk implikasi “*if...then*” anteseden yang terbentuk konjungsi kemudian (*AND*) memiliki nilai keanggotaan yang berbentuk minimum (*MIN*), namun *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*. Sehingga fungsi implikasi nya menjadi sebagai berikut :

IF x is A THEN y is B

dengan x dan y adalah skalar. Sedangkan A dan B adalah konstanta. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator *fuzzy*, seperti:

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

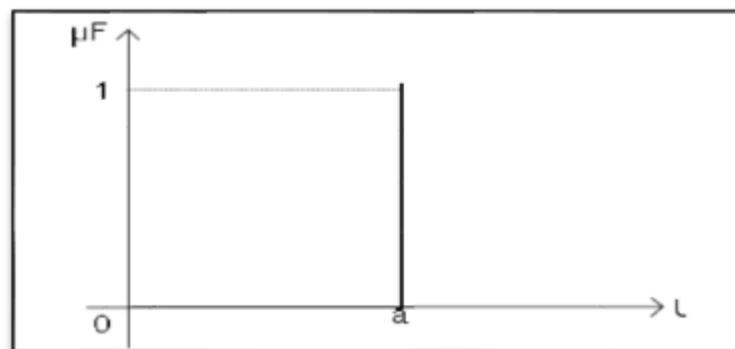
Dengan $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ adalah himpunan *fuzzy* sebagai anteseden, dan B adalah suatu konstanta (*tegas*) sebagai konsekuen. dengan \cdot adalah operator *AND*. (Purnomo K. &., 2010)

Metode Sugeno orde nol adalah kasus khusus dari metode Mamdani dan metode Tsukamoto, di mana konsekuen dari setiap implikasi adalah konstanta, dan Michio Sugeno merekomendasikan untuk menggunakan singleton sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen. (Sivanandam, 2007)

Pendukung (*support*) dari suatu himpunan *fuzzy* A , dilambangkan dengan $\text{supp } A$, merupakan himpunan dari titik – titik di X dimana fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ adalah positif. (Ross, 2010)

$$\text{supp } A = \{x \in X; \mu_A(x) > 0\}$$

fuzzy singleton merupakan himpunan A yang mana pendukungnya merupakan suatu poin tunggal dalam *universe of discourse* X . Konsep ini akan digambarkan dalam bentuk fungsi yang keanggotaannya ditunjukkan pada gambar di bawah ini. (Ross, 2010)



Gambar 2.6 Grafik Fungsi Keanggotaan Singleton

Dalam metode Sugeno, proses defuzzifikasi dapat diperoleh dengan menghitung rata – rata tertimbang. Metode ini mempertimbangkan semua metode defuzzifikasi, menurut metode yang paling umum digunakan oleh dua orang ahli yaitu Sugeno pada tahun 1985 dan Lee pada tahun 1990. Yang mana proses defuzzifikasi pada metode Sugeno orde nol ini

menggunakan metode rata – rata tertimbang yang bisa dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut. (Ross, 2010)

$$Z = \frac{(\alpha\text{-predikat}_1 * z_1) + (\alpha\text{-predikat}_2 * z_2) + \dots + (\alpha\text{-predikat}_n * z_n)}{\alpha\text{-predikat}_1 + \alpha\text{-predikat}_2 + \dots + \alpha\text{-predikat}_n}$$

2.8 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah mikroprosesor yang didedikasikan untuk semua instrumentasi dan kontrol. Mikrokontroler perangkat elektronik digital yang kini memiliki *input* dan *output* yang dikendalikan oleh sebuah program yang dapat ditulis dan dapat dihapus dengan cara khusus. (Zarkasyi, 2013).

Kemudian Mikrokontroler kini bisa dianalogikan dengan komputer yang seluruhnya atau sebagian besar elemennya dapat dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebutkan dengan single chip microcomputer. yang artinya di dalam sebuah IC mikrokontroler sebenarnya sudah terdapat kebutuhan minimal agar mikrokontroler dapat bekerja dengan baik, yaitu meliputi mikro prosesor, ROM, RAM, I/O dan clock seperti halnya. (Bambang Eko Soemarsono, 2015)

Sesungguhnya tiap Mikrokontroler memiliki rancangan yang berbeda – beda tergantung perancangannya. Meskipun begitu, setiap rancangan mikrokontroler pada dasarnya memiliki keseragaman pada pokok-pokok dan cara kerjanya (Setiawan, 2006).

2.9 Arduino

Arduino adalah rangkaian elektronika yg bersifat terbuka, dan mempunyai perangkat keras & lunak yg gampang buat digunakan. Arduino bisa mengenali lingkungan sekitarnya melalui aneka macam jenis sensor & bisa mengendalikan lampu, motor, & aneka macam jenis aktuator lainnya. Arduino memiliki poly jenis, pada antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio & lainnya. (Handoko, 2017)

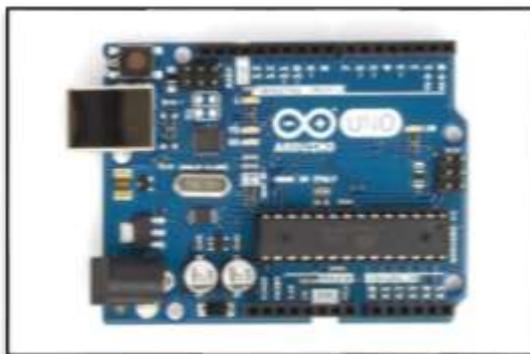
Arduino mempunyai sebuah board mikrokontroller yg berbasis ATmega328. Arduino mempunyai 14 pin input/hasil yg mana 6 pin bisa dipakai menjadi hasil PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, ketua

ICSP, & tombol reset. Arduino bisa men-support mikrokontroller; bisa dikoneksikan menggunakan personal komputer memakai kabel USB (Djuandi, 2011). (Djuandi, 2011)

Menurut Djuandi (2011), Arduino merupakan sebuah board yang minimum dengan sistem mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian board arduino tersebut terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel. (Djuandi, 2011)

Arduino mempunyai kelebihan tersendiri dibandingkan dengan board mikrokontroler, yang lain bersifat open source, sedangkan arduino pula memiliki bahasa pemrogramannya tersendiri yg berupa bahasa C. Selain itu pada board arduino sendiri telah ada loader yg berupa USB sebagai yang memudahkan kita saat untuk memprogram mikrokontroler didalam arduino tersebut. Sedangkan dalam kebanyakan board mikrokontroler yang lainnya masih membutuhkan rangkaian loader terpisah buat memasukkan acara saat kita memprogram mikrokontroler. Port USB selain buat loader saat memprogram, dapat difungsikan juga menjadi port komunikasi serial. (Artanto, 2012)

Arduino menawarkan 20 pin I/O yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin input/output digital. Jika Anda membutuhkan tambahan keluaran digital selain 14 pin yang ada, Anda juga dapat menggunakan 6 pin analog itu sendiri sebagai output digital. Untuk mengonversi pin analog ke digital, cukup ubah konfigurasi pin yang secara terprogram. Di papan, Anda dapat melihat bahwa pin digital diberi label 0 - 13. Oleh karena itu, agar Pin analog menjadi keluaran digital, cukup ubah pin analog pada board 05 menjadi pin 14 - 19. Dengan demikian, pin analog 05 juga akan digunakan sebagai pin keluaran digital 14 - 16. (Artanto, 2012)



Gambar 2.7 Arduino Uno (Artanto, 2012)

2.10 Sensor Warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor warna DT- sense. TCS3200 adalah IC yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi dan mengeluarkannya sebagai sinyal gelombang persegi. Sensor terdiri dari dua komponen utama, fotodiode dan konverter arus ke frekuensi (ADC). Sensor warna dilengkapi dengan berbagai filter untuk warna dasar RGB. Spesifikasi Modul DT - Sensor, Sensor Warna TCS3200, yakni: (Karasi, 2014)

- wilayah pandang 2 x 2 cm.
- Jalur komunikasi memakai I2C atau UART.
- Mempunyai EPROM (yang dapat menyimpan hingga 25 data).
- Tegangan masukan sebesar 4.8 hingga 5.5 VDC.
- Rentang warna RGB yakni 0 hingga 255



Gambar 2.8 Sensor warna TCS 3200.

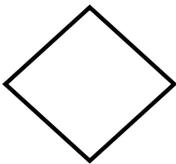
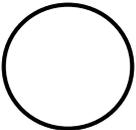
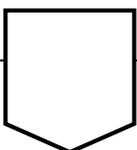
2.11 Defenisi Conveyor

Conveyor merupakan *mechanical system* yang digunakan untuk memindahkan barang – barang dari satu tempat ketempat yang lainnya. *Conveyor* juga banyak dipakai dalam perindustrian karena digunakan juga sebagai transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan bisa berkelanjutan. Dalam keadaan tertentu *conveyor* juga banyak digunakan karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat sehingga dapat meringankan pekerjaan manusia. (Muhib Zainuri, 2006)

2.12 Defenisi *Flowchart*

Flowchart atau bagan alir adalah diagram yang secara logis menunjukkan aliran suatu program atau proses sistem. *Flowchart* terutama digunakan untuk alat bantu komunikasi dan dokumentasi.. (Jogiyanto, 2004).

Tabel 2.2 Daftar *Flowchart*

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Terminator</i>	Awal dari sebuah program
	<i>Flow Line</i>	Arah aliran program
	<i>Preparation</i>	Proses inialisasi atau pemberian harga awal
	<i>Process</i>	Proses perhitungan atau proses pengolahan data
	<i>Input/Output Data</i>	Proses <i>input</i> atau <i>output</i> data, parameter, informasi
	<i>Predefined Process</i>	Permulaan sub program atau proses menjalankan sub program
	<i>Decision</i>	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya
	<i>On Page Connector</i>	Penghubung bagian-bagian <i>flowchart</i> yang ada pada satu halaman
	<i>Off Page Connector</i>	Penghubung bagian-bagian <i>flowchart</i> yang

		ada pada halaman berbeda
	<i>Disk Storage</i>	<i>Input / Output</i> yang menggunakan penyimpanan akses langsung
	<i>Punched card</i>	Menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>Output</i> ditulis ke kartu.

2.13 Penelitian Terkait

Dorteus Lodewyik Rahakbauw (2015), dalam penelitiannya yang berjudul “Penerapan Logika *Fuzzy* Metode Sugeno Untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan (Studi Kasus: Pabrik Roti Sarinda Ambon)”. Menjelaskan bahwa untuk menetapkan jumlah pembuatan roti dapat memasukan nilai pada kolom *input* sesuai dengan data yang ada atau dengan data yang lain yang masih berada pada nilai domain fungsi. Kemudian dari hasil perbandingan itulah Logika *Fuzzy* Sugeno dapat digunakan sebagai alat peramalan yang menentukan jumlah produksi berdasarkan jumlah permintaan dan persediaan Pabrik Roti Sarinda Ambon dengan nilai kebenaran mencapai 86.92 %. (Rahakbauw, 2015)

Rezak Andri Purnomo dkk (2018), dalam penelitiannya yang berjudul “Implementasi Metode *Fuzzy* Sugeno pada *Embedded System* Untuk Mendeteksi Kondisi Kebakaran Dalam Ruangan”. Menjelaskan bahwa pembuatan dan hasil pengujian pada implementasi Metode *Fuzzy* Sugeno pada *Embedded System* untuk mendeteksi kondisi kebakaran dalam ruangan, dapat diberikan saran – saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu menggunakan sensor asap, dan api yang memiliki sensitivitas yang tinggi dan sistem dapat diklasifikasikan berdasarkan

kandungan asap sehingga dapat dibedakan antara asap kendaraan bermotor, asap rokok, dan asap hasil kebakaran. (Purnomo, 2018)

Muhammad Yasin Simargolang dkk (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Sistem Pendukung Menggunakan Metode *Fuzzy* Sugeno Untuk Menentukan Calon Presiden Mahasiswa Di Universitas Asahan”. Menjelaskan bahwa metode *fuzzy* sugeno dapat diimplementasikan pada sebuah sistem pendukung keputusan untuk menentukan calon presiden mahasiswa dengan menggunakan kriteria berupa IPK semester, dan lama organisasinya. Setelah dilakukan pengisian data dari kriteria tersebut maka akan menghasilkan status kandidat tersebut apakah berhak menjadi presiden atau tidak. Sistem ini dapat digunakan sebagai alternatif dalam memilih calon presma, karena hasilnya yang fleksibel dalam membantu para panitia untuk mengolah data yang ada. (Simargolang, 2018)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboraturium Robotik Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara dalam jangka waktu (kurang lebih 5 bulan), mulai dari September s/d Februari 2020 – 2021.

Tabel 3.1 Perencanaan

Keterangan	Apr 2020	Juni 2020	Okto 2020	Okt 2020	Okt 2020	Jan 2021	Feb 2021
Penyajian Judul							
Studi Literatur							
Persiapan Alat Dan Bahan							
Perancangan							
Pengujian Sistem alat							
Penyelesaian Skripsi							

3.2 Bahan Dan Alat

Dalam Penelitian ini menggunakan bahan berupa perangkat lunak dan perangkat keras, yaitu sebagai berikut tabel alat perangkat lunak dan tabel alat perangkat keras

3.2.1 Alat Perangkat Lunak

Untuk perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah software Arduino IDE dimana software ini tempat pembuatan program yang kemudian akan diterapkan pada alat yang belum terprogram.

