



TESIS - TE142599

RANCANG BANGUN HIDROPONIK *NUTRIENT FILM TECHNIQUE* MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA *FUZZY* BERBASIS KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN CITRA

SITI MASHUMAH
07111650040008

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
Astria Nur Irfansyah, ST., M.Eng., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



TESIS - TE142599

**RANCANG BANGUN HIDROPONIK *NUTRIENT
FILM TECHNIQUE* MENGGUNAKAN KONTROL
LOGIKA *FUZZY* BERBASIS KONDUKTIVITAS
LISTRIK DAN CITRA**

SITI MASHUMAH
07111650040008

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
Astria Nur Irfansyah, ST., M.Eng., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

Siti Mashumah
NRP. 07111650040008

Tanggal Ujian : 03 Juli 2018
Periode Wisuda : September 2018

Disetujui oleh:

1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT. (Pembimbing I)
NIP: 196904261994031003
2. Astria Nur Irfansyah, ST., M.Eng., Ph.D. (Pembimbing II)
NIP: 198103252010121002
3. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D. (Penguji)
NIP: 196512111990021002
4. Ir. Totok Muijono, M.Ikom., Ph.D (Penguji)
NIP: 1965042219890310001
5. Muhammad Attamimi, B.Eng., M.Eng., Ph.D (Penguji)
NIP: 1985201711039

Dekan Fakultas Teknologi Elektro

Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T.
NIP. 197002121995121001

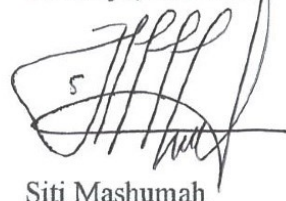
Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tesis saya dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK *NUTRIENT FILM TECHNIQUE* MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA *FUZZY* BERBASIS KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN CITRA ”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2018

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Siti Mashumah', with a stylized flourish at the end.

Siti Mashumah

NRP.07111650040008

Halaman ini sengaja dikosongkan

**RANCANG BANGUN HIDROPONIK *NUTRIENT FILM*
TECHNIQUE MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA *FUZZY* BERBASIS
KONDUKTIVITAS LISTRIK DAN CITRA**

Nama mahasiswa : Siti Mashumah
NRP : 07111550040201
Pembimbing : 1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
2. Astria Nur Irfansyah, S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRAK

Pertanian merupakan salah satu sektor penting bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Kebutuhan masyarakat terhadap konsumsi sayuran meningkat setiap tahunnya yang berdampak masyarakat mengalami kekurangan gizi sayuran. Seiring perkembangan teknologi, saat ini telah banyak penelitian yang membuat sebuah solusi bagi sektor pertanian untuk budidaya sayuran di lahan yang sempit dengan menggunakan metode hidroponik. *Nutrient Film Technique* (NFT) merupakan satu metode budidaya tanaman hidroponik dimana akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi sehingga akan mendapatkan nutrisi, air, dan oksigen secara terus menerus. Pakcoy merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat dibudidayakan menggunakan metode hidroponik NFT dengan masa panen membutuhkan waktu 40 hari. Parameter yang dibutuhkan pada NFT adalah pemberian nutrisi yang tepat pada tanaman berdasarkan usia dan jenis tanaman. Untuk mengatur tingkat nutrisi menggunakan kontrol logika fuzzy yang diterapkan pada hidroponik NFT. Sensor kamera digunakan untuk mendeteksi usia tanaman menggunakan metode pengolahan citra digital dengan mengambil nilai histogram citra saturasi pada gambar tanaman. Usia tanaman 1 – 10 hari Pakcoy memiliki nilai saturasi rata-rata sebesar 24.83 dan usia 21 – 40 hari memiliki nilai saturasi rata-rata sebesar 52.5. Sensor konduktivitas listrik (EC) digunakan untuk mendeteksi konsentrasi larutan nutrisi A dan B yang akan diberikan pada tanaman. Konsentrasi larutan nutrisi A sebesar 25.168 mS/cm dan konsentrasi larutan nutrisi sebesar 117.8 mS/cm. Konsentrasi larutan yang dibutuhkan oleh tanaman Pakcoy pada usia 1-20 hari membutuhkan konsentrasi nutrisi A dan B sebesar 1.6 – 2.7 mS/cm dan pada usia 21-40 hari membutuhkan konsentrasi nutrisi A dan B sebesar 2.8 – 3.5 mS/cm. Untuk itu dibutuhkan kontrol konsentrasi larutan menggunakan logika fuzzy. Hasil pengujian menunjukkan bahwa logika fuzzy berhasil mempertahankan nilai EC sesuai *setpoint* yang diberikan.

Kata kunci: Konduktivitas listrik, logika fuzzy, pengolahan citra, sistem hidroponik

Halaman ini sengaja dikosongkan

NUTRIENT FILM TECHNIQUE HYDROPONIC DESIGN BUILDING USING FUZZY LOGIC CONTROL BASED ON ELECTRICAL CONDUCTIVITY AND IMAGE

By : Siti Mashumah
Student Identity Number : 07111550040201
Supervisor(s) : 1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT
2. Astria Nur Irfansyah, S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRACT

Agriculture is one of the important sectors for people to meet their daily needs. The community's need for vegetable consumption increases every year which affects the people suffering from vegetable deficiency. Along with technological developments, there are now many studies that make a solution for the agricultural sector for vegetable cultivation on narrow land using hydroponic methods. Nutrient Film Technique (NFT) is a method of hydroponic plant cultivation where plant roots grow in a shallow and circulated nutrient layer so that it will get the nutrients, water, and oxygen continuously. Pakcoy is one type of plant that can be cultivated using NFT hydroponic method with harvest time of 40 days. The required parameters of NFT are proper nutrition in plants based on age and type of plant. To adjust the nutritional level using a fuzzy logic control applied to hydroponics of NFT. The camera sensor is used to detect the age of the plant using digital image processing methods by taking the saturation image histogram value on the plant image. Plant ages 1 - 10 days Pakcoy has an average saturation value of 24.83 and age 21-40 days has an average saturation value of 52.5. Electrical Conductivity (EC) sensors are used to detect the concentration of nutrients A and B to be given to plants. The nutrient solution concentration A was 25.168 mS/cm and the concentration of nutrient solution was 117.8 mS/cm. The concentration of solution needed by Pakcoy plants at 1-20 days requires A and B nutrient concentrations of 1.6 - 2.7 mS/cm and at the age of 21-40 days requires A and B nutrient concentrations of 2.8 - 3.5 mS/cm. For that we need to control the concentration of solution using fuzzy logic. The test results show that fuzzy logic successfully maintains the EC value according to the given setpoint.

Keywords: electricital conductivity, fuzzy logic, image processing, hydroponics system

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Hidroponik *Nutrient Film Technique* Menggunakan Kontrol Logika *Fuzzy* Berbasis Konduktivitas Listrik dan Citra”. Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Pascasarjana Teknik Elektro di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tesis ini tidak dapat tersusun dengan baik tanpa bimbingan, bantuan dan dukungan dari banyak pihak yang diberikan kepada penulis. Oleh karena itu penulis memberikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Muhammad Rivai, ST., MT dan Astria Nur Irfansyah, S.T., M.Eng.,Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah banyak berkontribusi selama proses pembuatan tesis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
2. Ir. Djoko Purwanto, M. Eng.,Ph.D., Dr.Ir. Totok Mujiono, M.Ikom., dan Muhammad Attamimi, B.Eng., M.Eng., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan saran dan kritik yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan baik.
3. Kepada Koordinator Pascasarjana Teknik Elektro, Koordinator Pascasarjana Departemen Teknik Elektro dan Ketua Jurusan Teknik Elektro serta karyawan Pascasarjana Teknik Elektro yang telah membantu penulis dalam segala urusan administrasi selama menempuh kuliah di ITS.
4. Kepada Ibu dan Bapak serta seluruh keluarga yang sudah memberikan banyak dukungan dan semangat untuk menyelesaikan tesis ini.
5. Kepada M. Chusnu Jauhar, Rekan-rekan S2 angkatan 2017, juga rekan-rekan Lab.B402 yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Seluruh pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini dengan baik.

Menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna, maka kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa mendatang. Penulis berharap agar tesis ini dapat bermanfaat.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Kontribusi	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Sistem Hidroponik	6
2.2.1 Nutrisi Hidroponik	9
2.2.2 Konduktivitas Listrik	11
2.3 Pengolahan Citra	13
2.3.1 HSV	13
2.3.2 Hubungan antara Saturasi dengan EC Pakcoy	15
2.4 Mikrokontroler Arduino Uno	15
2.5 Komunikasi Serial	19
2.6 Logika <i>Fuzzy</i>	19
2.7 Sensor Analog EC Meter SKUDFR0300	24
2.8 Sensor Ultrasonik	26

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Studi Literatur.....	31
3.2 Perancangan Sistem Rancang Bangun Hidroponik NFT	31
3.3 PerancanganNutrisi Hidroponik	34
3.4 PerancanganSensor Konduktivitas Listrik	35
3.5 Perancangan Sensor Ultrasonik.....	37
3.6 Pemilihan Kamera	37
3.7 Perancangan Pengolahan Citra.....	38
3.8 Perancangan Kontrol Logika <i>Fuzzy</i>	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Pengujian valve	44
4.2 Analisa Pengujian Valve	46
4.3 Pengujian Sensor Konduktivitas Listrik.....	46
4.4 PengujianKetinggian Tandon Nutrisi.....	50
4.5 Analisa Pengujian Ketinggian Tandon Nutrisi.....	51
4.6 Pengujian Komunikasi Serial	51
4.7 Pengujian Pengolahan Citra Digital pada Tanaman Pakcoy	52
4.8 Analisa Pengolahan Citra Digital pada Tanaman Pakcoy	58
4.9 Pengujian Kontrol Logika <i>Fuzzy</i>	59
4.10 Analisa Data Keseluruhan	61
BAB 5 KESIMPULAN	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN	69
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hidroponik <i>wick</i> sistem	8
Gambar 2. 2 Hidroponik NFT	8
Gambar 2. 3 Hidroponik rakit apung	8
Gambar 2. 4 Nutrisi A dan B hidroponik	10
Gambar 2. 5 Mengukur konduktivitas listrik pada zat cair	10
Gambar 2. 6 Endapan nutrisi A dan B yang dicampur dalam air	11
Gambar 2. 7 Komponen RGB pada citra berwarna	14
Gambar 2. 8 Sistem koordinat HSV	14
Gambar 2. 9 Arduino uno	17
Gambar 2. 10 Ilustrasi komunikasi serial mode asinkron	19
Gambar 2. 11 Himpunan <i>crisp</i>	20
Gambar 2. 12 Nilai keanggotaan himpunan <i>fuzzy</i> segitiga	21
Gambar 2. 13 Himpunan penyokong	22
Gambar 2. 14 Nilai ambang <i>Alfa-cut</i>	22
Gambar 2. 15 Himpunan fungsi keanggotaan segitiga	23
Gambar 2. 16 Himpunan fungsi keanggotaan trapesium	23
Gambar 2. 17 Himpunan fungsi keanggotaan <i>sigmoid</i>	24
Gambar 2. 18 Himpunan fungsi keanggotaan <i>gaussian</i>	25
Gambar 2. 19 Grafik konversi sensor analog EC meter	25
Gambar 2. 20 Larutan konduktivitas	25
Gambar 2. 21 Sensor ultrasonik HC-SR04	26
Gambar 3. 1 Tahapan penelitian	29
Gambar 3. 2 Diagram fishbone penelitian	30
Gambar 3. 3 Tata letak hardware rancang bangun hidroponik	31
Gambar 3. 4 Diagram sistem rancang bangun hidroponik NFT	32
Gambar 3. 5 Diagram blok pengujian katup	34
Gambar 3. 6 Gelas ukur pengujian keluaran air	35
Gambar 3. 7 Diagram blok software sensor konduktivitas listrik	35
Gambar 3. 8 Diagram blok sensor ketinggian	37
Gambar 3. 9 Diagram blok pengolahan citra metode HSV	38
Gambar 3. 10 Diagram blok kontrol algoritma logika <i>fuzzy</i>	39
Gambar 3. 11 Diagram kontrol sistem hidroponik menggunakan kontrol logika <i>fuzzy</i>	39
Gambar 3. 12 <i>Crips input</i> error sensor konduktivitas listrik	40
Gambar 3. 13 <i>Crips input</i> ketinggian air,	41
Gambar 3. 14 <i>Crips output</i> logika <i>fuzzy</i> ,	41
Gambar 4. 1 Peralatan hasil perancangan	43
Gambar 4. 2 Foto pengujian keseluruhan	44
Gambar 4. 3 Bentuk fisik pengujian <i>valve</i>	45
Gambar 4. 4 Grafik hubungan antara volume (ml) dengan waktu (t)	45
Gambar 4. 5 Sensor analog EC meter SKU :DFR0300	46

Gambar 4. 6 Pengujian EC meter pada air dan nutrisi	46
Gambar 4. 7 Grafik hubungan antara tegangan (mV) dengan EC (mS/cm).....	47
Gambar 4. 8 Peletakan sensor Ultrasonik.....	50
Gambar 4. 9 Pengujian sensor ketinggian	51
Gambar 4. 10 Format dari data serial	52
Gambar 4. 11 Kondisi Pakcoy usia (a) 2 hari, (b) 7 hari, (c) 10 hari, (d) 14 hari, (e) 17 hari, (f) 21 hari , (g) 23 hari, (h) 25 hari.....	53
Gambar 4. 12 Tata letak kamera.....	54
Gambar 4. 13 Nilai <i>Red</i> citra pakcoy Berdasarkan usia	55
Gambar 4. 14 Nilai <i>Green</i> citra pakcoy berdasarkan usia.....	55
Gambar 4. 15 Nilai <i>Blue</i> citra pakcoy berdasarkan usia.....	55
Gambar 4. 16 Nilai <i>Hue</i> citra pakcoy berdasarkan usia	57
Gambar 4. 17 Nilai <i>Saturation</i> citra pakcoy berdasarkan usia	57
Gambar 4. 18 Nilai <i>Value</i> citra pakcoy berdasarkan usia.....	57
Gambar 4. 19 Hasil pakcoy usia 15 hari secara <i>online</i>	58
Gambar 4. 20 Hasil pakcoy usia 22 hari secara <i>online</i>	58
Gambar 4. 21 Hasil pakcoy usia 15 hari secara <i>online</i>	59
Gambar 4. 22 Hasil testing <i>online</i> pakcoy usia 2 hari	59
Gambar 4. 23 Hasil testing <i>online</i> pakcoy usia 6 hari	60
Gambar 4. 24 Hasil testing <i>online</i> pakcoy usia 10 hari	60
Gambar 4. 25 Hasil testing <i>online</i> pakcoy usia 16 hari	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan media tanam hidroponik dan tanah	7
Tabel 2. 2 EC tanaman pakcoy sesuai dengan hari	12
Tabel 2. 3 Deskripsi arduino uno	17
Tabel 2. 4 Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04	26
Tabel 3. 1 Penggunaan sensor	35
Tabel 3. 2 Fungsi nilai HSV	38
Tabel 3. 3 Parameter <i>input error</i> sensor konduktivitas listrik	40
Tabel 3. 4 Parameter <i>input</i> ketinggian air	40
Tabel 3. 5 Tabel <i>rule base</i> Logika Fuzzy	41
Tabel 4. 1 Nilai EC pada larutan nutrisi A	48
Tabel 4. 2 Nilai EC pada larutan nutrisi B	48
Tabel 4. 3 Nilai EC pada air (500ml) dicampur dengan nutrisi A dan B (15ml)	49
Tabel 4. 4 Nilai EC pada air (1000ml) dicampur dengan nutrisi A dan B (15ml)	49
Tabel 4. 5 Nilai RGB pakcoy berdasarkan hari	54
Tabel 4. 6 Nilai HSV pada pakcoy berdasarkan hari	56

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu sektor penting bagi masyarakat Indonesia dimana kondisi lahan pertanian semakin berkurang setiap harinya. Namun, pemenuhan kebutuhan sayuran semakin meningkat, sehingga mendorong sektor pertanian untuk mengatasi masalah tersebut dengan meningkatkan penerapan pertanian lahan sempit. Konsumsi sayuran di Indonesia meningkat dari tahun 1994 - 1996 dari 31.790kgmenjadi 44.408 kg per kapita setiap tahunnya[1]. Maka, dapat diketahui bahwa indikasi konsumsi terhadap kebutuhan sayuran di masyarakat semakin bertambah.

Seiring perkembangan teknologi banyak penelitian untuk mengatasi masalah tersebut, yaitu dengan menggunakan sistem hidroponik[2]. Sistem hidroponik dapat menjadi salah satu solusi bagi sektor pertanian dalam mengatasi permasalahan budidaya sayuran dengan lahan yang sempit untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap konsumsi sayuran[3]. Ada beberapa macam jenis hidroponik yang ringkas untuk menangani lahan yang sempit karena dapat disusun secara vertikal maupun horizontal. Pada umumnya sistem hidroponik yang ada di masyarakat masih menggunakan sistem konvensional dan relatif lama dalam segi waktu antara lain untuk pengukuran konsentrasi larutan nutrisi dan mengetahui volume air yang dipakai, maka perlu adanya suatu terobosan baru untuk mengontrol konsentrasi larutan nutrisi dan volume air secara otomatis agar budidaya hidroponik dengan sistem *nutrient film technique* (NFT) ini bisa mencapai produktivitas tanaman yang berkualitas tinggi [4]. NFT merupakan salah satu metode budidaya tanaman dimana akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi, sehingga memungkinkan tanaman secara terus-menerus memperoleh nutrisi, air, dan oksigen[5].

Salah satu parameter yang dibutuhkan pada sistem hidroponik untuk menghasilkan tanaman yang berkualitas adalah pemberian nutrisi pada tanaman dengan tepat. Larutan nutrisi yang diberikan pada tanaman dalam suatu sistem

hidroponik dapat dinyatakan dalam konsentrasi jumlah larutan nutrisi yang terkandung dalam air, dimana nilai yang terkandung dapat berubah akibat serapan nutrisi dan air. Namun, pemberian nutrisi yang tidak tepat dapat mengakibatkan tanaman mengalami pelambatan pertumbuhan bahkan mengalami kerugian finansial terhadap produsen akibat gagal panen. Konsentrasi larutan nutrisi direpresentasikan dalam konduktivitas listrik atau *Electricital Conductivity* (EC) yang menyatakan nutrisi dalam air juga menyatakan kecocokan larutan nutrisi dalam tanaman [6].

Pemberian suatu nutrisi pada tanaman harus sesuai dengan usia tanaman tersebut. Salah satu parameter yang dapat menunjukkan usia tanaman adalah jumlah daunnya. Untuk mendeteksi jumlah daunnya dapat dideteksi menggunakan teknologi kamera untuk mendapatkan citra digital. Salah satu jenis pengolahan citra digital menggunakan metode histogram. Histogram adalah grafik yang menggambarkan nilai-nilai intensitas pixel dari suatu citra. Nilai saturasi yang dibaca oleh kamera dari objek tanaman dapat digunakan untuk mendeteksi usia tanaman.

Dari permasalahan pada sistem hidroponik jenis NFT dapat diatasi dengan cara mengatur konsentrasi larutan nutrisi yang akan diberikan pada tanaman dengan menggunakan suatu kontrol otomatis. Salah satu jenis kontrol yang dapat digunakan adalah kontrol logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* merupakan salah satu jenis kontrol yang memiliki kemampuan penalaran secara bahasa yang mendekati proses berpikirnya manusia. Oleh karena itu, pada penelitian ini membuat suatu sistem hidroponik NFT berbasis kontrol logika *fuzzy* dengan parameter konduktivitas larutan nutrisi dan citra digital.