3.2.2 Alat Perangkat Keras

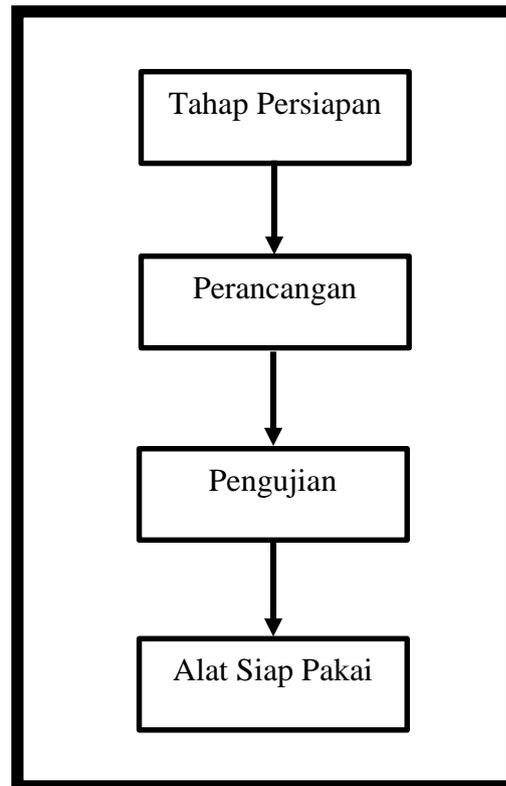
Alat Perangkat keras yang digunakan pada penelitian pembuatan sistem ini sebagai berikut;

Tabel 3.2 Alat Perangkat Keras

No	Nama Alat	Jumlah
1	Arduino Mini	2 Unit
2	Motor Weeper DC 12V	1 Unit
3	Motor Servo MG995 Torque 10 KG	1 Unit
4	Sensor Warna TCS3200	1 Unit
5	Adaptor 12V / 10A	1 Unit
6	Kabel Jumper F TO F	25 Ikat
7	Kabel 2'5 MM (Merah Hitam)	1 Unit
8	Buzzer 5 V	1 Unit
9	Conveyor	1 Unit

3.3 Prosedur Kerja

Adapun cara kerja Implementasi Metode Logika *Fuzzy* Pada Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Mikrokontroler akan dijelaskan melalui diagram sebagai berikut :



Gambar 3.1 Tahap Perencanaan

- a. Tahap persiapan adalah rangkaian kegiatan sebelum memulai tahapan pengumpulan data dan pengelolannya.
- b. Perancangan penelitian ini berisikan tentang pengembangan dari tahapan *requirement* yang diubah kedalam diagram blok, *flowchart* dan lainnya, supaya peneliti memahami alur atau fungsi rancangan yang akan dibuat.
- c. Pada tahap pengujian akan dilakukan berbagai pengujian yang telah diimplementasikan pada tahap sebelumnya dan menghasilkan yang sesungguhnya.
- d. Tahap penerapan ialah proses penerapan semua yang telah didesain dengan baik antara perangkat keras dan lunak, yang sudah digabungkan dengan *source code*.

3.3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan, memiliki tujuan menyiapkan seluruh alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat alat penyortir buah tomat, alat dan bahannya dipersiapkan sesuai dengan table 3.2 dan 3.3 yang berada di atas.

3.3.2 Tehnik Pengumpulan Data

Tehnik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan melakukan berbagai pencarian informasi seperti Jurnal dan *Ebook* serta melakukan pembelajaran dan pengumpulan referensi dasar teori dari berbagai artikel – artikel yang telah tersedia di internet. Dan kemudian mencari informasi dengan studi pustaka pada beberapa jurnal ilmiah, tugas akhir, dan yang berhubungan dengan penelitian ini.

3.3.3 Analisis kebutuhan

Tahapan analisis kebutuhan ini merupakan tahapan untuk mendapatkan sebuah berita/informasi atas kebutuhan apa saja yang digunakan untuk membangun sistem agar dapat berjalan dengan baik semestinya, sesuai dengan yang diharapkan. Kebutuhan yang dimaksud adalah perangkat keras dan perangkat lunak.

Kenapa mikrokontroller Arduino yang dipilih dalam penelitian ini karena kesederhanaannya dalam pengoperasian dan kompitabilitas terhadap macam – macam alat perangkat yang telah tersedia. Ide yang cukup ramah terhadap pengguna, serta banyak tutorial dalam forum – forum di internet dan youtube, bagi para pengguna Arduino hal ini tentu saja membantu dalam pembuatan alat.

3.3.4 Analisis Kebutuhan Fungsi

Tahapan analisis kebutuhan fungsi adalah sebuah tahap dimana kumpulan informasi menjadi sebuah data. Berdasarkan data tersebut dibuatlah fungsi-fungsi apa saja yang akan dilakukan oleh sistem nantinya. Fungsi

tersebut akan dijadikan jawaban masalah yang terdapat dalam rumusan masalah. Sistem ini nantinya akan memiliki fungsi antara lain:

- a. Mampu menyortir buah tomat berdasarkan warna.
- b. Dengan keberadaan alat ini kita mampu tentu menentukan pemasaran buah tomat dengan mudah

3.3.5 Analisis Kebutuhan *Input*

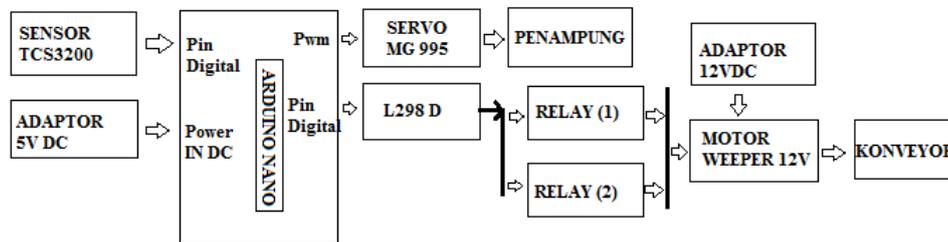
Tahap analisis *input* atau kebutuhan masukan, tahap ini akan menentukan apa saja yang sesuai dengan penelitian yang dibuat oleh penulis, penulis menganalisa masukan apa yang dapat memenuhi fungsi – fungsi kebutuhan. Kebutuhan yang dimasukkan adalah informasi warna.

3.3.6 Analisis Kebutuhan *Output*

Adapun tahap analisis kebutuhan *Output* yang harus ditentukan penulis dengan menggunakan masukan yang sudah di analisis. Keluaran yang dihasilkan pada penelitian ini ialah mampu menyortir buah tomat berdasarkan warnanya sehingga nantinya mudah menentukan pemasarannya.

3.4 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan setiap rangkaian (tata letak) yang didesain, dapat membuat diagram blok terlebih dahulu dan menyesuaikannya dengan diagram blok pada tahap desain. Penyortir buah tomat ini diawali dengan memahami kontrol yang digunakan agar sistem yang dirancang dapat beroperasi secara efisien dan efektif. Diagram blok dari sistem yang ditunjukkan dapat dilihat dibawah ini.



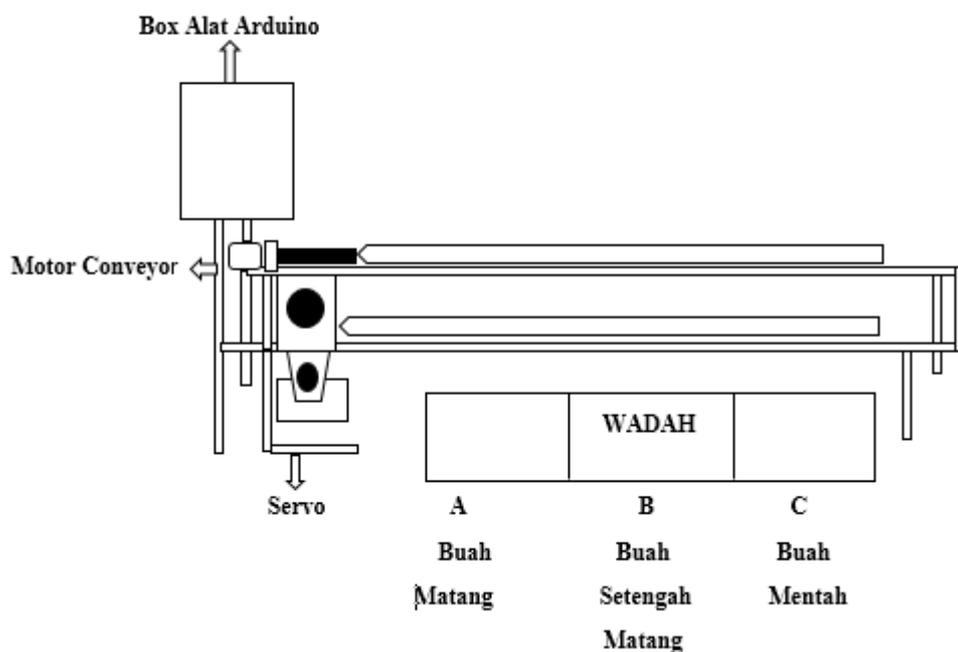
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

Diagram blok sistem ditunjukkan pada gambar di atas dengan deskripsi sebagai berikut :

1. Sensor TCS3200 yang berfungsi mendeteksi nilai RGB pada citra warna buah tomat yang terhubung pada input pin ADC Arduino.
2. Arduino sebagai pengendali utama serta pengontrol motor penggerak konveyor dan pengolah data. Sensor yang dikirim oleh Arduino menggunakan metode logika *fuzzy* sugeno
3. Motor Servo sebagai *output* yang dikontrol oleh Arduino untuk menggerakkan buah tomat kearah wadah A, B, atau C tempat penyortiran buah tomat.
4. L298 D sebagai driver relay sekaligus sebagai pengaman sistem dari arus dan tegangan besar ketika terjadi hubung singkat pada motor (*Short Circuit*)
5. Relay sebagai output yang dikontrol oleh L298 D untuk memutuskan dan menghubungkan Motor weeper ke sumber tegangan External 12V DC.
6. Adaptor 5V sebagai input sumber tegangan rangkaian sistem dengan motor servo
7. Adaptor 12V sebagai input sumber tegangan Motor weeper 12V DC melalui jalur Relay.

3.5 Tahap Perancangan

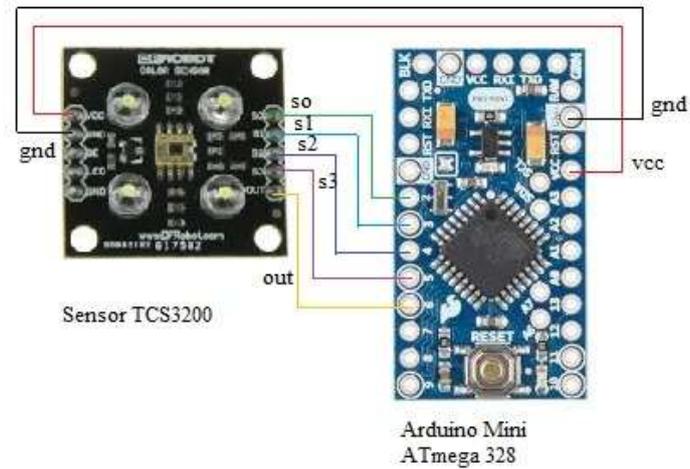
Tahap perancangan komponen ini merupakan tahap dimana komponen – komponen akan dihubungkan satu sama lain, tahap pertama yang dilakukan ialah perancangan sistem kemudian tahap perancangan perangkat yang sudah disiapkan. Perancangan alat sortir buah tomat ini dimulai dengan pemahaman kendali yang dipakai agar seluruh sistem yang telah dirancang bisa bekerja secara baik. Berikut adalah gambaran dari rancangan prototype yang diajukan, bisa dilihat digambar 3.3.



Gambar 3.3 Prototype Rancangan Yang Diajukan.

3.5.1 Ikatan Sensor Warna TCS3200 Dengan Arduino Mini

Perancangan ini menggunakan Sensor TCS3200 yang berfungsi untuk mendeteksi nilai RGB pada citra warna buah tomat, kemudian diolah oleh Arduino menggunakan metode logika *fuzzy*, sensor tersebut terhubung pada pin digital Arduino sebagai input dengan tegangan kerja rangkaian 5V DC, berikut gambar rancangan rangkaian sensor TCS3200 dengan Arduino mini.



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor TCS3200 Dengan Arduino Mini

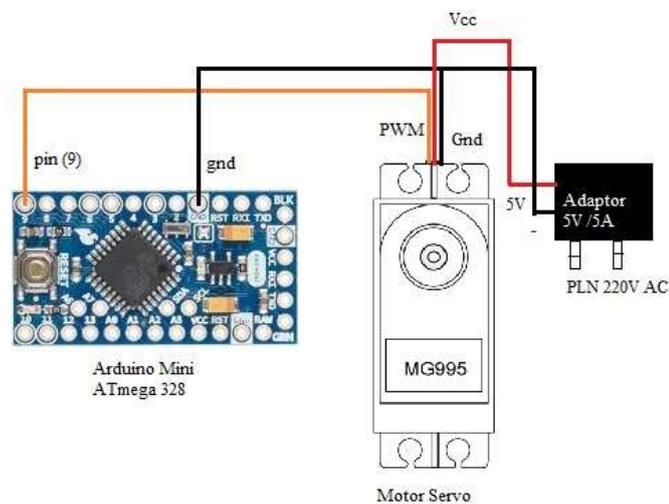
Adapun konfigurasi dan keterangan masing – masing pin bisa sama - sama diperhatikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.3 Konfigurasi Dan Keterangan Pin Sensor Dengan Arduino

No	Sensor TCS3200	Arduino	Keterangan
1	Vcc	Vcc	Sebagai sumber tegangan (+) 5V ke rangkaian
2	Gnd	Gnd	Sebagai jalur ground tegangan (-) ke rangkaian
3	S0	Pin (2)	Sebagai jalur <i>output</i> untuk mengontrol Led photodiode (1) pada TCS3200
4	S1	Pin (3)	Sebagai jalur <i>output</i> untuk mengontrol Led photodiode (2) pada TCS3200
5	S2	Pin (4)	Sebagai jalur <i>output</i> untuk mengontrol Led photodiode (3) pada TCS3200
6	S3	Pin (5)	Sebagai jalur <i>output</i> untuk mengontrol Led photodiode (4) pada TCS3200
7	Out	Pin (6)	Sebagai jalur <i>input</i> untuk menerima data nilai RGB dari Sensor TCS3200 ke Arduino mini

3.5.2 Ikatan Servo Dengan Arduino Mini

Rancangan ini menggunakan Servo MG995 dengan Torque 10 Kg bekerja pada tegangan 5V dengan input kontrol pulsa atau timer yang dikirim oleh pin Arduino dimana sudut putaran motor servo 0 – 180 derajat diatur berdasarkan interval waktu ton maupun tof, rangkaian ini berfungsi sebagai motor penggerak konveyor mengarah ke keranjang A dan B sebagai wadah penyortiran buah tomat. Berikut rancangan rangkaian Motor Servo dengan Arduino mini.