1.2 Rumusan Masalah

Secara terperinci permasalahan dalam penelitian ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bagaimana menghasilkan sayuran yang berkualitas tinggi ?
2. Bagaimana mengukur konsentrasi larutan nutrisi pada tanaman hidroponik?
3. Bagaimana mengukur tingkat pertumbuhan tanaman hidroponik berdasarkan warna citra tanaman ?

4. Bagaimana menghasilkan kontrol nutrisi hidroponik yang baik?

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang bangun sistem hidroponik *nutrient film technique* menggunakan kontrol logika *fuzzy* berbasis konduktivitas listrik dan citra. Tujuan yang lebih spesifik dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan sistem hidroponik NFT.
2. Mengaplikasikan konduktivitas listrik untuk mendeteksi tingkat konsentrasi nutrisi yang sesuai.
3. Menggunakan citra sebagai parameter untuk mengetahui pertumbuhan tanaman hidroponik.
4. Penggunaan logika *fuzzy* untuk kontrol secara otomatis pemberian nutrisi tanaman hidroponik

1.4 Batasan Masalah

1. Pengujian dilakukan menggunakan miniatur hidroponik NFT
2. Tanaman yang dipakai adalah *pakcoy* hijau
3. Parameter untuk mengetahui pertumbuhan tanaman menggunakan kamera.
4. Jenis konsentrasi yang diukur adalah dengan satuan $\mu\text{s}/\text{cm}$

1.5 Kontribusi

Penelitian ini menghasilkan kontribusi yaitu, implementasi sensor konduktivitas listrik memiliki keakuratan tinggi dan pengolahan citra yang dapat mengukur tingkat pertumbuhan tanaman *pakcoy*, dan secara umum terciptanya sebuah alat kontrol otomatis untuk menentukan pemberian nutrisi tanaman yang dapat digunakan oleh siapapun tanpa memerlukan keahlian khusus.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

Padabab ini akan dibahas mengenai kajian pustaka dan dasar teori yang akan digunakan pada penelitian ini. Berikut adalah teori yang mendukung pada penelitian rancang bangun hidroponik *Nutrient Film Techniquemenggunakan* kontrol logika *fuzzy* berbasis konduktivitas listrik dan citra.

2.1 Kajian Pustaka

Banyak penelitian yang yang berhubungan dengan sistem kontrol konduktivitas listrik dalam pemberian nutrisi suatu tanaman hidroponik. Salah satu topik yang dibahas adalah sistem kontrol hidroponik dengan logika *fuzzy* pada tanaman tomat dimana yang dikontrol adalah aliran nutrisi untuk menghasilkan tumbuhan yang sehat dengan kualitas yang baik[5]. Pada penelitian ini yang dikontrol adalah aliran nutrisinya dengan menggunakan kontrol logika *fuzzy* dan penelitian yang dilakukan telah berhasil untuk uji coba pada tanaman tomat. Penelitian perancangan sistem pengendalian hara hidroponik yang Efisien dengan menggunakan *soft computing* berbasis irigasi tetes[7]. Penelitian yang dilakukan oleh Lenord dkk adalah untuk mengontrol nutrisi hidroponik dengan menggunakan logika *fuzzy* sebagai pengontrolnya. Penelitian tentang rancang bangun sistem hidroponik kombinasi irigasi tetes, sumbu, dan NFT untuk budidaya tanaman kentang[8]. Dan penelitian tentang usia tanaman yang dilakukan oleh Arif Nursyahid dkk dengan judul sistem identifikasi usia tanaman *outdoor* budidaya hidroponik berbasis pengolahan citra digital[9], pada penelitian tersebut untuk penentuan usia tanaman menggunakan metode citra HSV.

Dari beberapa penelitian di atas dilakukan penelitian mengenai rancang bangun sistem hidropnik *nutrient film technichque* menggunakan kontrol logika *fuzzy* berbasis konduktivitas listrik dan citra. Dimana yang menjadi tolak ukur perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya adalah mengontrol kestabilan konduktivitas lautan nutrisi di dapat dari pengo-

lahan citra yang diambil dari tanaman pakcoy, sehingga bisa dihasilkan sebuah solusi untuk menstabilkan konduktivitas listrik pada larutan nutrisi.

2.2 Sistem Hidroponik

Arti kata hidroponik berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu *hydro* yang memiliki makna air dan *ponos* yang berarti daya yang berarti teknik budidaya tanaman menggunakan air sebagai media tanamnya [10], [11]. Budidaya hidroponik adalah inovasi untuk pengembangan tanaman dalam mengatur nutrisi yang memerlukan komponen nutrisi yang diperlukan untuk tanaman, dalam pemanfaatannya bisa menggunakan media air, batu, serabut kelapa untuk memberikan teknik yang mekanis [12]. Salah satu keunggulan dari budidaya hidroponik adalah tidak membutuhkan lahan yang luas dan menggunakan air yang lebih sedikit dibanding menggunakan media tanah. Oleh karena itu, hidroponik sangat cocok dipergunakan di daerah yang memiliki keterbatasan lahan dan air.

Media tanam merupakan komponen utama yang diperlukan dalam budidaya tanaman. Ada berbagai media tanam, disini akan diulas mengenai perbandingan sistem penanaman hidroponik dengan tanah. Tolak ukur dari perbandingan ini adalah dari segi kesehatan, kandungan pupuk, lokasi dan produktivitas. Berikut tabel perbedaan media tanam hidroponik dengan media tanah dapat dilihat pada tabel 2.1.

Pada tabel 2.1 terlihat perbedaan bahwa antara media hidroponik dengan tanah lebih bagus menggunakan media tanam hidroponik. Karena hasil tanaman yang ditanam lebih berkualitas. Ada beberapa jenis hidroponik yang berkembang di Indonesia.

a. Hidroponik *Wick* Sistem

Hidroponik sumbu (*wick* sistem) adalah metode hidroponik yang paling sederhana dilakukan sebagai penghubung antara nutrisi dan bagian perakaran pada media tanam. Biasanya dilakukan bagi orang yang baru mengenal sistem hidroponik. Dengan biaya yang murah dan cara penggunaan yang lebih mudah, namun kelemahan dari sistem ini yaitu larutan nutrisi tidak tersirkulasi sehingga

rawan ditumbuhi lumut yang menyebabkan pertumbuhan tanaman lebih lambat[13].

b. Hidroponik NFT

Salah satu metode yang sering digunakan dalam sistem hidroponik adalah *Nutrient Film Technique* (NFT). Menurut Cooper (1972) sistem NFT adalah sebuah sistem yang menggunakan “film” atau larutan nutrisi.

Film atau lapisan tipis setebal 1-3 mm[14] ini dipompa dan dialirkan melewati akar tanaman secara terus menerus dengan kecepatan aliran sekitar 1-2 liter per menit. Sirkulasi nutrisi bisa dipakai ulang dalam beberapa minggu sesuai dengan kebutuhan tanaman. Yang menjadikan sistem NFT berkembang dengan pesat adalah tersedianya nutrisi penunjang yang sesuai dengan jenis dan usia tanaman serta kestabilan dalam kecepatan aliran nutrisi. Beberapa keuntungan memakai sistem NFT dapat dengan mudah mengendalikan daerah perakaran tanaman, kebutuhan air dapat terpenuhi dengan baik dan mudah, keseragaman nutrisi dan tingkat konsentrasi larutan nutrisi yang dibutuhkan tanaman dapat disesuaikan dengan usia dan jenis tanaman, tanaman memperoleh suplai air, nutrisi dan oksigen secara terus-menerus.

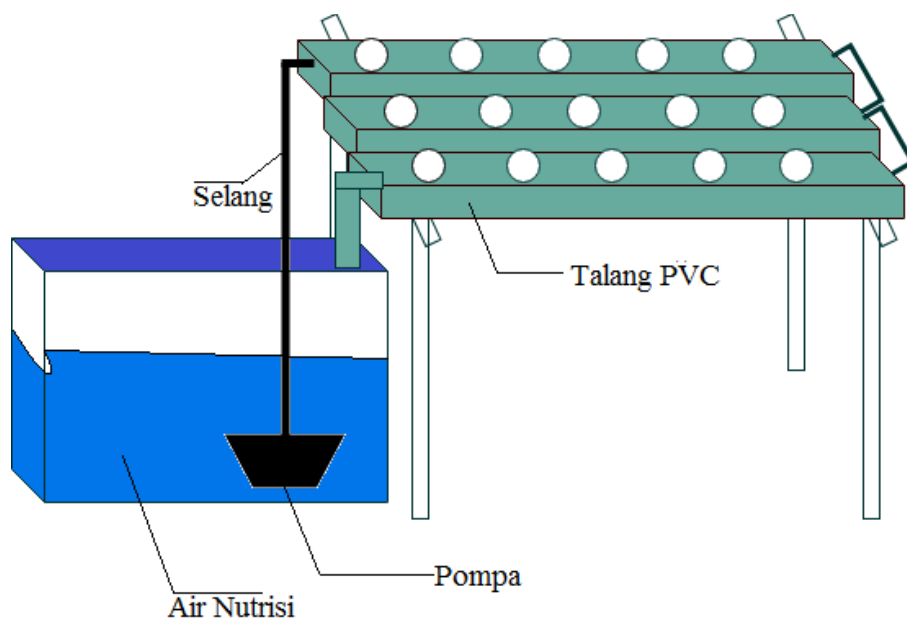
Tabel 2. 1 Perbedaan media tanam hidroponik dan tanah

Media/Segi Perbandingan	Tanah	Hidroponik
Kesehatan	Sehat karena menggunakan bahan bahan alami	Sehat karena tanaman memperoleh unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah yang pas
Kandungan Pupuk	Rendah karena masih menggunakan bahan alami	Tinggi dan lengkap serta jumlahnya pas
Lokasi	Terbatas, karena faktor tanah	Tidak terbatas, bisa dilakukan dimana saja
Produktifitas	Pada awal rendah, namun akan terus meningkat	Tinggidari sejak awal tanam

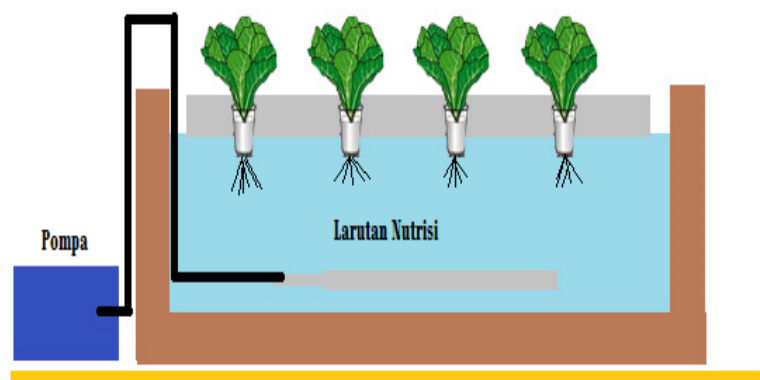
Sumber : petanitop.blogspot.com



Gambar 2. 1 Hidroponik *wick* sistem



Gambar 2. 2 Hidroponik NFT



Gambar 2. 3 Hidroponik rakit apung

c. Hidroponik Rakit Apung

Sistem hidroponik rakit apung atau *floating sistem* adalah salah satu sistem budidaya tanaman yang dikembangkan dari *water culture*[15]. Sistem hidroponik ini tergolong sistem yang sederhana, platform ini biasanya terbuat dari tanaman yang biasanya terbuat dari *styrofoam* dan mengapung langsung pada larutan nutrisi yaitu dengan menempatkan tanaman dalam keadaan diapungkan tepat di atas larutan nutrisi. Suplai oksigen ke akar tanaman menggunakan pompa aquarium yang dimasukkan ke dalam bak penampung nutrisi. Posisi dari ketinggian tanaman diatur sedemikian rupa sehingga perakaran menyentuh larutan nutrisi.

Kelebihan dari hidroponik rakit apung adalah tanaman mendapat pasokan air dan nutrisi secara terus-menerus sehingga memudahkan perawatan. Akan tetapi pada sistem ini memiliki kadar oksigen yang rendah di daerah perakaran karena terendamnya akar tanaman dalam larutan nutrisi.

Gangguan akar sebagai akibat dari kekurangan oksigen menimbulkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang tidak sempurna dalam proses pertumbuhan serta menurunnya hasil panen produksi hidroponik.

2.2.1 Nutrisi Hidroponik

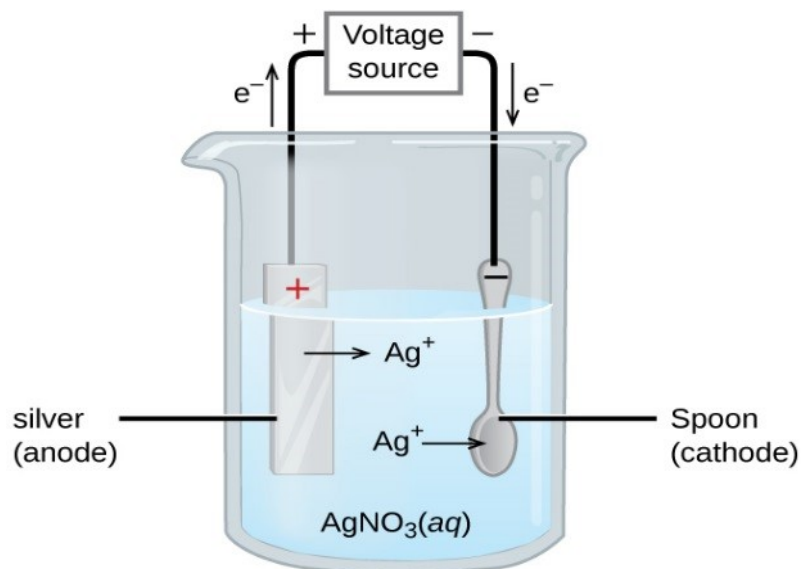
Larutan nutrisi merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam dalam budidaya secara hidroponik, karena tanaman yang dibudidayakan dengan sistem tersebut hanya akan mendapat asupan nutrisi dari larutan nutrisi yang disediakan. Formulasi larutan nutrisi berbeda-beda dan sangat bergantung dari beberapa variabel berikut ini : spesies dan varietas tanaman, tahap pertumbuhan tanaman, bagian tanaman yang ingin dipanen atau dikonsumsi, musim atau cuaca. Bahan pembuatan nutrisi juga harus menggunakan bahan yang bersifat bisa larut dengan air.

Tanaman akan tumbuh dengan baik apabila sudah terpenuhi unsur hara makro dan mikro. Unsur-unsur hara makro yang harus terpenuhi adalah Nitrogen (N), Fosfor (P), Magnesium (M), dan Sulfur (S). Dan unsur-unsur hara mikro meliputi Besi (Fe), Klorida (Cl), Mangan (Mn), Seng (Zn), Boron (B), dan Demolibdenum (Mo). Unsur hara seperti Nitrogen diperlukan untuk pertumbuhan

awal pada tanaman dan pembentukan daun. Fosfor dibutuhkan tanaman sebagai terbentuknya perakaran, sehingga dapat menyerap unsur hara dengan baik. Sedangkan Kalium sangat berperan penting dalam proses fotosintesis dan juga untuk mengontrol fase vegetatif dan fase generatif.



Gambar 2. 4 Nutrisi A dan B hidroponik



Gambar 2. 5 Mengukur konduktivitas listrik pada zat cair



Gambar 2. 6 Endapan nutrisi A dan B yang dicampur dalam air

Dalam hidroponik disebut dengan nutrisi A dan nutrisi B, nutrisi A yang merupakan unsur-unsur hara makro dan nutrisi B merupakan unsur-unsur hara mikro. Dalam penggunaannya pada penelitian ini menggunakan nutrisi A dan B cair, supaya bisa cepat tercampur dengan air. Nutrisi A dan B bisa dilihat pada gambar 2.4.

Untuk pemakaian nutrisi A dan B dipisah, karena jika terjadi pencampuran secara langsung antara nutrisi A dan B dalam keadaan pekat akan menimbulkan reaksi kimia antara garam-garam yang menimbulkan gumpalan atau kristal. Jika terjadi penggumpalan akan menimbulkan endapan dan tidak lagi efisien untuk diserap oleh tanaman. Pada gambar 2.6 dapat dilihat nutrisi A dan B yang dicampur menjadi endapan.

2.2.2 Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik digunakan untuk mengetahui tingkat kegaraman yang ada dalam air. Konduktivitas Listrik, adalah fenomena aliran listrik berasal dari muatan partikel (ion, koloid) yang membentuk kekuatan medan listrik komponen padatan dan cairan, yang terdiri dari senyawa dan unsur mengandung ion (kation, anion) bermuatan positif (+) dan negatif (-). saat terjadi aliran listrik dari positif ke negatif melalui media cair, akan muncul daya medan listrik

yang berpengaruh terhadap mobilitas ion/koloid yang merupakan sumber unsur hara bagi pertumbuhan tanaman.

Konduktivitas listrik meter tersusun dari dua elektroda yang dirangkai dengan sumber tegangan serta sebuah ampere meter. Pada saat pengukuran, kedua elektroda tersebut dicelupkan ke dalam sampel larutan dan diberi tegangan dengan besar tertentu. Nilai arus listrik yang dibaca oleh ohm meter, digunakan untuk menghitung nilai konduktivitas listrik suatu larutan. Peran utama dalam pemberian nutrisi atau hara pada sistem hidroponik adalah pengontrolan konduktivitas listrik. Konsentrasi larutan nutrisi tanaman sangat diperlukan untuk mencapai hasil tanaman yang bagus dan berkualitas tinggi. Karena kualitas larutan nutrisi sangat menentukan keberhasilan dalam budidaya hidroponik, sedangkan kualitas larutan nutrisi tergantung pada konsentrasinya.

Dalam sistem NFT larutan nutrisi disirkulasikan ke akar tanaman dan pada saat itulah terjadi penyerapan akan nutrisi dan air. Penyerapan nutrisi tanaman pada setiap sirkulasi akan mempengaruhi tingkat konsentrasi tanaman. Dalam bertanam hidroponik, konsentrasi nilai konduktivitas listriknya berbeda-beda tergantung jenis sayuran yang ditanam. Pada saat suhu larutan dan konduktivitas tinggi jumlah oksigen yang tercampur akan berkurang, rendahnya oksigen pada larutan dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Kebutuhan konduktivitas listrik setiap tanaman berbeda-beda, dan setiap tanaman memiliki perbedaan rentang nilai EC yang dibutuhkan untuk hidup dengan baik. Kebutuhan nutrisi yang sesuai untuk budidaya pakcoy yaitu sesuai dengan EC [16] yang terdapat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 EC tanaman pakcoy sesuai dengan hari

No.	Usia Tanaman (Hari)	Kandungan EC
1	Pembibitan	1-1.5mS/cm
2	1-20 hari	1.6-2.7mS/cm
3	21-40 hari	2.8-3.5mS/cm