Gambar 3.5 Ikatan Motor Servo Dengan Arduino Mini.

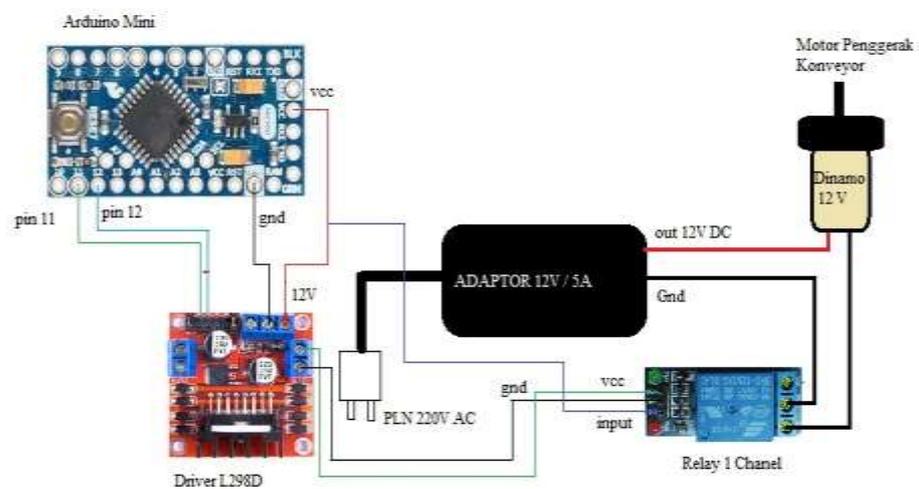
Adapun konfigurasi dan keterangan masing – masing pin rangkaian diatas bisa diperhatikan dibawah ini.

Tabel 3.4 Konfigurasi Dan Keterangan Pin Motor Servo Dengan Arduino

No	Motor Servo	Arduino mini	Keterangan
1	Kabel Merah (+)	Vcc	Sebagai sumber tegangan (+) 5V ke motor servo
2	Kabel Hitam (-)	Gnd	Sebagai jalur Ground (-) tegangan Rangkaian
3	Kabel Orange (<i>Input</i>)	Pin (9)	Sebagai jalur input Servo untuk menerima signal pusat Timer Ton - Tof dari Arduino dalam mengatur arah sudut putaran servo.

3.5.3 Ikatan Motor Penggerak Konveyor Dengan Arduino

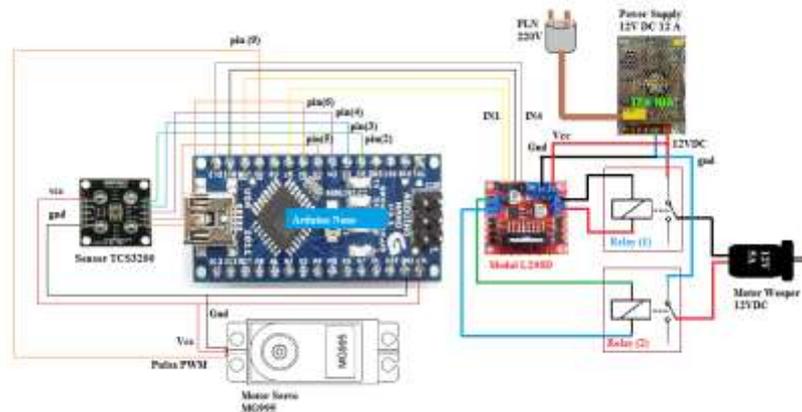
Pada rancangan ini menggunakan motor weeper 12V untuk menggerakkan konveyor, 1 buah relay yang dikendalikan oleh L298D sebagai penghubung dan pemutus motor weeper 12V dari sumber tegangan, Adaptor 12V/5A sebagai sumber tegangan dan Arduino mini sebagai pengontrol *output* pengendali utama dari motor weeper tersebut, berikut gambar rancangan rangkaian motor penggerak konveyor dengan Arduino



Gambar 3.6 Rangkaian Motor Penggerak Konveyor Dengan Arduino

3.5.4 Rangkaian Keseluruhan Alat Kontrol Penyortir Buah Tomat

Rangkaian keseluruhan merupakan rangkaian yang tersusun dari semua komponen menjadi suatu komponen yang terhubung antara satu sama lain dengan pusat kendali oleh Arduino mini, dimana sistem ini bekerja sesuai dengan program yang di upload ke Arduino tersebut. Pada rangkaian ini terdapat 2 buah adaptor yaitu 5V DC sebagai sumber tegangan rangkaian kontrol motor servo dan adaptor 12V DC sebagai sumber tegangan motor weeper 12 V.



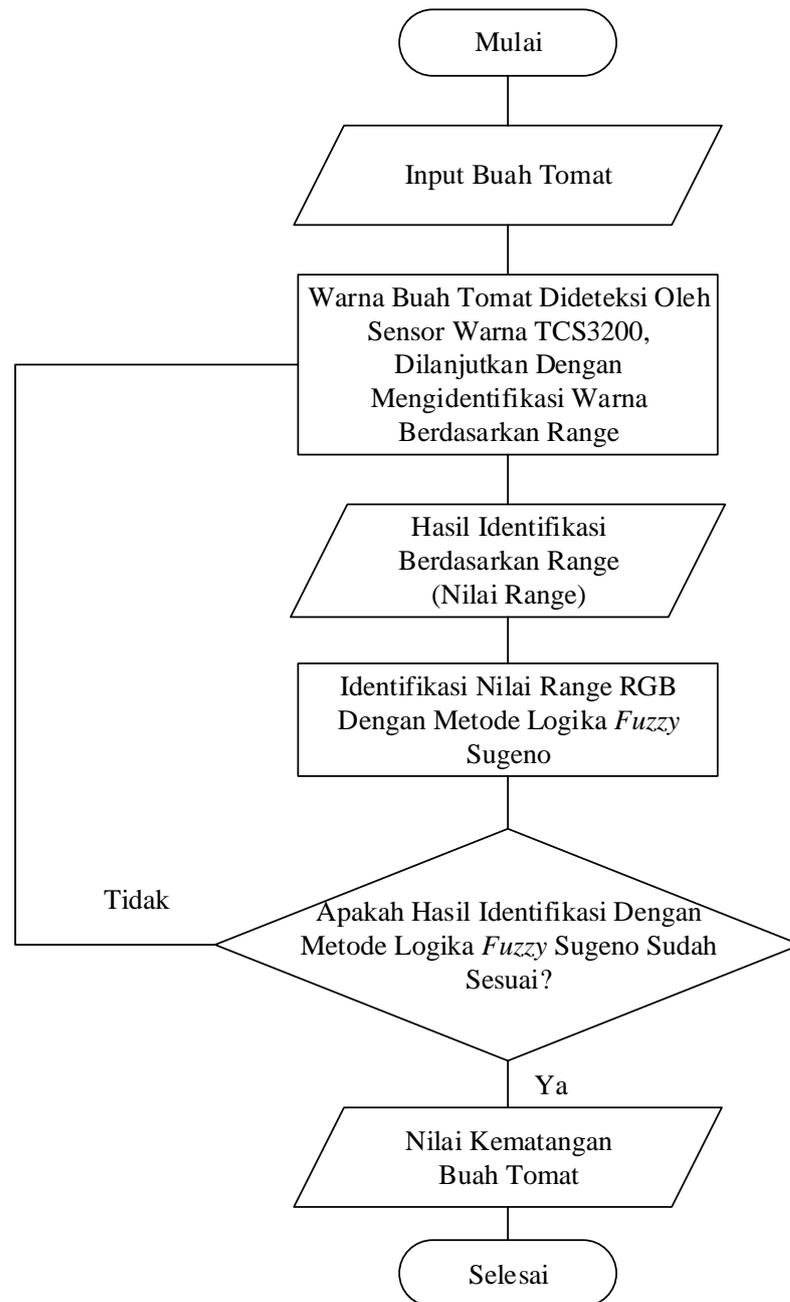
Gambar 3.7 Rangkaian Keseluruhan Alat Kontrol Penyortir Buah Tomat Berdasarkan Warna

3.6 Flowchart Sistem

Flowchart merupakan diagram atau disebut juga gambar yang menunjukkan hubungan alur proses dengan hubungan dari suatu program. *Flowchart* diperlukan untuk menggambarkan alur suatu program yang dibuat dalam format grafik agar orang lain dapat memahami alur yang telah dibuat. Di bawah ini adalah *flowchart* alur sistem terbuatnya Alat Penyortir Buah Tomat berdasarkan warna dengan menggunakan metode logika *fuzzy* sugeno.

3.6.1 Flowchart Identifikasi Kematangan Buah Tomat

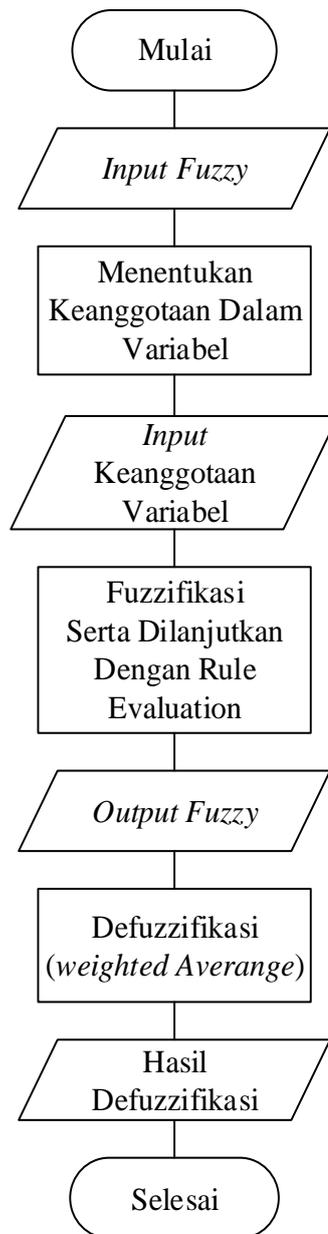
Flowchart sistem merupakan proses identifikasi yang di mulai dari input buah tomat, yang kemudian akan dideteksi nilai R, G, B nya oleh sensor warna TCS3200. Setelah itu akan di proses representasi range nilai RGB nya dengan Histogram, kemudian akan di proses dengan menggunakan metode logika *fuzzy* dimana *output* dari identifikasi ini berupa nilai warna kematangan buah tomat tersebut. Dengan begitu buah tomat akan dapat disortir ke tempat penampungannya yang telah disediakan. Berikut adalah *flowchart* identifikasi sistem kematangan buah tomat



Gambar 3.8 *Flowchart* Identifikasi Sistem Kematangan Buah Tomat

3.6.2 *Flowchart* Bentuk Metode Logika Fuzzy Sugeno

Flowchart ini merupakan tahapan untuk mendapatkan nilai yang dibutuhkan, yang mana nilai tersebut akan digunakan untuk menentukan kelas dari buah tomat yang akan di sortir. Adapun cara kerja dari sistem metode *fuzzy sugeno* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.9 *Flowchart* Sistem Metode Logika *Fuzzy* Sugeno

3.6.3 *Flowchart* Sistem Alat Penyortir Buah Tomat

Flowchart sistem ini merupakan langkah – langkah dimana buah tomat akan di sortir sesuai dengan kondisinya. Dimana terlebih dahulu buah tomat akan dimasukkan ke konveyor kemudian konveyor akan berjalan menuju sensor warna TCS3200 untuk dideteksi nilai RGB nya, setelah buah tomat teridentifikasi maka akan dapat kategorinya, setelah itu konveyor akan berjalan kembali mengarahkan

buah tomat sesuai kondisinya ke arah wadah yang telah disediakan. Berikut adalah gambar dari sistem alat penyortir buah tomat



Gambar 3.10 *Flowchart* Sistem Alat Penyortir Buah Tomat

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan

Pada bab ini ada beberapa tahapan yang dibahas yaitu analisis data, representasi data, hasil pembuatan *hardware*, pengujian, hasil perancangan, dan penerapan. Dimana disini kita akan mengetahui bagaimana hasil dari pengujian analisis dari perancangan *hardware* yang telah di buat, dengan begitu akan diketahui apakah penelitian ini sesuai dengan yang diharapkan.

4.1.1 Analisis Data

Analisis data merupakan tahapan yang dibutuhkan dalam pembuatan alat penyortir buah tomat dengan menerapkan metode logika *fuzzy* sugeno yang berbasis mikrokontroler. Analisis data ini berupa analisis sistem metode logika *fuzzy* sugeno, sensor warna TCS3200, analisis perangkat lunak, dan analisis perangkat keras.

- 1 Analisis sistem metode logika *fuzzy* sugeno

Sistem *fuzzy* pada penelitian ini adalah berupa mentah, setengah matang, dan matang dari objek yang telah ditentukan.

- 2 Analisis perangkat lunak

Sebelum program *fuzzy* ditanamkan dalam mikrokontroler, pemilihan komponen *hardware* sangat mempengaruhi keluaran data warna yang diperoleh. Perangkat lunak yang di gunakan yaitu Arduino IDE.