Sumber : Sapto Wibowo, 2013

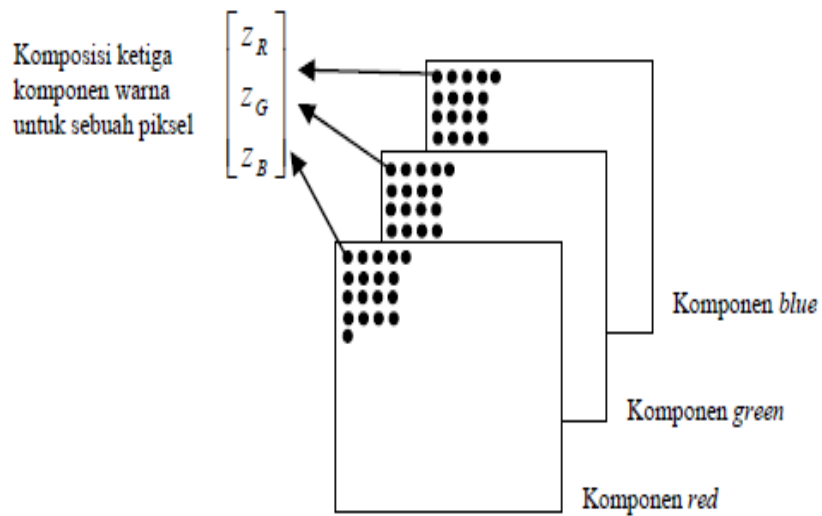
2.3 Pengolahan Citra

Dalam pengertian umum citra adalah gambar. Dalam pengertian yang lebih khusus citra adalah gambaran visual suatu objek atau beberapa objek[17], yang terdapat fungsi *kontinyu* dari intensitas radiasi pada bidang 2 dimensi. Sumber radiasi mengeluarkan radiasi yang kemudian mengenai objek, objek memantulkan kembali sebagian dari radiasi tersebut, pantulan radiasi ini ditangkap oleh sensor pada alat-alat optik seperti kamera, pemindai (*scanner*). Sedangkan *Image pocesing* atau pengolahan citra merupakan suatu cara untuk mentransformasikan gambar untuk menjadi gambar lain dengan menggunakan teknik tertentu. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk pengolahan citra adalah metode HSV.

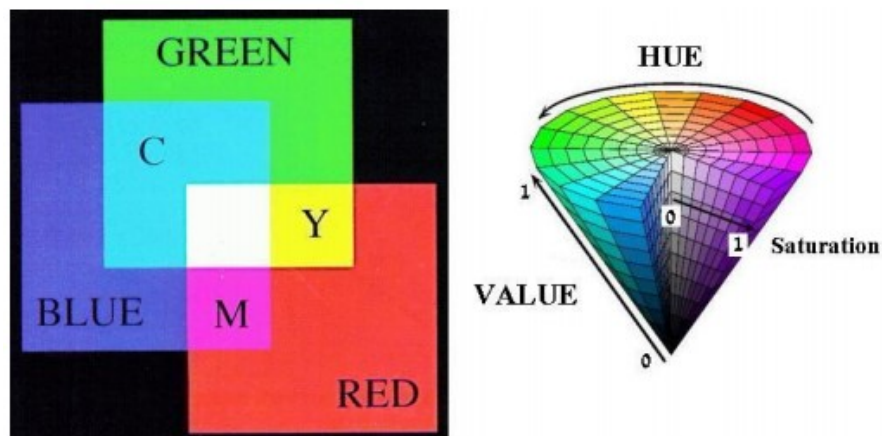
Analisa terhadap sebuah citra dapat dilakukan menggunakan bantuan komputer melalui sebuah sistem visual buatan yang biasa disebut dengan *computer vision*. Secara umum, tujuan dari sistem visual adalah untuk membuat model nyata dari sebuah citra. Untuk itu, citra yang ditangkap oleh kamera harus dirubah terlebih dahulu menjadi fungsi diskrit yang dapat dibaca oleh komputer. Proses ini disebut dengan proses digitalisasi. Citra digital biasanya direpresentasikan sebagai sebuah fungsi dua dimensi $f(x, y)$, x dan y adalah koordinat spasial yang menunjukkan lokasi dari sebuah piksel di dalam sebuah citra dan amplitudo dari f pada setiap pasangan koordinat (x, y) adalah intensitas dari citra pada piksel tersebut[18].

2.3.1 HSV

Citra warna RGB (*red, blue, green*) merupakan kumpulan dari 3 buah matriks 2 dimensi yang masing masing memuat nilai intensitas 0 sampai 255 untuk warna merah, hijau, dan biru(cari referensi). Sebuah pixel merupakan komposisi dari ketiga nilai intensitas tersebut. Jika digunakan sebagai input pada sistem monitor berwarna, ketiga warna tersebut akan menghasilkan warna-warna yang unik. Pada gambar 2.9 mengilustrasikan komponen RGB untuk sebuah piksel yang menghasilkan citra berwarna.



Gambar 2. 7 Komponen RGB pada citra berwarna



Gambar 2. 8 Sistem koordinat HSV

Sedangkan HSV (*Hue Saturation Value*) merupakan warna yang diturunkan dari RGB dan menunjukkan bahwa performa warna HSV lebih bagus dari pada warna RGB.

Hue menunjukkan warna yang sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning. *Saturation* menyatakan kemurnian warna, yakni dengan mengidentifikasi seberapa banyak warna putih yang diberikan pada warna [19]. Tingkat warna murni dicapai dengan menggunakan panjang gelombang pada cahaya intensitas

tinggi, seperti sinar laser. Seperti warna merah dengan pengaruh warna putih, maka warna merah menjadi bervariasi dari warna merah menuju merah muda, yang artinya *hue* masih tetap bernilai merah tetapi nilai saturasinya berkurang. Sedangkan *Value* merupakan banyaknya cahaya yang diterima oleh warna yakni yang berhubungan dengan intensitas warna. Pada gambar 2.8 ditunjukkan sistem koordinat dari HSV. Nilai *hue* antara 0 sampai 1 berarti warna antara merah melewati kuning, hijau, cyan, biru, magenta, dan kembali lagi menjadi merah. Nilai *saturation* antara 0 sampai 1 berarti dari yang tidak tersaturasi sampai tersaturasi penuh (tidak putih). Nilai *value* antar 0 sampa 1 berarti warna semakin cerah. Berikut adalah rumus-rumus yang digunakan untuk mengkonversi nilai-nilai RGB menjadi HSV:

Persamaan untuk metoda HSV dapat dituliskan seperti berikut[21]:

$$H = \arccos \frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]}} \quad (2.1)$$

$$S = 1 - 3 \frac{\min(R,G,B)}{R+G+B} \quad (2.2)$$

$$V = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad (2.3)$$

2.3.2 Hubungan antara Saturasi dengan EC Pakcoy

Pada penelitian penggunaan metode citra adalah menggunakan HSV, yang dari HSV hanyalah nilai dari saturasi yang digunakan dalam pengamatan selama penelitian objek citra. Dengan penggunaan nilai saturasi yang dihasilkan dari konversi RGB ke HSV, setiap nilai yang dihasilkan saturasi dijadikan tolak ukur dalam penentuan usia pakcoy. Nilai saturasi rendah menunjukkan pakcoy berusia muda dan nilai saturasi yang besar menunjukkan pakcoy berusia tua. Setelah ditentukannnya usia tanaman maka dengan mengaplikasikan nutrisi tanaman pakcoy seperti pada tabel 2.2 dilakukan pengontrollan tanaman pakcoy.

2.4 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin *input* dari output digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat

digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup dengan menghubungkan Board arduino Uno ke komputer menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang- ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Board Arduino Uno memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut : - 1,0 pinout: tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya yang ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai buffer untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan Prosesor yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino Karena yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.

a. Power

Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau power supply, power *supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi port *input* supply. Board arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan board bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada board. Rekomendasi tegangan yang baik digunakan ada pada 7-12V. Penjelasan pada pin power adalah sebagai berikut :

- Vin Tegangan *input* ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan).
- 5V Regulasi power supply digunakan untuk power arduino uno dan komponen lainnya pada board. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada board, atau *supply* oleh USB atau *supply* regulasi 5V lainnya.

Tabel 2. 3 Deskripsi arduino uno

Arduino uno	Atmega328
Operasi tegangan	5V
Input Tegangan	7-12V
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash Memory	32KB
Bootloader	SRAM 2KB
EEPROM	1KB
Kecepatan	16Mhz

Sumber: Datasheet Arduino Uno



Gambar 2. 9 Arduino uno

- 3V3 Suplai 3.3 volt didapat oleh FTDI chip yang ada di board. Arus maximumnya adalah 50mA
- Pin Ground berfungsi sebagai jalur ground pada arduino
- Memori ATmega328 memiliki 32 KB flash memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEP.

b. *Input dan Output*

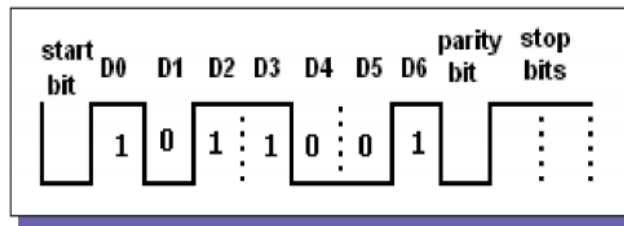
Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. *Input/output* dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maximum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (disconnected oleh default) 20-50 Kilo Ohm. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut :

- Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL chip serial.
- Interrupt eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk trigger sebuah interap pada low value, rising atau falling edge, atau perubahan nilai.
- PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit output PWM dengan fungsi `analogWrite`.
- SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mensupport komunikasi SPI, yang mana masih mendukung hardware, yang tidak termasuk pada bahasa arduino.
- LED : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati.

c. *Komunikasi*

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Firmware Arduino menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Ini diperlukan.

Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino. RX dan TX LED di board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer.



Gambar 2. 10 Ilustrasi komunikasi serial mode asinkron

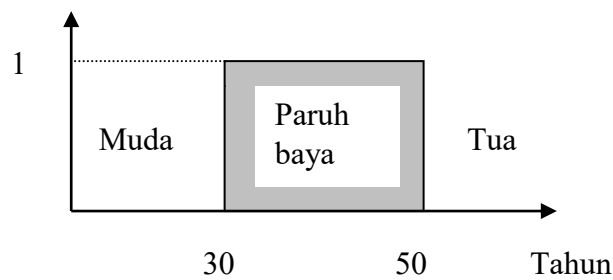
2.5 Komuniiasi Serial

Komunikasi serial adalah komunikasi pengiriman dan penerimaan yang dilakukan per bit. Komunikasi serial ini dapat beroperasi dengan menggunakan minimal satu kabel. Dalam pengiriman data serial membutuhkan sinkronisasi antara penerima dan pengirim data agar data bisa dikirim dan diterima secara benar. Terdapat dua mode dalam komunikasi serial yaitu mode sinkron dan asinkron.

Pada mode sinkron data dikirim berkelompok dengan sinyal clock sehingga memiliki kecepatan tetap akan tetapi tanpa bit awal dan bit akhir, sedangkan pada mode asinkron data dikirim tanpa sinyal clock dan menggunakan bit awal dan bit akhir pada masing-masing karakter. Untuk penggambaran proses komunikasi serial mode asinkron dapat dilihat pada Gambar 2.9. Parameter yang digunakan untuk komunikasi serial yaitu kecepatan pengiriman satu karakter per detik (*baud rate*), jumlah bit per karakter (*data length*), parity yang digunakan untuk menjaga integritas data, dan jumlah stop bit dan start bit.

2.6 Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh, seorang peneliti dari universitas california, pada tahun 1965[23]. Pada tahun 1965, Zadeh memodifikasi teori himpunan dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan kontinyu antara 0 - 1, himpunan ini disebut himpunan samar (*Fuzzy set*). Sebagai contoh : himpunan temperatur yang akan mempengaruhi kondisi panas tidak bersifat diskrit dan dibatasi kondisi hangat. Skema dasar dari *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 11 Himpunan *crisp*

Input *fuzzy* berupa bilangan *crisp* (tegas) yang dinyatakan dalam himpunan input. Fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah bilangan *crisp* menjadi nilai keanggotaan dalam himpunan *fuzzy*. *Fuzzy inference system* merupakan bagian pengambilan kesimpulan (*reasoning*) dan keputusan. *Knowledge base* berisi aturan-aturan yang biasanya dinyatakan dengan perintah

IF THEN....

Defuzzification merupakan proses untuk merubah nilai output *fuzzy* menjadi nilai *crisp*.

a. Himpunan *Crisp* dan Himpunan *Fuzzy*

Jika diberikan suatu himpunan semesta pembicaraan, himpunan *crisp* “A” didefinisikan oleh item-item yang ada pada himpunan itu. Jika $a \in A$, maka nilai yang berhubungan dengan a adalah 1, namun jika $a \notin A$, maka nilai yang berhubungan dengan a adalah 0. Sebagai contoh misalnya kita membuat klasifikasi himpunan usia dengan kategori yang tegas :

Muda	<30 tahun
Paruh baya	35-50 tahun
Tua	>50 tahun

Sebagai contoh, himpunan *crisp* untuk kategori paruh baya yang dibentuk adalah pada gambar 2.10. Dari contoh gambar 2.10 terdapat batas yang tegas untuk tiap kategori usia. Tetapi hal ini bisa menimbulkan kontradiktif jika kita mengambil contoh usia di sekitar batas kategori. Misalkan kita ambil contoh usia 50 tahun masuk kategori tua sedangkan usia 50 tahun kurang 1 bulan masuk kategori paruh

baya. Hal ini kurang logis sehingga diperlukan suatu himpunan yang bisa mengatasi hal kontradiktif tersebut. Dengan adanya himpunan fuzzy, hal kontradiktif tersebut bisa diatasi karena batas tiap kategori bisa saling *overlapping*.

a. Logika Fuzzy

Fungsi keanggotaan ($\mu_f = \text{membership function}$) merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan antara titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan). Ambil U sebagai semesta dari himpunan objek $\{u\}$. Himpunan fuzzy F dalam semesta pembicaraan U dinyatakan dalam nilai keanggotaan μ_f yang mempunyai interval nilai $[0,1]$. Himpunan fuzzy biasanya dinyatakan dengan :

$$F = \{(u, \mu_f(u)) | u \in U\} \quad (2.5)$$

jika U kontinyu maka himpunan F dapat ditulis dengan :

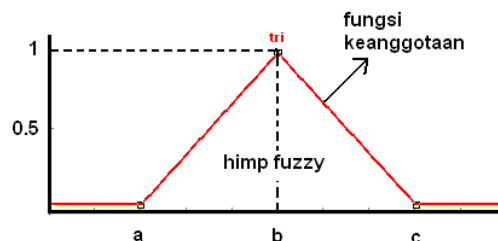
$$F = \int \mu_f(u) / u \quad (2.6)$$

jika U diskrit maka himpunan F dapat ditulis dengan :

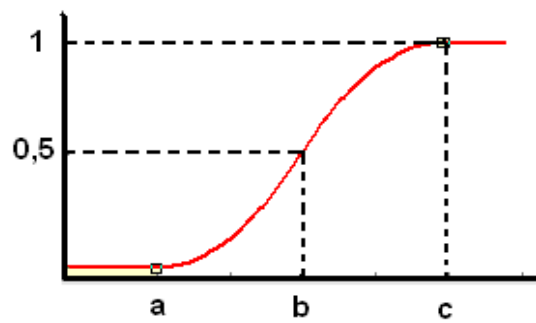
$$F = \sum \mu_f(u_i) / u_i \quad (2.7)$$

b. Himpunan penyokong

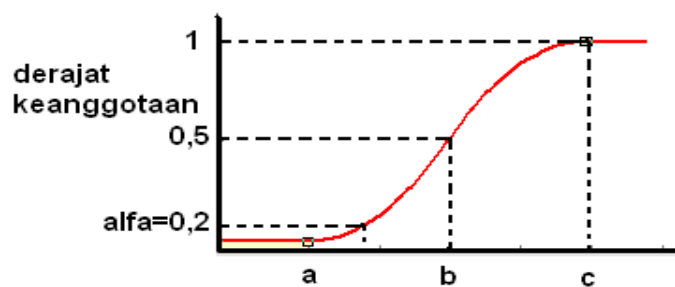
Himpunan penyokong (*support set*) dari fuzzy adalah himpunan nilai crisp dari semua titik dalam semesta pembicaraan U yang nilai fungsi keanggotaannya (μ_f) > 0 .



Gambar 2. 12 Nilai keanggotaan himpunan fuzzy segitiga



Gambar 2. 13 Himpunan penyokong



Gambar 2. 14 Nilai ambang *Alfa-cut*

c. Nilai ambang *alfa-cut*

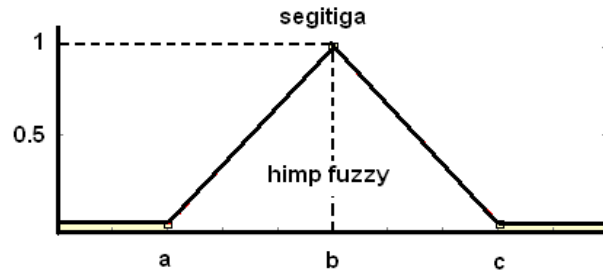
Nilai ambang *alfa-cut* (F_α) merupakan himpunan crisp dari semua titik u dalam semesta pembicaraan U dimana $\mu_f \geq \alpha$. Dengan perkataan lain level *alfa* merupakan nilai ambang batas domain yang didasarkan pada nilai keanggotaan tiap-tiap domain. Himpunan ini berisi semua nilai domain yang merupakan bagian dari himpunan fuzzy dengan nilai keanggotaan lebih besar atau sama dengan *alfa*.

d. Normalisasi

Normalisasi adalah proses untuk memetakan derajat keanggotaan tiap elemen *fuzzy* agar nilai maksimum dari himpunan keanggotaan itu 1. Himpunan nilai keanggotaan dapat tidak dinormalisasi dengan mengubah semua nilai keanggotaan sehingga proporsional untuk tiap-tiap domain.

e. Fungsi Nilai Keanggotaan

Fungsi keanggotaan *fuzzy* ada beberapa macam antara lain :



Gambar 2. 15 Himpunan fungsi keanggotaan segitiga

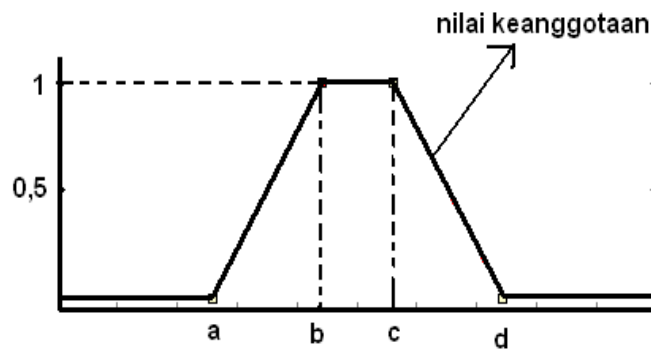
1. fungsi keanggotaan segitiga

Rumus yang digunakan dalam himpunan *fuzzy* yang memiliki fungsi keanggotaan segitiga.

$$S(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } u < a \\ (u - a)/(b - a) & \text{untuk } a \leq u \leq b \\ (c - u)/(c - b) & \text{untuk } b \leq u \leq c \\ 0 & \text{untuk } u > c \end{cases} \quad (2.8)$$

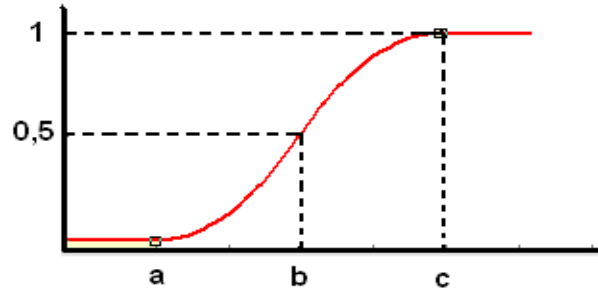
2. fungsi keanggotaan trapezium

$$S(u : a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } u < a \\ (u - a)/(b - a) & \text{untuk } a \leq u \leq b \\ 1 & \text{untuk } b \leq u \leq c \\ (d - u)/(d - c) & \text{untuk } c \leq u \leq d \\ 0 & \text{untuk } u > d \end{cases} \quad (2.9)$$