- 3 Analisis perangkat keras

Komponen perangkat keras terdiri dari sensor warna TCS3200 yang digunakan untuk mendeteksi warna RGB, dua buah arduino promini yang mana arduino ke - 1 digunakan sebagai pengolah data sensor warna TCS3200, arduino ke - 2 sebagai pengendali utama serta

pengontrol motor penggerak konveyor dan pengolah data, motor servo sebagai output yang dikontrol oleh Arduino untuk menggerakkan buah tomat kedalam wadah, L298 sebagai driver relay, relay untuk memutuskan dan menghubungkan motor weeper ke sumber tegangan external 12V DC, Adaptor 5V sebagai *input* sumber tegangan rangkaian sistem dengan motor servo, Adaptor 12V sebagai input sumber tegangan motor weeper 12V DC melalui jalur relay. Dalam memproses data yang dibutuhkan sebuah variabel yang digunakan sebagai *input*, variabel yang digunakan adalah matang, setengah matang, dan mentah.

4.1.2 Representasi Data

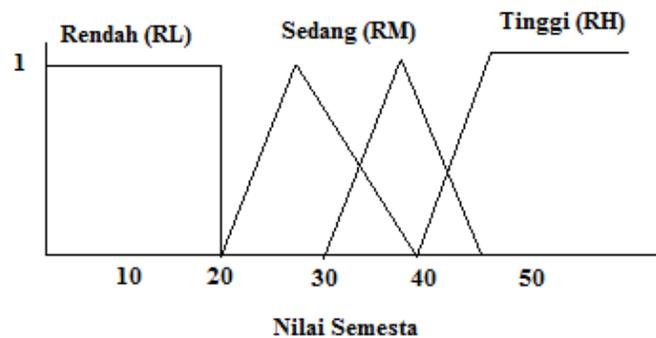
Data yang digunakan dalam alat ini adalah nilai RGB yang ditentukan dari citra warna pada objek yang dideteksi oleh Sensor TCS3200 rentan nilai 0 - 255 masing – masing nilai dalam kondisi yang sudah ditetapkan.

1 Fuzzifikasi

Adapun tahap pertama yang dilakukan dalam pembuatan alat penyortir buah tomat adalah dengan melakukan perhitungan secara manual dan membuat golongan *fuzzy* pada masing – masing variabel *input* dan *output*. Ada 3 variabel masukan *input* yang dibuat dengan fungsi keanggotaannya dari 3 buah warna dasar, yaitu nilai R (Red) (RL, RM, RH), nilai G (green) yaitu (GL, GM, dan GH). Sedangkan untuk nilai B (blue) yaitu (BL, BM, BH) kemudian sebagai keluarannya atau *output* adalah (Masak, setengah masak, dan mentah).

Tabel 4.1 Data Semesta *Fuzzy*

Fungsi	Nama Variabel	Semesta pembicaraan
<i>Input</i>	<i>RED (R)</i>	[0 - 100]
	<i>Green (G)</i>	[0 - 100]
	<i>Blue (B)</i>	[0 - 100]
<i>Output</i>	Keputusan	[0 - 3]

a. Himpunan Nilai R (*Red*)Gambar 4.1 Grafik Himpunan Fungsi *Red (R)*

Dalam grafik fungsi tersebut keanggotaan terdapat 3 bagian kondisi yaitu RL, RM, dan RH untuk bagian RL berada direntang 0 sampai 20, kemudian RM berada pada rentan 20 sampai 40 dan bagian RH berada direntang > 45 sampai 100.

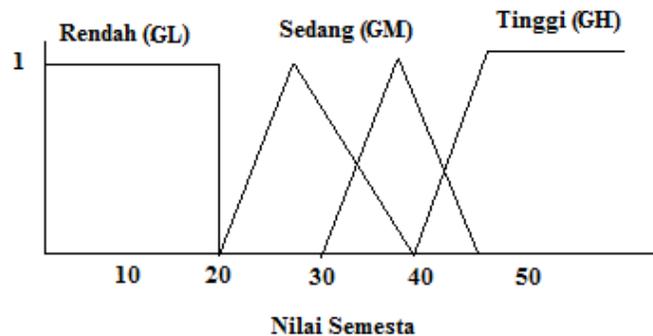
Dari grafik keanggotaan tersebut dapat di buat formula derajat keanggotaannya sebagai berikut;

$$\mu_{RL} : \begin{cases} 1 & ; x \geq 20 \\ \frac{20-x}{40-20} & ; x > 20 \text{ and } x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{RM} : \begin{cases} 1 & ; x < 20 \\ \frac{40-x}{40-20} & ; x > 20 \text{ and } x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{RH} : \begin{cases} 0 & ; x > 30 \text{ or } x < 45 \\ \frac{40-x}{40-20} & ; 20 : x \leq 40 \\ \frac{100-x}{100-40} & ; 40 : x \leq 100 \end{cases}$$

b. Himpunan Nilai G (*Green*)



Gambar 4.2 Grafik Fungsi *Green* (G)

Dalam grafik fungsi keanggotaan terdapat 3 bagian kondisi yaitu GL, GM, dan GH Untuk bagian GL berada direntang 0 sampai 20, kemudian

GM berada pada rentan 20 sampai 40 dan bagian GH berada direntang > 50 sampai 100.

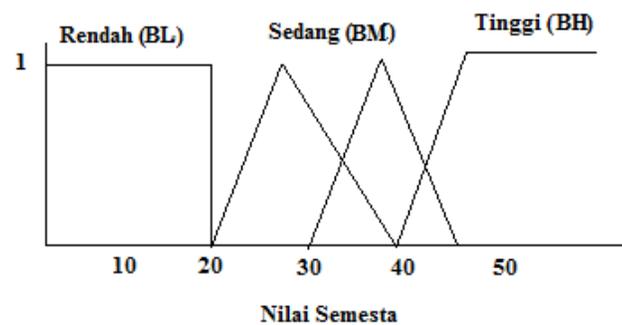
Dari grafik ke anggotaaan tersebut dapat di buat formula derajat ke anggotaaannya sebagai berikut;

$$\mu_{RL} : \begin{cases} 1 & ; x \geq 20 \\ \frac{20-x}{40-20} & ; x > 20 \text{ and } x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{RM} : \begin{cases} 1 & ; x < 20 \\ \frac{40-x}{40-20} & ; x > 20 \text{ and } x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{RH} : \begin{cases} 0 & ; x > 30 \text{ or } x < 45 \\ \frac{40-x}{40-20} & ; 20 : x \leq 40 \\ \frac{100-x}{100-40} & ; 40 : x \leq 100 \end{cases}$$

c. Himpunan Nilai B (Blue)



Gambar 4.3 Grafik Fungsi *Blue* (B)

Dalam grafik fungsi keanggotaan terdapat 3 bagian kondisi yaitu BL, BM, dan BH untuk bagian BL berada direntang 0 sampai 20, kemudian BM berada pada rentan 20 sampai 40 dan bagian BH berada direntang > 45 sampai lebih dari 100.

Dari grafik ke anggotaan tersebut dapat di buat formula derajat ke anggotaannya sebagai berikut;

$$\mu_{RL} : \begin{cases} 1 & ; x \geq 20 \\ \frac{20-x}{40-20} & ; x > 20 \text{ and } x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{RM} : \begin{cases} 1 & ; x < 20 \\ \frac{40-x}{40-20} & ; x > 20 \text{ and } x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{RH} : \begin{cases} 0 & ; x > 30 \text{ or } x < 45 \\ \frac{40-x}{40-20} & ; 20 : x \leq 40 \\ \frac{100-x}{100-40} & ; 40 : x \leq 100 \end{cases}$$

2 Rule Evaluation

Berikut aturan metode logika *fuzzy* sugeno dalam pembuatan alat penyortir buah tomat secara otomatis:

Tabel 4.2 *Rule base Sistem*

Mark R	Mark G	Mark B	Output
RL	GL	BL	Raw
RH	GH	BH	No
RH	GH	BL	No
RL	GL	BM	Raw
RL	GM	BM	Raw
RL	GH	BM	Raw
RM	GH	BH	Half cooked

Pembentukan ketentuan dari nilai *input* yang telah dihitung akan menduduki derajat keanggotaannya masing – masing. Nilai μ yang telah diperoleh dari tahap fuzzifikasi akan diterapkan dalam perhitungan aturan. Untuk keluaran masing – masing rule akan diambil nilai terkecil atau minimum yang menggunakan “*and*” dari semua nilai yang telah dihitung. Sedangkan operator “*or*” mengambil nilai terbesar. Adapun Aturan dalam *rule evaluation* adalah sebagai berikut:

1. *If* nilai *red* rendah (RL) and nilai *green* rendah (GL) and nilai *blue* rendah *then* buah mentah
2. *If* nilai *red* tinggi (RH) and nilai *green* tinggi (GH) and nilai *blue* tinggi (BH) *then* tidak ada buah
3. *If* nilai *red* tinggi (RH) and nilai *green* tinggi (GH) and nilai *blue* rendah (BL) *then* tidak ada buah
4. *If* nilai *red* sedang (RM) and nilai *green* rendah (GL) and nilai *blue* sedang (BM) *then* buah mentah.
5. *If* nilai *red* rendah (RL) and nilai *green* tinggi (GH) and nilai *blue* tinggi (BH) *then* buah matang

6. *If* nilai *red* rendah (RL) and nilai *green* sedang (GM) and nilai *blue* rendah (BL) *then* buah matang
7. *If* nilai *red* rendah (RM) and nilai *green* rendah (GH) and nilai *blue* rendah (BH) *then* buah setengah matang.

3 Proses Defuzzifikasi

Tidak Terdeteksi	= 0
Mentah	= 1
Setengah Matang	= 2
Matang	= 3

Rumus:

$$Z = \frac{(\alpha\text{-predikat}_1 * z_1) + (\alpha\text{-predikat}_2 * z_2) + \dots + (\alpha\text{-predikat}_n * z_n)}{\alpha\text{-predikat}_1 + \alpha\text{-predikat}_2 + \dots + \alpha\text{-predikat}_n}$$

Output = *output* / defuzzifikasi

- Perhitungan mencari nilai tidak terdeteksi

$$\text{Output} = (\text{rule00} \times \text{mentah}) + (\text{rule01} \times \text{tidak}) + (\text{rule02} \times \text{matang}) + (\text{rule10} \times \text{matang}) + (\text{rule11} \times \text{setengah}) / (\text{rule00} + \text{rule01} + \text{rule02} + \text{rule10} + \text{rule11})$$

$$\text{Output} = \frac{(0 \times 1) + (0 \times 0) + (0 \times 3) + (0 \times 3) + (0 \times 2)}{0 + 0 + 0 + 0 + 0}$$

$$\text{Output} = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0}{0}$$

$$\text{Output} = \frac{0}{0}$$

$$\text{Output} = \frac{0}{0}$$

$$\text{Output} = 0$$

- Perhitungan mencari nilai mentah

$$\text{Output} = (\text{rule00} \times \text{mentah}) + (\text{rule01} \times \text{tidak}) + (\text{rule02} \times \text{matang}) + (\text{rule10} \times \text{matang}) + (\text{rule11} \times \text{setengah}) / (\text{rule00} + \text{rule01} + \text{rule02} + \text{rule10} + \text{rule11})$$

$$\text{Output} = \frac{(1 \times 1) + (0 \times 0) + (0 \times 3) + (0 \times 3) + (0 \times 2)}{1 + 0 + 0 + 0 + 0}$$

$$1 + 0 + 0 + 0 + 0$$

$$\text{Output} = \frac{1 + 0 + 0 + 0 + 0}{1}$$

$$1$$

$$\text{Output} = \frac{1}{1}$$

$$\text{Output} = 1$$

- Perhitungan mencari nilai matang

$$\text{Output} = (\text{rule00} \times \text{mentah}) + (\text{rule01} \times \text{tidak}) + (\text{rule02} \times \text{matang}) + (\text{rule10} \times \text{matang}) + (\text{rule11} \times \text{setengah}) / (\text{rule00} + \text{rule01} + \text{rule02} + \text{rule10} + \text{rule11})$$

$$\text{Output} = \frac{(0 \times 1) + (0 \times 0) + (1 \times 3) + (0 \times 3) + (0 \times 2)}{0 + 0 + 1 + 0 + 0}$$

$$0 + 0 + 1 + 0 + 0$$

$$\text{Output} = \frac{0 + 0 + 3 + 0 + 0}{1}$$

$$1$$

$$\text{Output} = \frac{3}{1}$$

$$\text{Output} = 3$$

- Perhitungan mencari nilai setengah matang

$$\text{Output} = (\text{rule00} \times \text{mentah}) + (\text{rule01} \times \text{tidak}) + (\text{rule02} \times \text{matang}) + (\text{rule10} \times \text{matang}) + (\text{rule11} \times \text{setengah}) / (\text{rule00} + \text{rule01} + \text{rule02} + \text{rule10} + \text{rule11})$$

$$Output = \frac{(0 \times 1) + (0 \times 0) + (0 \times 3) + (0 \times 3) + (1 \times 2)}{0 + 0 + 0 + 0 + 1}$$

$$Output = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 1}{1}$$

$$Output = \frac{2}{1}$$

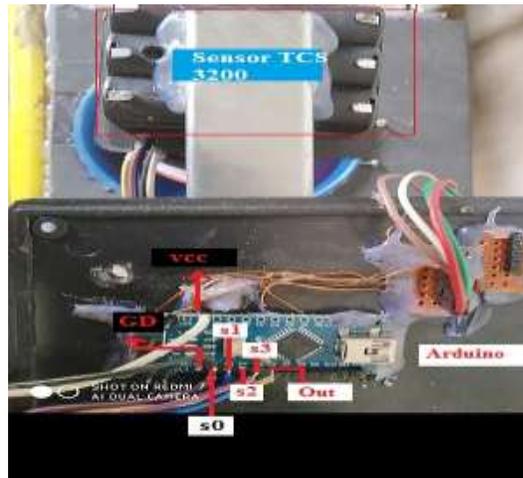
$$Output = 2$$

4.2 Perancangan *Hardware*

Dari beberapa tahapan proses kerja maupun pengumpulan bahan dan dasar teori, akhirnya telah dibuat “Implementasi Metode Logika *Fuzzy* Sugeno Pada Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Mikrokontroler”. Alat ini telah mampu menjalankan sistem dengan urutan sesuai listing program yang telah ditentukan dengan keluaran berupa tomat matang, setengah matang, maupun mentah yang dipisah oleh konveyor pada masing – masing box, alat ini mampu mengolah data sensor berupa nilai R,G, B dengan metode logika *fuzzy* sugeno yang ditanamkan pada sistem, Alat ini terdiri dari perangkat *hardware* yang berupa rangkaian minimum sistem beserta sensor.