Gambar 2. 16 Himpunan fungsi keanggotaan trapesium

3. Fungsi keanggotaan sigmoid



Gambar 2. 17 Himpunan fungsi keanggotaan *sigmoid*

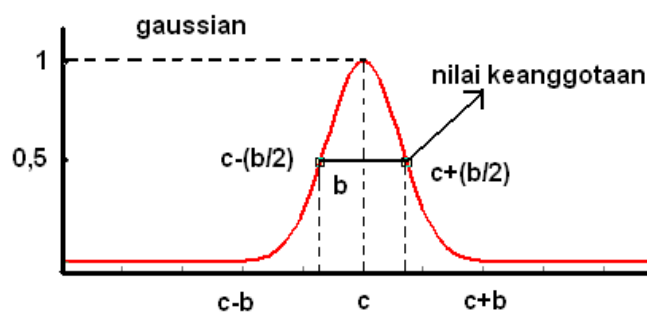
$$S(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{untuk } u < a \\ 2[(u-a)/(c-a)]^2 & \text{untuk } a \leq u \leq b \\ 1 - 2[(u-c)/(c-u)]^2 & \text{untuk } b \leq u \leq c \\ 1 & \text{untuk } u > c \end{cases} \quad (2.10)$$

4. fungsi keanggotaan gaussian

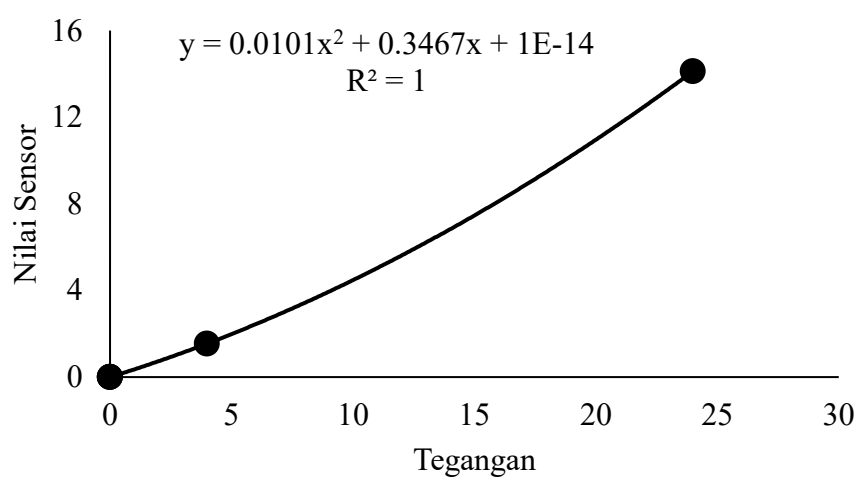
$$\pi(u; b, c) = \begin{cases} S(u; c-b, c-b/2, c) \\ 1 - S(u; c, c+b/2, c+b) \end{cases} \quad (2.11)$$

2.7 Sensor Analog EC Meter SKUDFR0300

Sensor analog EC Meter SKU DFR0300 digunakan untuk mengukur konduktansi air yang dapat mencerminkan zat tingkat elektrolit yang ada pada air. EC meter analog ini dirancang khusus untuk mengukur konduktansi air yang bisa dengan mudah dihubungkan dengan arduino. Pada EC meter analog ini terdapat 2 bagian yaitu untuk mengukur konduktansi air dan untuk mengukur suhu air. Dalam mengukur konduktansi air terdapat 2 larutan uji coba yang digunakan untuk kalibrasi sensor, yaitu *solution A* (1413 μ S/cm) dan *solution B* (12.88mS/cm). Untuk proses kalibrasi 2 solution tersebut dicoba satu persatu sehingga didapatkan nilai yang dijadikan persamaan untuk dibuat dalam pengukuran konduktansi larutan konduktivitas. Grafik hasil dari kalibrasi *solution A* dan *B* bisa dilihat pada gambar 2.19. Dalam pengukuran suhu, suhu yang bisa terdeteksi berada pada rentang 5-40° C.



Gambar 2. 18 Himpunan fungsi keanggotaan *gaussian*



Gambar 2. 19 Grafik konversi sensor analog EC meter



Gambar 2. 20 Larutan konduktivitas

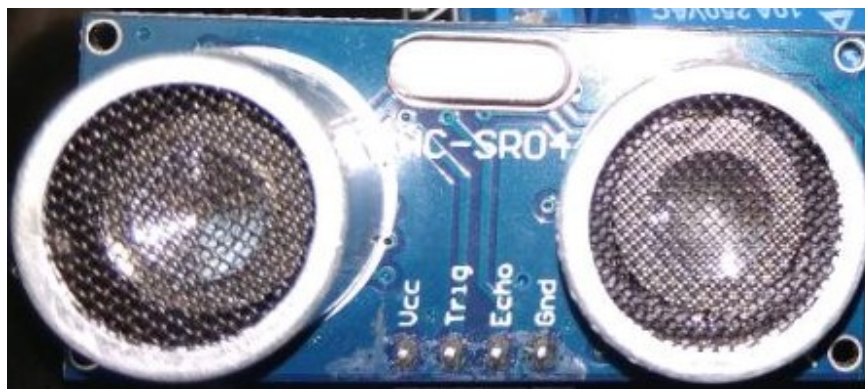
2.8 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik terdiri dari 2 bagian, yaitu *transmitter* atau rangkaian pemancar gelombang ultrasonik dan *receiver* atau rangkaian penerima gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik HC-SR04 terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal frekuensi operasi 40 KHz menjadi suara, mikrofon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan gelombang ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan gelombang suara ultrasonik sesaat dan kemudian akan menghasilkan output berupa pulsa yang sesuai dengan waktu pantulan dari gelombang ultrasonik yang dipancarkan sesaat kemudian kembali menuju sensor. Bisa berkomunikasi langsung dengan mikrokontroler Arduino Uno, bentuk fisik dari sensor ultrasonik HC-SR04 bisa dilihat pada gambar 2. 20

Tabel 2. 4 Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04

Tegangan sumber operasi	5volt
Konsumsi arus	15mA
Frekuensi Operasi	40 KHz
Minimum jarak	2 cm
Maksimum jarak	4 m
Sudut pantul gelombang	15 derajat
Sinyal input trigger	10uS TTL
Sinyal output echo	TTL dengan durasi yang sesuai dengan jarak deteksi
Dimensi	45 x 20 x 15 mm

Sumber : Datasheet Sensor Ultrasonik



Gambar 2. 21 Sensor ultrasonik HC-SR04

Untuk mengatur ketinggian air dengan sensor ultrasonik menggunakan kontrol *high-low*. Sensor ultrasonik terdiri dari 4 digit pin. Ketika mengirimkan sinyal trigger ke input, sensor ini akan mengirim gelombang suara yang dikirim akan terhalang sesuatu yang didepannya dan dipantulkan kembali ke arah sensor. Kemudian sensor berganti ke mode echo, gelombang yang dipantulkan dan pantulannya mengenai sensor. Maka sensor akan mengirimkan sinyal bahwa gelombang telah diterima outputnya.

Sinyal pengirim dan penerima yang akan menjadi patokan untuk mendapatkan jarak dari sensor ke tempat wadah air. Rumus menggunakannya yaitu waktu sinyal penerima dikurangi sinyal pengirim, sehingga bisa menemukan selisih antara sinyal yang dikirim dan diterima. Kemudian selisih ini bisa digunakan untuk menghitung ketinggian (volume) nutrisi hidroponik. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung jarak objek yang dibaca oleh sensor sebagai berikut.

$$d = \frac{(V \times t_{IN})}{2} \quad (2.12)$$

Dimana : d adalah jarak sensor terhadap objek (cm), V adalah cepat rambat gelombang ultrasonik, t_{IN} adalah selisih antara waktu mengirim dan menerima

d = Jarak baca sensor terhadap objek (cm)

V = Cepat rambat gelombang ultrasonik

t_{IN} = Selisih antara waktu mengirim dan menerima

untuk mengetahui level air larutan nutrisi menggunakan rumus

$$La = Lmax - S \quad (2.13)$$

Dimana :

La = Level air (cm)

Lmax = Ketinggian maksimum air pada larutan nutrisi (cm)