1. Rangkaian Sensor TCS3200

Rangkaian ini terdiri dari Sensor TCS3200 dan Arduino nano yang terhubung pada pin digital D2 - D5 yang diatur sebagai *output* untuk mengirimkan signal pulsa ke sensor photodiode yang terdapat pada Sensor TCS3200, kemudian pin D6 sebagai *input* untuk menerima data *output* dari TCS3200, Rangkaian ini bekerja pada tegangan 5V yang bersumber dari pin vcc dan GND, berikut ini gambar hasil rangkaian Sensor TCS3200 tersebut.



Gambar 4.4 Hasil Rancangan Sensor TCS3200

2. Ikatan Motor Servo MG995

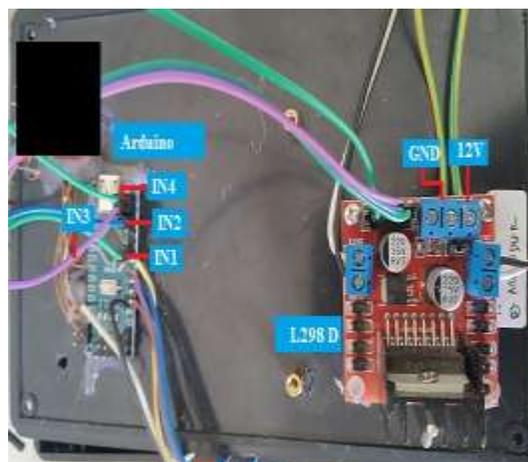
Rangkaian ini menggunakan motor Servo MG995 dengan Torque 10 Kg, artinya motor mampu dibebani dengan maksimal 10 Kg, Tegangan kerja rangkaian sebesar 5V berasal dari power supply external, dimana rangkaian ini berfungsi untuk membuka maupun menutup katub penampung buah tomat yang akan disortir, kabel pwm (*pulsa wite mode*) motor servo terhubung pada Arduino nano pada pin 9 yang diatur sebagai *output* signal pwm (*pulsa wite mode*) untuk mengontrol putaran motor servo 10 - 100 sudut putaran.



Gambar 4.5 Hasil Rancangan Motor Servo

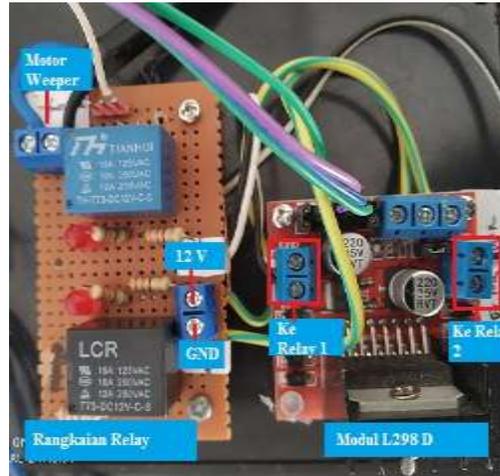
3. Rangkaian Arduino dengan L298D

Rangkaian ini berfungsi sebagai pengontrol relay sebagai switch untuk menggerakkan motor konveyor dan mengatur arah putaran motor tersebut, dimana L298 D memiliki 4 buah pin *input* yaitu IN1 terhubung pada pin D7, IN2 pada pin D10, IN3 pada pin D11 dan IN4 pada pin D12, pin tersebut diatur sebagai *output* untuk mengontrol pergerakan motor konveyor dengan cara memutar balikkan arah arus dan tegangan yang berasal dari switch relay menuju motor konveyor.



Gambar 4.6 Rancangan Rangkaian L298D

Adapun hasil rancangan pada rangkaian relay yang terhubung pada L298D dapat dilihat pada gambar dibawah ini;



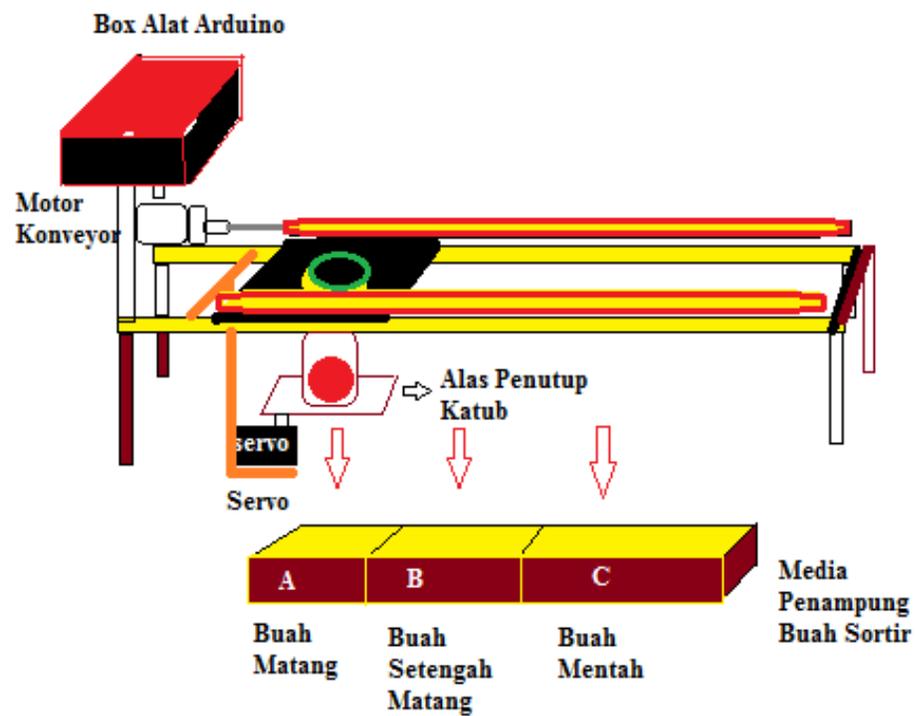
Gambar 4.7 Hasil Rancangan Relay

4. Rangkaian keseluruhan alat

Rancangan ini merupakan bentuk keseluruhan yang telah tersusun dengan baik, suatu sistem yang saling tersusun dan bekerja sama untuk mengolah data sensor, mengaktifkan motor servo serta menjalankan motor konveyor untuk memisahkan buah tomat sesuai dengan kategori *output* yang telah diolah oleh sistem menggunakan logika *fuzzy*, rangkaian keseluruhan ini menggunakan 2 buah sumber tegangan yaitu 5V DC dengan Arus maksimal 5 A untuk menyuplai tegangan rangkaian servo serta Arduino, dan Tegangan 12V dengan arus maksimal 10 A untuk menjalankan motor konveyor.



Gambar 4.8 Hasil Rancangan Relay



Gambar 4.9 Rancangan Keseluruhan Alat

4.3 Pengujian

Tahapan pengujian sistem dilakukan sesudah semua komponennya terangkai dan sistem siap beroperasi/dijalankan. Pengujian sistem ini dilakukan dengan tujuan agar penulis mengetahui apakah sistem ini bekerja sesuai dengan keinginan atau tidak. Dalam pengujian sistem ini dapat diambil kelebihan dan kekurangannya dari tiap sistem yang dibuat. Adapun tahapan dalam pengujiannya dapat dilihat pada poin – poin berikut ini;

1. Pengujian Sensor Warna TCS3200
2. Pengujian Motor Servo MG955
3. Pengujian Motor DC 12V penggerak konveyor
4. Pengujian proses fuzzifikasi
5. Pengujian defuzzifikasi
6. Pengujian penyortiran buah tomat mentah
7. Pengujian penyortiran buah tomat setengah matang
8. Pengujian penyortiran buah tomat matang

4.3.1 Pengujian Sensor TCS3200

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 3 warna dasar yang sudah ditetapkan yaitu Merah, Hijau dan Biru yang mana akan diletakkan pada sensor lalu mengamati hasil pembacaan sensor berupa nilai citra warna R, G, B yang dihasilkan oleh sensor pada terminal serial arduino, tujuan dari pengujian ini yaitu untuk memastikan sensor dapat bekerja dengan baik, berikut gambar bentuk pengujian yang dilakukan.



Gambar 4.10 Pengujian Sensor TCS3200

Adapun hasil pengujian dari masing-masing warna yang dideteksi oleh sensor TCS3200 dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil pengujian Sensor

No	Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil	Keterangan
1		Dengan meletakkan objek berwarna merah tepat pada sensor	R: 34 G: 56 B: 46 R: 35 G: 56 B: 46 R: 34 G: 56 B: 47 R: 34 G: 56 B: 40 R: 35 G: 58 B: 43 R: 34 G: 56 B: 47 R: 33 G: 55 B: 40 R: 33 G: 55 B: 40 R: 33 G: 55 B: 39 R: 33 G: 55 B: 45 R: 33 G: 56 B: 47 R: 33 G: 56 B: 46	Nilai R lebih rendah dari pada nilai G dan B
2		Dengan meletakkan objek berwarna hijau tepat pada sensor	R: 41 G: 33 B: 31 R: 41 G: 33 B: 31 R: 41 G: 27 B: 32 R: 41 G: 34 B: 33 R: 40 G: 33 B: 32 R: 40 G: 33 B: 32 R: 41 G: 34 B: 33 R: 40 G: 33 B: 32 R: 41 G: 34 B: 33 R: 40 G: 34 B: 32	Nilai R lebih besar dari pada nilai G dan B

3		<p>Dengan meletakkan objek berwarna biru tepat pada sensor</p>	<pre>R: 48 G: 49 B: 28 R: 41 G: 49 B: 28 R: 47 G: 49 B: 25 R: 47 G: 49 B: 28 R: 48 G: 43 B: 28 R: 47 G: 43 B: 29 R: 47 G: 49 B: 28 R: 48 G: 49 B: 29 R: 47 G: 49 B: 28 R: 47 G: 49 B: 27</pre> <p><input type="checkbox"/> Autoscroll <input type="checkbox"/> Show time</p>	<p>Nilai B lebih kecil dari pada nilai R dan G</p>
---	---	--	--	--

4.3.2 Pengujian Motor Servo

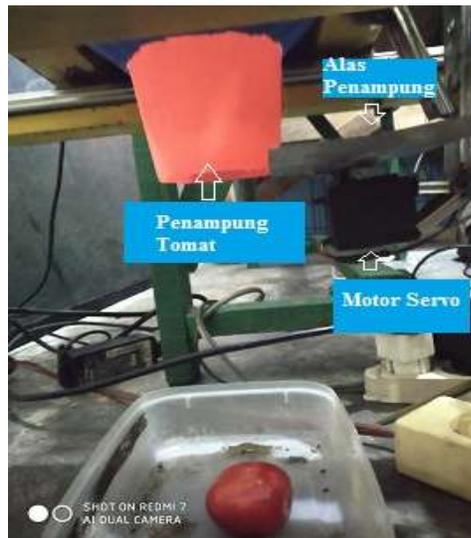
Pengujian ini akan dilakukan dengan cara mengubah nilai sudut putaran motor servo pada program untuk mengatur arah putaran dalam membuka dan menutup katub penampung tomat yang akan disortasi, adapun tujuan pengujian ini adalah untuk menghasilkan sudut putaran yang tepat pada servo, berikut penggalan programnya yang dipakai dalam pengujian ini.



```
servo | Arduino 1.8.8
File Edit Sketch Tools Help
servo.S
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int potpin = 0;
int val=100;
int b=10;
void setup() {
  myservo.attach(9);
}
void loop() {
  myservo.write(val);
  delay(6000);
  myservo.write(b);
  delay(6000);
}
```

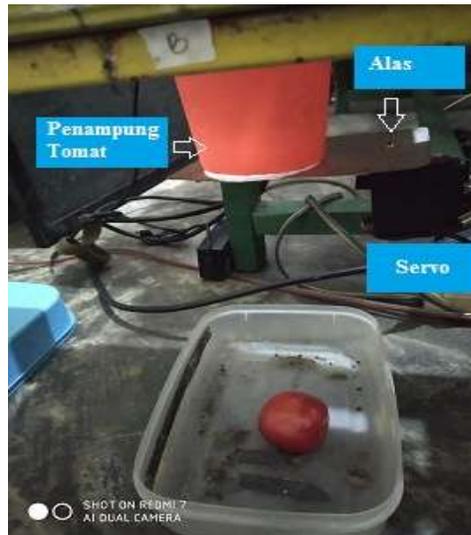
Gambar 4.11 Coding Program Untuk Menguji Arah Putaran Motor Servo

Adapun hasil putaran motor servo ketika diatur pada sudut 120 bisa dilihat dan diperhatikan dibawah ini.



Gambar 4.12 Hasil Pengujian Servo Pada Sudut Putaran 120[^]

Pada gambar 4.12 diatas merupakan hasil pengujian Servo pada sudut putaran 120 dimana pada kondisi tersebut motor servo berfungsi untuk membuka alas penampung buah tomat, dan hasil pengujian motor servo pada sudut putaran 13 dapat dilihat dibawah ini.



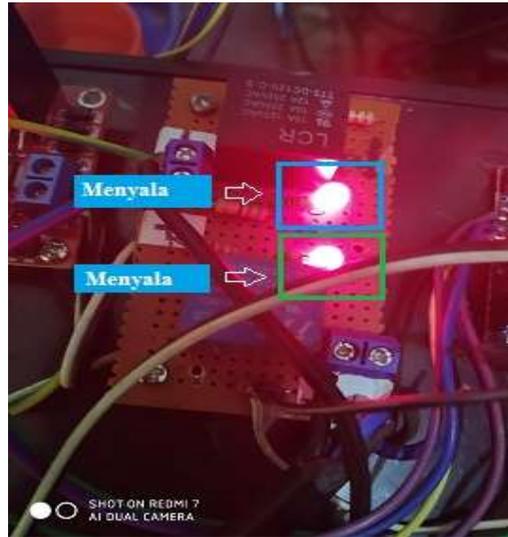
Gambar 4.13 Pengujian Motor Servo Pada Putaran 13[^]

Dari pengamatan, gambar 4.13 merupakan hasil dari pengujian motor servo pada sudut putaran 13 dimana kondisi tersebut motor servo berfungsi untuk menutup katub penampung tomat (sebagai alas) sehingga tomat tidak jatuh pada keranjang

4.3.3 Pengujian Motor DC 12V

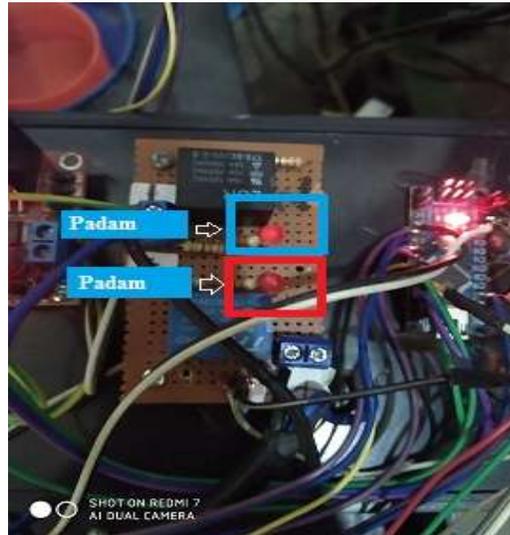
Pengujian ini dilakukan dengan membuat logika *high* atau *low* pada pin *output* yang terhubung ke *input* relay untuk mengendalikan dan menghentikan putaran motor DC, terdapat 2 buah led sebagai indikator signal input relay dimana ketika 1 *led* padam dan 1 *led* lain nya menyala ($R1 = high$, $R2 = low$) kondisi ini berfungsi untuk menghentikan motor DC, ketika kedua *led* menyala ($R1 = high$, $R2 = high$) kondisi ini menunjukkan bahwa putaran motor berlawanan arah jarum jam dan ketika kedua *led* padam ($R1 = low$, $R2 = low$) maka putaran motor searah jarum jam, hal ini terjadi karena adanya perubahan arah polaritas tegangan yang dilakukan oleh relay, pengujian ini bertujuan untuk memastikan motor DC dapat

berfungsi dengan baik dan dapat diubah arah putaran sesuai perintah logika *fuzzy*, berikut hasil pengujian yang telah dilakukan.



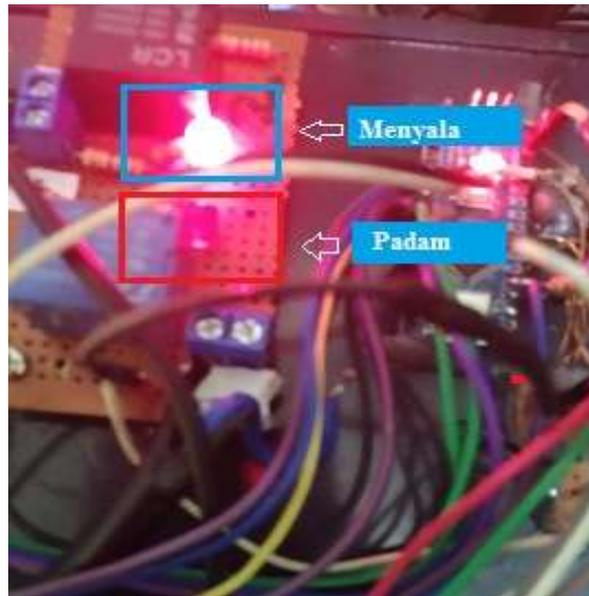
Gambar 4.14 Hasil Pengujian Motor DC Maju

Pada gambar 4.14 diatas adalah hasil dari pengujian motor DC dimana relay1 dan relay2 mendapatkan signal *high* sehingga kedua *led* indikator menyala, pada kondisi ini relay menghubungkan motor DC kesumber tegangan dengan polaritas (*Positive to Positive*) dan (*Negative to Negative*) maka arah putaran searah jarum jam (maju), berikut ini hasil pengujian untuk motor DC dengan putaran berlawanan arah jarum jam (mundur)



Gambar 4.15 Hasil Pengujian Motor DC Putaran Mundur

Pada gambar 4.15 diatas merupakan kondisi ketika relay mendapatkan signal *low* dari pin *output* Arduino, kondisi ini menghasilkan polaritas terbalik dimana terminal *positive* (+) dari power supply dihubungkan ke kabel *negative* (-) motor DC dan terminal (-) dari power supply dihubungkan ke kabel *positive* motor DC, sehingga menghasilkan putaran berbalik atau berlawanan arah jarum jam, adapun hasil pengujian motor DC ketika berhenti atau relay memutuskan sumber tegangan dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 4.16 Hasil Pengujian Motor DC Berhenti

4.3.4 Proses Pengujian Fuzzifikasi

Pengujian ini dilakukan dengan mengarahkan buah tomat mentah, setengah matang, dan matang pada sensor TCS3200 dan mengamati hasil proses fuzzifikasi pada terminal arduino dengan tujuan untuk memastikan sistem dapat berfungsi dengan baik untuk melakukan pengolahan sensor menggunakan metode fuzzifikasi.

```
R: 61||G: 78||B: 67
RL: 0||RM: 0||RH: 1
GL: 0||GM: 0||GH: 1
BL: 0||BM: 0||BH: 1
```

Gambar 4.17 Hasil Fuzzifikasi Ketika Tidak Mendeteksi Tomat

Adapun hasil pengujian ketika sensor mendeteksi buah tomat matang dapat dilihat dibawah ini;

```
R: 11||G: 37||B: 33
RL: 1||RM: 0||RH: 0
GL: 0||GM: 1||GH: 0
BL: 0||BM: 1||BH: 0
```

Gambar 4.18 Hasil Fuzzifikasi Ketika Mendeteksi Tomat Matang

Pengujian selanjutnya yaitu mendeteksi buah tomat mengkal dengan cara meletakkan buah tomat pada sensor, adapun hasil pengujian fuzzifikasi pada terminal Arduino dapat dilihat dibawah ini.

```
R: 14||G: 16||B: 24
RL: 1||RM: 0||RH: 0
GL: 1||GM: 0||GH: 0
BL: 0||BM: 1||BH: 0
```

Gambar 4.19 Hasil Fuzifikasi Ketika Mendeteksi Tomat Mentah

4.3.5 Proses Pengujian Defuzifikasi

Pengujian ini dilakukan dengan mendeteksi buah tomat mentah, setengah matang, dan matang, kemudian mengamati hasil defuzifikasi melalui perhitungan menggunakan rumus W_a (*Weighted Average*) untuk menghasilkan *output* yang direncanakan berupa nilai 0 yaitu tidak terdeteksi, 1 yaitu mengkal, 2 yaitu setengah matang dan nilai 3 adalah buah matang, adapun hasil pengujian pada terminal Arduino dapat dilihat dibawah ini;

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Defuzifikasi

No	Pengujian	Nilai RGB	Rule	Defuzifikasi
1	Tidak mendeteksi	R >50 G >60 B >60	RH,GH,BH	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> Nilai Deffuzi adalah: 0 </div> R: 53 G: 75 B: 64 RL: 0 RM: 0 RH: 1 GL: 0 GM: 0 GH: 1 BL: 0 BM: 0 BH: 1
2	Mentah	R=15 G=19 B=29	RL,GL,BM	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> Nilai Deffuzi adalah: 1 </div> R: 15 G: 19 B: 29 RL: 1 RM: 0 RH: 0 GL: 1 GM: 0 GH: 0 BL: 0 BM: 1 BH: 0
3	Matang	R=10 G=36 B=32	RL,GM,BM	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> Nilai Deffuzi adalah: 3 </div> R: 10 G: 36 B: 32 RL: 1 RM: 0 RH: 0 GL: 0 GM: 1 GH: 0 BL: 0 BM: 1 BH: 0
4	Setengah Matang	R=30 G=53 B=47	RM,GH,BH	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> Nilai Deffuzi adalah: 2 </div> R: 30 G: 53 B: 47 RL: 0 RM: 1 RH: 0 GL: 0 GM: 0 GH: 1 BL: 0 BM: 0 BH: 1

4.3.6 Pengujian Penyortiran Buah Tomat Mentah

Dalam pengujian penyortiran buah tomat mentah, langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengarahkan tomat terlebih dahulu pada sensor kemudian memasukkan tomat kedalam konveyor, lalu konveyor akan mengarahkan tomat ke keranjang penampung tomat mentah (keranjang C) dan servo akan membuka alas penampung untuk menjatuhkan buah tomat ke keranjang C tersebut.



Gambar 4.20 Deteksi Warna Buah Tomat

Pada gambar 4.20 merupakan langkah awal untuk mendeteksi warna buah tomat oleh sensor dengan cara mendekatkan buah tomat tepat diatas sensor kemudian memasukkan buah tomat kedalam penampung konveyor yang dapat dilihat dengan gambar dibawah ini.



Gambar 4.21 Tomat Dimasukkan Kedalam Penampung Konveyor.

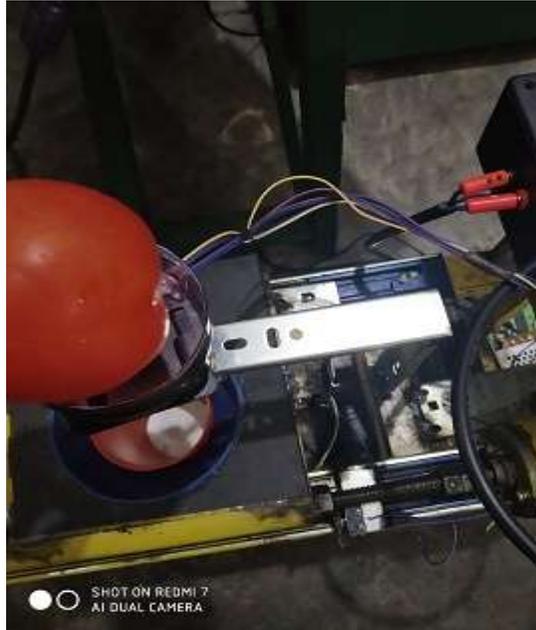
Dari hasil pengujian buah tomat mentah berdasarkan warna yang dideteksi oleh sensor dan nilai data latih sesuai dengan *rule evaluation*, maka konveyor mengarahkan buah tomat pada keranjang C kemudian membuka alas penampung agar tomat jatuh pada keranjang tersebut.



Gambar 4.22 Hasil Pengujian Buah Tomat Mentah

4.3.7 Pengujian Penyortiran Buah Tomat Setengah Matang

Dalam pengujian penyortiran buah tomat setengah matang, langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengarahkan tomat terlebih dahulu pada sensor kemudian memasukkan tomat kedalam konveyor, lalu konveyor akan mengarahkan tomat ke keranjang penampung tomat setengah matang yaitu pada keranjang B dan servo akan membuka alas penampung untuk menjatuhkan buah tomat kekeranjang B tersebut



Gambar 4.23 Proses Deteksi Warna Buah Tomat

Pada gambar 4.23 merupakan proses deteksi warna buah tomat dengan cara meletakkan buah tomat tersebut pada sensor, kemudian langkah berikutnya memasukkan buah tomat kedalam penampung konveyor untuk diarahkan kekeranjang sesuai dengan *output fuzzy*.



Gambar 4.24 Buah Tomat Dimasukkan Kedalam Penampung Konveyor

Berdasarkan proses dan hasil *output* defuzzifikasi dari warna yang dideteksi oleh sensor, buah tomat tersebut masuk dalam kategori setengah matang, berikut hasil pengujian buah tomat setengah matang ketika konveyor berhasil mengarahkan tomat kekeranjang B.



Gambar 4.25 Hasil Pengujian Buah Tomat Setengah Matang

4.3.8 Pengujian Penyortiran Buah Tomat Matang

Dalam pengujian penyortiran buah tomat matang, langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengarahkan tomat terlebih dahulu pada sensor kemudian memasukkan tomat kedalam konveyor, posisi keranjang A penampung buah tomat berada pada titik start konveyor, sehingga dalam pengujian ini konveyor tidak bergerak, dan servo langsung membuka alas untuk menjatuhkan buah tomat kekeranjang A tersebut.



Gambar 4.26 Proses Deteksi Warna Buah Tomat

Pada gambar 4.26 merupakan tahap awal dimana buah tomat diarahkan ke sensor untuk mendapatkan nilai warna RGB pada buah tomat tersebut, kemudian dilanjutkan dengan memasukkan buah tomat kedalam penampung konveyor



Gambar 4.27 Buah Tomat Dimasukkan Kedalam Penampung

Dari hasil deteksi warna dan nilai *output* defuzzifikasi oleh sistem, buah tomat tersebut merupakan kategori matang sehingga konveyor tidak aktif dan servo membuka alas penampung untuk menjatuhkan tomat pada keranjang A, berikut hasil pengujian buah tomat matang yang telah dilakukan.

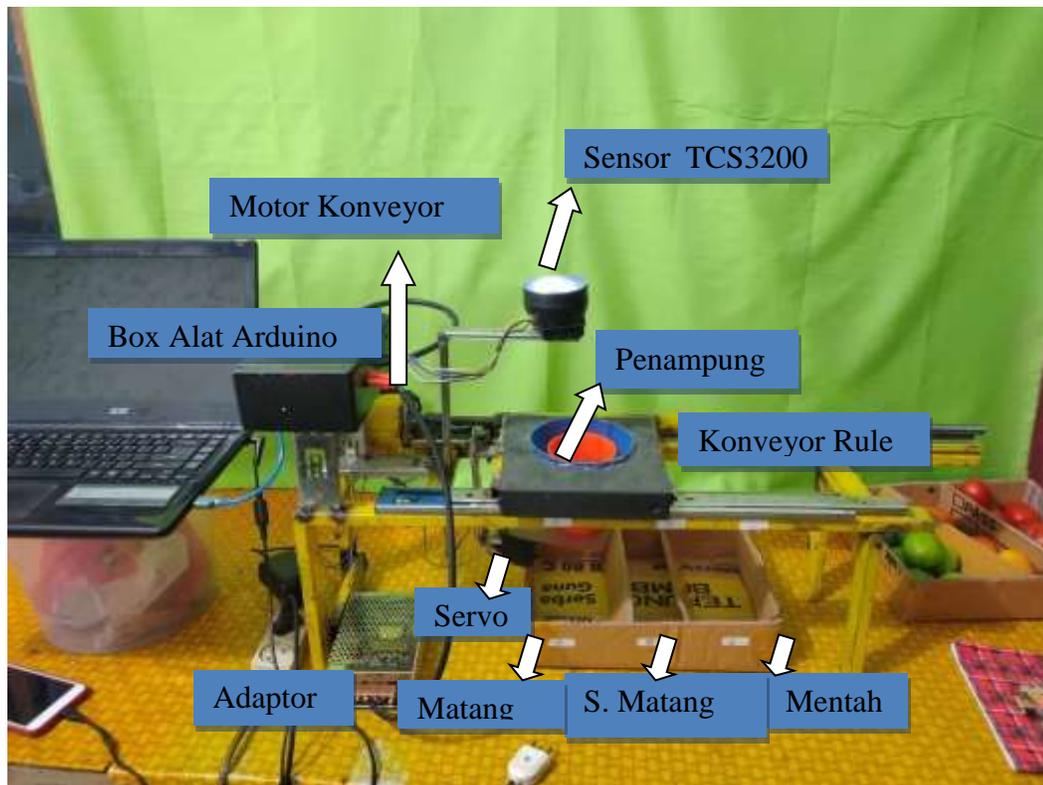


Gambar 4.28 Hasil Pengujian Buah Tomat Matang.

4.4 Hasil Perancangan Keseluruhan Alat

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan dengan proses metode Logika *fuzzy* sugeno untuk membuat alat penyortir buah tomat secara otomatis, *implementasi* ini dapat dijabarkan atau dideskripsikan dalam sistem. Sedangkan pengujian digunakan untuk menganalisis apakah sistem sudah dibuat memenuhi target yang ingin dicapai.

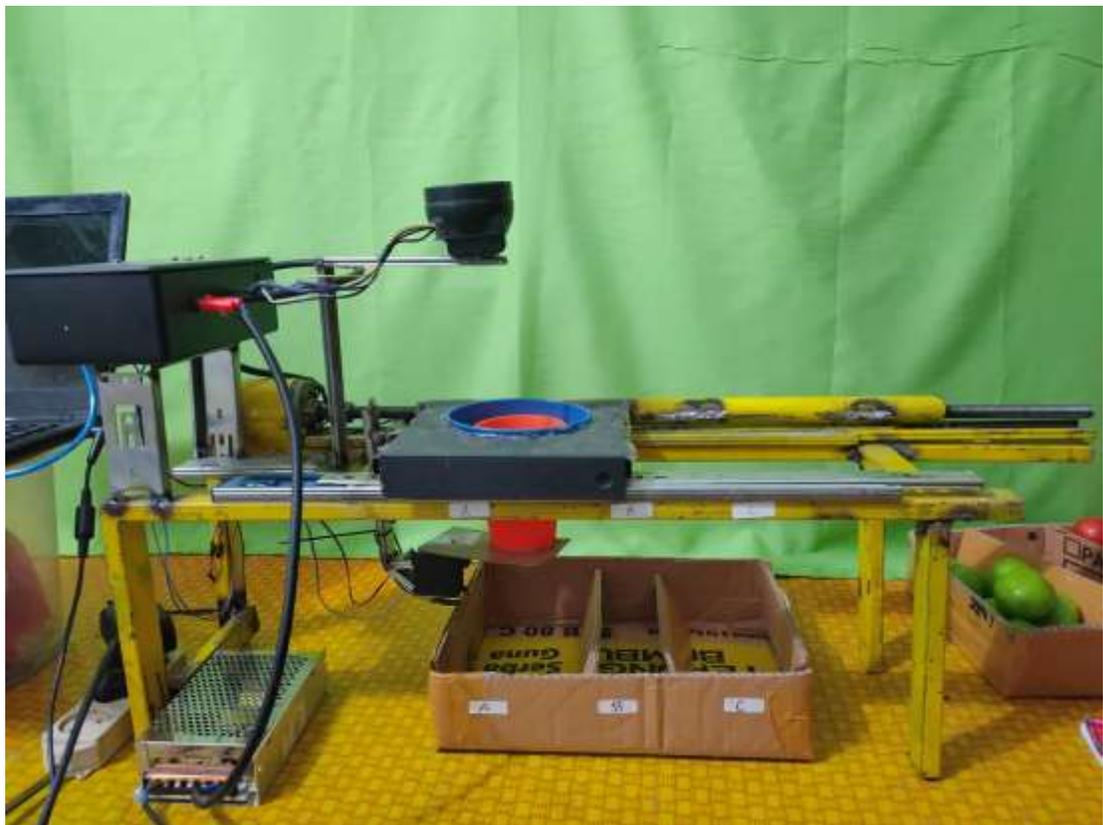
Pemasangan perangkat sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pembuatan alat penyortir buah tomat secara otomatis. Dengan perangkat yang tersusun dengan baik dan sesuai maka akan mendukung berjalannya *hardware* dan *software* sehingga alat penyortir buah tomat ini sesuai dengan yang apa yang diharapkan. Adapun bentuk alat penyortir buah tomat ditujukan dengan gambar 4.28 dibawah ini;



Gambar 4.29 Alat Penyortir Buah Tomat

Pada gambar 4.29 diatas merupakan bentuk rancangan alat penyortir buah tomat, dimana terdapat 3 buah keranjang sebagai penampung buah tomat hasil penyortiran,

sensor yang digunakan adalah TCS3200 untuk mendeteksi citra warna pada buah tomat tersebut, motor DC 12V berungsi menggerakkan konveyor menuju keranjang berdasarkan *output fuzzy*, Motor servo untuk membuka dan menutup katub lubang penampung buah tomat, sistem ini dikendalikan oleh Arduino nano.



Gambar 4.30 Alat Penyortir Buah Tomat

4.5 Penerapan

Penerapan alat penyortiran buah tomat menggunakan metode logika *fuzzy* berbasis mikrokontroler dapat diterapkan pada masyarakat khususnya kepada petani buah tomat agar target pemasaran buah tomat dapat di atur dengan sebaik mungkin.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap alat penyortir buah tomat secara otomatis peneliti dapat menyimpulkan bahwa telah terealisasi alat penyortir buah tomat secara otomatis dengan menerapkan metode logika *fuzzy* sugeno, yang mana metode logika *fuzzy* sugeno ini merupakan kontribusi ilmu saintek dalam pembuatan alat yang berbasis mikrokontroler, dan metode ini sudah sesuai dengan yang dibutuhkan untuk menghitung nilai warna karena metode ini merupakan metode yang samar yang tidak hanya hitam dan putih melainkan ada abu – abunya. Berhasilnya pembuatan Alat yang menyortir buah tomat hanya berdasarkan dengan warna yang mana pembacaan nilai RGB nya menggunakan sensor warna TCS3200. Sensor TCS3200 bekerja dengan baik dalam membaca nilai RGB Yang kemudian dikendalikan Arduino.

Alat penyortir buah tomat ini memiliki output yang telah direncanakan berupa nilai 0 yaitu tidak terdeteksi, nilai 1 yaitu mentah, nilai 2 setengah matang, dan nilai 3 matang sesuai dengan perhitungan menggunakan rumus WA (weight Average). Rata – rata waktu penyortiran buah tomat tersebut adalah 2 menit. Dari pengujian yang dilakukan keberhasilan masih sesuai dengan yang diharapkan meskipun tidak sempurna mencapai 100 %.

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian serta pengujian terhadap alat penyortir buah tomat secara otomatis dan menghasilkan kesimpulan maka untuk pengembangan sistem lebih lanjut dapat disarankan sebagai berikut;

1. Penggunaan device yang lebih baik dari Arduino agar proses kendali berjalan lebih cepat dan lebih baik.

2. Pada penggunaan sensor warna TCS3200 harus tetap dipertahankan kondisi disekitarnya agar intensitas cahaya terjaga dengan baik.
3. Penggunaan metode lain dalam menghitung nilai warna sehingga memberikan keputusan yang sesuai. Dan dapat diketahui metode mana yang lebih efektif dan efisien dalam mengambil keputusan nilai warna.
4. Desain alat penyortir buah tomat khususnya konveyor agar dapat di desain lebih efektif dan efisien.
5. Pembuatan alat yang lebih besar agar dapat dipergunakan di lahan perkebunan yang lebih luas seperti menggunakan roda agar dapat menyortir buah tomat secara langsung ke pohonnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya. (2009). Sistem temu balik citra menggunakan jarak histogram dalam model warna YIQ. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*.
- Artanto. (2012). *Rancang bangun sistem pengering gabah dengan menggunakan arduino*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar.
- Bambang Eko Soemarsono, d. (2015). *Alat pendeteksi dini terhadap kebocoran gas LPG*. Politeknik Negeri Semarang. Semarang: Jurnal Tele.
- Buckley, S. &. (2005). *Analisis sistem inferensi fuzzy metode sugeno orde nol untuk data skala ordinal*. Lampung.
- Djuandi. (2011). *Rancang bangun sistem pengering gabah dengan menggunakan arduino*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makasar, Makassar.
- Dorteus. (2015, Desember). Penerapan logika *fuzzy* metode sugeno untuk menentukan jumlah produksi roti berdasarkan data persediaan dan jumlah permintaan. *Barekeng*, 121-134.
- Ela Kartika, R. Y. (2015). *Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill.) Pada Berbagai Persentase Naungan*. Palu: e-j. Agrotekbis 3 (6).
- Handoko, P. (2017). Sistem kendali perangkat elektronika monolitik berbasis arduino uno R 3. *jurnal umj*.
- Jogiyanto. Analisis Dan Desain Sistem. Yogyakarta : Andi, 2004.
- Irwansyah. (2015). *Pemanfaatan tempat sampah pintar dengan metode logika fuzzy berbasis nodemcu*.
- Iwanudin. (2010). *Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tomat Melalui Aplikasi Berbagai Dosis Pupuk Kascing*. Makasar.
- Karasi, W. (2014). *Rancang bangun alat penyortir buah tomat berbasis metode jaringan syaraf tiruan menggunakan nodemcu*. Universitas Lampung, Lampung.
- Klir, Y. &. (1995). *Analisis sistem inferensi fuzzy metode sugeno orde nol untuk data skala ordinal*. Universitas Lampung. Lampung: 2016.

- Kusumadewi. (2002). Logika *fuzzy* dalam sistem pengambilan keputusan penerimaan beasiswa. *Informatika*, 2/9.
- Muhammad Furqan.,2020., Tempat Sampah Pintar Dengan Logika *Fuzzy* Berbasis Nodemcu., ISSN : 2302 – 4364., Vol : 9(1) Hal : 12.
- Nugraha, I. (2018). *Rancang bangun alat penyortir buah tomat berbasis metode jaringan syaraf tiruan menggunakan nodemcu*. Lampung.
- Purnomo, K. &. (2010). *Analisis sistem inferensi fuzzy metode sugeno orde nol untuk data*. Lampung.
- Purnomo, R. A. (2018). Jurnal J- Ptiik ub.ac.id. *Implementasi Metode Fuzzy sugeno pada Embedded system untuk mendeteksi kondisi kebakaran dalam ruangan*.
- Rahakbauw, D. L. (2015, Desember). Penerapan logika *fuzzy* metode sugeno untuk menentukan jumlah produksi roti berdasarkan data persediaan dan jumlah permintaan. *Ilmu Matematika Dan Terapan*, 121-134.
- Rizki, D. d. (2018). *Rancang bangun alat penyortir buah tomat berbasis metode jaringan syaraf tiruan menggunakan nodemcu*. Lampung.
- Ross. (2010). *Analisis sistem inferensi fuzzy metode sugeno orde nol untuk data skala ordinal*. Universitas Lampung, Lampung.
- Roynaldi, M. (2018). *Rancang bangun alat penyortir buah tomat berbasis metode jaringan syaraf tiruan menggunakan nodemcu*. Lampung.
- Simargolang, M. Y. (2018). Jurnal Teknologi Informasi. *Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Untuk Menentukan calon Presiden Mahasiswa Di Universitas Asahan*.
- Sivanandam, d. (2007). *Analisis sistem inferensi fuzzy metode sugeno orde nol untuk data skala ordinal*. Lampung.
- Thiang. (2008). *Rancang Bangun Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Metode Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan NodemCu*. Bandar Lampung.

UJI COBA TINGKAT KEBERHASILAN

Nama Penguji: Yusuf Ramadhan Nst, M. Kom

No.	Pengujian	Keterangan	
		Berhasil	Tidak Berhasil
1.	Proses menyalakan mesin untuk menyortir buah tomat.	✓	
2.	Proses memasukkan buah tomat	✓	
3.	Pengujian sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi Nilai RGB pada buah tomat.	✓	
4.	Proses melakukan sortasi	✓	
5.	Proses konveyor akan bergerak membawa buah tomat menuju wadah yang telah ditentukan sesuai kondisi nilai RGB pada buah tomat	✓	
6.	Proses buah tomat masuk kedalam wadah yang sudah disediakan dengan ketentuan kondisi buah tomat. (Mentah, Setengah Matang, Matang)	✓	
7.	Proses konveyor akan kembali menuju start.	✓	

Mengetahui,



Yusuf Ramadhan Nst, M. Kom

NIB. 1100000075

LISTING PROGRAM

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;

//=====
//VARIABEL PENAMPUNG DATA FUZZY
//=====
int merah[3];
int hijau[3];
int biru[3];
int temp;

float rule [3][3];
float rule00, rule01, rule02;
float rule10, rule11, rule12;
float rule20, rule21, rule22;

int matang,setengah,mengkal;
int defuz;
int output;
//=====
//VARIABEL UNTUK MENYIMPAN DATA WARNA
//=====
int red = 0;
int green = 0;
int blue = 0;
//=====
//MENDEFENISIKAN PIN YANG DIGUNAKAN MODUL DRIVER L298D
//=====
#define buzzer 12
#define R1 7
```

```

#define R2 8
#define R3 9

//=====
//VARIABEL THE SECONDARY
//=====
int T=0;
int val=120;
int b=11;
int limit=0;
int limit_out=0;

void setup()
{
//=====
//KONFIGURASI PIN SENSOR DAN SERIAL BAUDRATE
//=====
Serial.begin(9600);
pinMode(2, OUTPUT);//so
pinMode(3, OUTPUT);//s1
pinMode(4, OUTPUT);//s2
pinMode(5, OUTPUT);//s3
pinMode(6, INPUT);//output

pinMode(R1, OUTPUT);//
pinMode(R2, OUTPUT);//

pinMode(buzer, OUTPUT);//

//MOTOR POSISI STANDBY
digitalWrite(R1, HIGH);
digitalWrite(R2, LOW);

```

```

//=====
//CONIGURASI PIN YANG DIGUNAKAN MOTOR SERVO UNTUK MENERIMA SIGNAL
PWM
//=====
myservo.attach(10);
myservo.write(b);

//=====
//OFF SENSOR PHOTODIODA S0-S1 UNTUK PROSES CLEAR COLOR (NO FILTER)
digitalWrite(2, HIGH);
digitalWrite(3, HIGH);

digitalWrite(buzer, HIGH);
delay(400);
digitalWrite(buzer, LOW);//
}

void loop()
{

//=====
//LIMIT SWITH SENSOR
//=====
limit=analogRead(A1); //BACA SENSOR

if(limit <=50){
    T=0;
    //stop
    digitalWrite(R1, HIGH);
    digitalWrite(R2, LOW);
}else if(limit>1000 && T==1){
    //mundur

```

```

    digitalWrite(R1, LOW);
    digitalWrite(R2, LOW);
}

//=====
==
//PENGAMBILAN DATA WARNA DARI SENSOR TCS3200
//=====
==
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
blue = pulseIn(6, digitalRead(6) == HIGH ? LOW : HIGH);
digitalWrite(5, HIGH);
green = pulseIn(6, digitalRead(6) == HIGH ? LOW : HIGH);
digitalWrite(4, HIGH);
red = pulseIn(6, digitalRead(6) == HIGH ? LOW : HIGH);

//=====
===
//FUZZIFIKASI KE ANGGOTAAN RED
//=====
==

if(red <= 20){
    merah[0] = 1; //rendah
    merah[1] = 0; //sedang
    merah[2] = 0; //tinggi
}
else if(red >= 50){
    merah[2] = 1;
    merah[1] = 0;
    merah[0] = 0;
}
}

```

```

else if(red > 20 && red < 50){
    merah[1] = 1;
    merah[0] = 0;
    merah[2] = 0;
}
else if((red > 20)&&(red < 40)){
    merah[1] = (red - 20)/10;
    merah[0] = 1-(red - 20)/10;
    merah[2] = 0;
}
else if((red > 30)&&(red < 45)){
    merah[2] = (red - 70)/15;
    merah[1] = 1-(red - 70)/15;
    merah[0] = 0;
}

//=====
==
    //FUZZIFIKASI WARNA GREEN

//=====
==
    if(green <= 50){
        hijau[0] = 1; //rendah
        hijau[1] = 0; //sedang
        hijau[2] = 0; //tinggi
    }
    else if(green >= 100){
        hijau[2] = 1;
        hijau[1] = 0;
        hijau[0] = 0;
    }
    else if(green > 50 && green < 100){

```

```

    hijau[1] = 1;
    hijau[0] = 0;
    hijau[2] = 0;
}
else if((green > 50)&&(green < 100)){
    hijau[1] = (green - 50)/50;
    hijau[0] = 1-(green - 50)/50;
    hijau[2] = 0;
}
else if((green > 60)&&(green < 80)){
    hijau[2] = (green - 60)/20;
    hijau[1] = 1-(green - 60)/20;
    hijau[0] = 0;
}

//=====
==
    //FUZZIFIKASI WARNA BLUE

//=====
==

if(blue <= 20){
    biru[0] = 1; //rendah
    biru[1] = 0; //sedang
    biru[2] = 0; //tinggi
}
else if(blue >= 50){
    biru[2] = 1;
    biru[1] = 0;
    biru[0] = 0;
}
else if(blue > 20 && blue < 50){

```

```

    biru[1] = 1;
    biru[0] = 0;
    biru[2] = 0;
}
else if((blue > 20)&&(blue < 30)){
    biru[1] = (blue - 20)/20;
    biru[0] = 1-(blue - 20)/20;
    biru[2] = 0;
}
else if((blue > 30)&&(blue < 45)){
    biru[2] = (blue - 30)/15;
    biru[1] = 1-(blue - 20)/15;
    biru[0] = 0;
}
//=====
==
//RULE EVALUATION
//=====
==

//=====
==
//TAMPILKAN PADA SERIAL MONITOR
//=====
==
    Serial.print("R: ");
    Serial.print(red);
    Serial.print("||");
    Serial.print("G: ");
    Serial.print(green);
    Serial.print("||");
    Serial.print("B: ");
    Serial.print(blue);

```

```
Serial.println("");
Serial.print("RL: ");
Serial.print(merah[0]);
Serial.print("||");
Serial.print("RM: ");
Serial.print(merah[1]);
Serial.print("||");
Serial.print("RH: ");
Serial.print(merah[2]);
Serial.println("");
Serial.print("GL: ");
Serial.print(hijau[0]);
Serial.print("||");
Serial.print("GM: ");
Serial.print(hijau[1]);
Serial.print("||");
Serial.print("GH: ");
Serial.print(hijau[2]);
Serial.println("");
Serial.print("BL: ");
Serial.print(biru[0]);
Serial.print("||");
Serial.print("BM: ");
Serial.print(biru[1]);
Serial.print("||");
Serial.print("BH: ");
Serial.print(biru[2]);
Serial.println("");
Serial.println("");
Defuzzy();
delay(400);
}
```

```

//=====
//RULE EVALUATION
//=====

void RuleEva (){
int i, j, k;
for ( i=0; i<=2; i=i+1)
{
for ( j=0; j<=2; j=j+1)
{
temp = min(merah[i], ( biru[j]));
rule [i][j] = temp;
}
}
rule00 = rule [1][1]; // (RL,GL = mengkal)
rule00 = rule [2][1]; // (RL,GL = mengkal)
rule00 = rule [0][0]; // (RM,GM = tidak)
rule01 = rule [0][1]; // (RH,GH = setengah)
rule02 = rule [2][1]; // (RL,GM = matang)
rule10 = rule [2][2]; // (RL,GH = matang)
rule11 = rule [1][0]; // (RM,GH = setengah)

}

//=====
=====
//DEFUZIFIKASI
//=====
=====

void Defuzzy () {
float tidak=0;

```

```

float mengkal=1;
float setengah=2;
float matang=3;
int output_defuzy=0;

RuleEva();
output = (rule00 * mengkal) + (rule01 * tidak)+ (rule02 *matang)+
(rule10 * matang)+ (rule11 * setengah);

defuz = 0;
int i, j;
for ( i=0; i<=2; i=i+1)
{
    for ( j=0; j<=2; j=j+1)
    {
        defuz = defuz + rule [i][j];
    }
}
output = output / defuz;
if(output==1 || output==2 || output==3 && blue >=100 && blue
<=160){ // Mengkal
    output_defuzy=1;
}
if(output==1 || output==2 || output==3 && blue > 80 && blue
<=110){ //Matang
    output_defuzy=3;
}

if(output==1 || output==2 || output==3 && blue <=80
){//setengah
    output_defuzy=2;
}

```

```

    if(output==1 || output==2 || output==3  && blue >=200  && blue
<= 270){//ada tomat tapi tidak terdeteksi
        output_defuzy=4;
    }

    if(output==1 || output==2 || output==3  && blue >=380 ){
        output_defuzy=0;
    }

Serial.print("Nilai Deffuzi adalah: ");
Serial.print(output_defuzy);
Serial.println(output);
Serial.println("");
Serial.println("Sensor Limit: " + String(limit));

//=====
//MENJALANKAN KONVEYOR UNTUK PENYORTIRAN BUAH TOMAT
//=====

if(output_defuzy==3){
    Serial.print("Buah tomat matang");
    delay(4000);
    servo_buka();
}

//=====Sortir buah mengkal
if(output_defuzy==1){
    Serial.print("Buah tomat mengkal");
    delay(4000);
    maju_mengkal();
}
}

```

```

    if(output_defuzy==2){
        Serial.print("Buah tomat setengah matang");
        delay(4000);
        maju_setengah();

    }

    if(output_defuzy==4){
        Serial.print("Tidak Terdeteksi");
        digitalWrite(buzer, HIGH);
        delay(200);
        digitalWrite(buzer, LOW);
        delay(200);
        digitalWrite(buzer, HIGH);
        delay(200);
        digitalWrite(buzer, LOW);
        delay(200);
    }

}

//=====
//SUB PROGRAM UNTUK MENJALANKAN OUTPUT SORTASI BUAH TOMAT
//=====
void maju_setengah(){
    digitalWrite(R1, HIGH);
    digitalWrite(R2, HIGH);
    Serial.println("jalankan motor");
    delay(1400);
    berhenti();
}

```

```

}

void maju_mengkal(){
    digitalWrite(R1, HIGH);
    digitalWrite(R2, HIGH);
    Serial.println("jalankan motor");
    delay(2800);
    berhenti();
}

void berhenti(){
    digitalWrite(R1, HIGH);
    digitalWrite(R2, LOW);

    T=1;
    Serial.println("Berhenti");
    delay(2000);
    servo_buka();
}

//=====
//SUB PROGRAM UNTUK MEMBUKA DAN MENUTUP KATUB PENAMPUNG BUAH TOMAT
//=====
void servo_buka(){
    Serial.print("Buka Katub");
    myservo.write(val);
    delay(3000);
    servo_tutup();
}

```

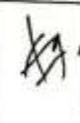
```
void servo_tutup(){  
  Serial.print("Tutup Katub");  
  myservo.write(b);  
  delay(2000);  
  
}
```

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

Semester Gasal/Genap Tahun Akademik ... 2020... / 2021

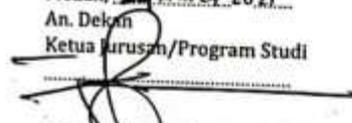
Nama : <u>SITI SUMITA HRP</u>	Pembimbing I : <u>MHD. FUSQAN, S.Si., M. Comp. Sc.</u>
NIM : <u>0701163064</u>	Pembimbing II : <u>Rokhmah Kurniawati R.S.T., M. Kom</u>
Prog. Studi : <u>ILMU KOMPUTER</u>	SK Pembimbing :
Judul Skripsi : <u>Implementasi Logika Fuzzy Sugeno Pada alat Penyortir Buah tomat Berbasis Mikrokontroler</u>	

P E R T	PEMBIMBING I			PEMBIMBING II		
	Tgl.	Materi Bimbingan	Tanda Tangan	Tgl.	Materi Bimbingan	Tanda Tangan
I	06/10/20	Kirim File Bab I, II, dan III		12/10/20 29/10/20	Kirim File Bab I Acc Bab 1	
II	15/10/20	Acc Bab I, II, dan III		11/10/20 24/10/20 28/10/20	Kirim file Bab II & III Revisi Bab II, III Revisi Bab II, III	
III	15/10/20	Acc Sempro		10/09/20 01/10/20	Revisi Bab II Acc Bab III	
IV				02/10/20	Acc Sempro	
V						

VI	22/03 2021	Bimbingan Bab IV dan Bab V		16/03 2021	Bimbingan Bab IV dan Bab V	
VII		Bimbingan Bab IV dan Bab V		20/03 2021	Bimbingan Bab V	
VIII		Bimbingan Bab IV dan bab V		23/03 2021	Acc sidang	
IX		Bimbingan Bab IV dan bab V				
X		Acc sidang				

Medan, 22 Maret 2021...

An. Dekan
Ketua Jurusan/Program Studi


Ilka Zulfria, M.Kom

NIP. 198506042015031006

Catatan: Pada saat bimbingan, kartu ini harus diisi dan ditandatangani oleh pembimbing

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI

Nama : Siti Sumita Harahap
Nim : 0701163064
Tempat, Tanggal Lahir : Aliaga, 01 Juli 1997
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Desa Aliaga
Kecamatan : Huta raja Tinggi
Kabupaten : Padang Lawas
Agama : Islam
No. Hp : 082276775118
Email : sitisumitahrp@gmail.com

NAMA ORANG TUA

Ayah : Alm. Muhodum Harahap
Ibu : Diana Siregar

PENDIDIKAN FORMAL

SD : SDN 0705 Alogo Pulo Godang
SMP : SMPN 4 Huta Raja Tinggi
SMK : SMKN 1 Sosa