S = Jarak baca sensor terhadap objek

Halaman ini sengaja dikosongkan

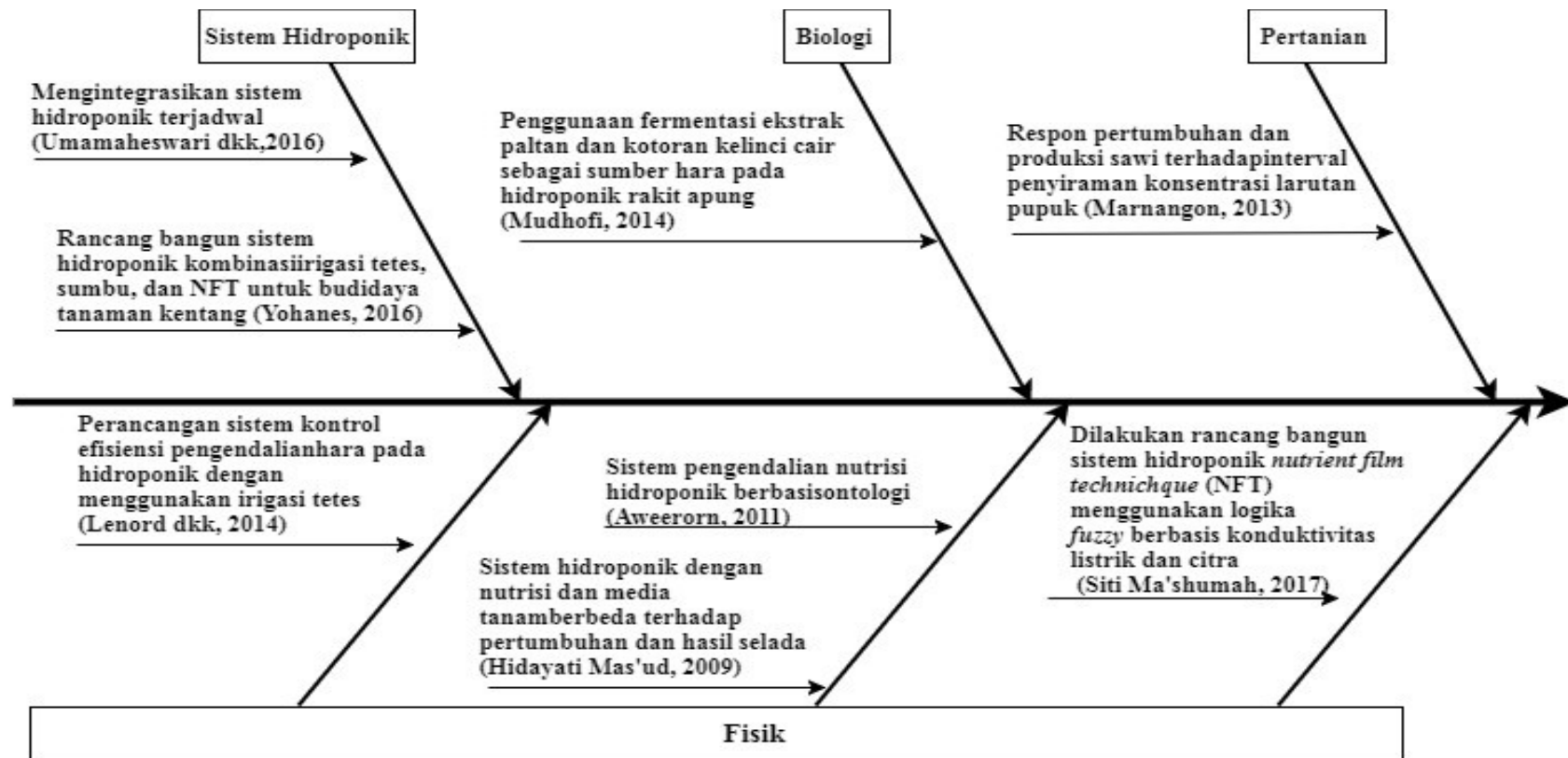
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang pertama adalah studi literatur tentang sistem hidroponik NFT berbasis konduktivitas listrik dan citra, tahap kedua perancangan sistem hidroponik NFT berbasis konduktivitas listrik dan citra, tahap ketiga adalah perancangan nutrisi hidroponik, tahap keempat perancangan sensor EC, tahap kelima perancangan sensor jarak, tahap keenam perancangan konversi sinyal analog ke digital, tahap ketujuh pemilihan kamera, tahap kedelapan perancangan pengolahan citra, tahap kesembilan perancangan ekstraksi fitur HSV untuk menentukan usia tanaman pakcoy, tahap kesepuluh perancangan logika *fuzzy* yang berfungsi sebagai kontrol untuk menstabilkan nilai EC pakcoy. Adapun blok diagram dari tahapan penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tahapan penelitian



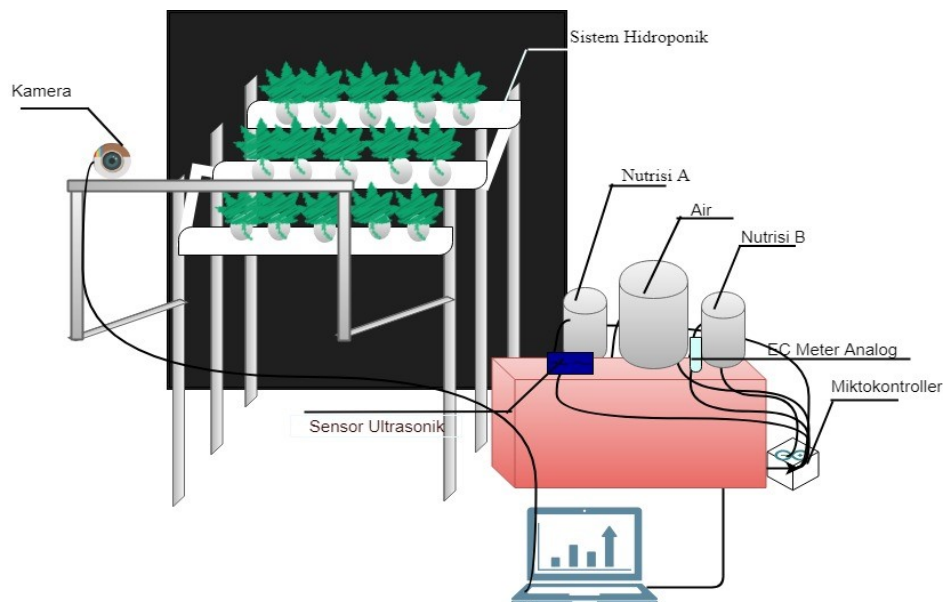
Gambar 3. 2 Diagram *fishbone* penelitian

3.1 Studi Literatur

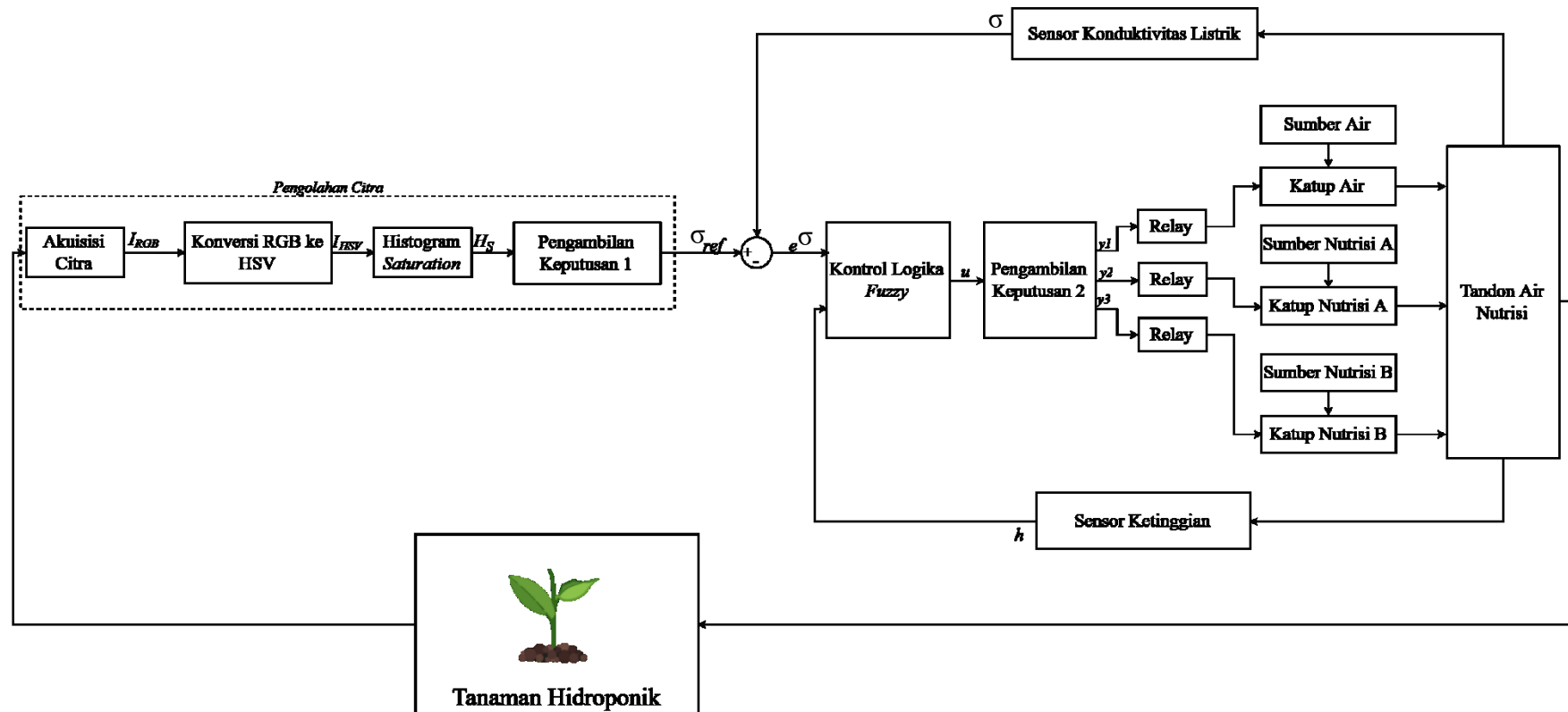
Studi literatur dilakukan sebagai proses untuk mempelajari teori-teori yang menunjang dan mencari informasi yang berhubungan dengan penelitian yang bersumber dari jurnal dan buku. Beberapa referensi yang akan dipakai untuk rujukan penelitian terdapat pada gambar 3.2 dalam bentuk diagram *fishbone*. Teori-teori dan informasi dapat mengetahui bagaimana teknik, metode, perangkat keras yang digunakan, dan hasil serta analisis yang diperoleh. Referensi yang didapat akan disusun dalam diagram fish-bone untuk memudahkan dalam mengetahui inti dari setiap penelitian yang telah dibuat oleh peneliti lainnya dengan mengkaji tentang sensor konduktivitas dan sensor ketinggian yang telah diuraikan pada BAB 2.

3.2 Perancangan Sistem Rancang Bangun Hidroponik NFT

Dalam perancangan sistem ini dibuat miniatur hidroponik NFT. Hidroponik NFT diletakkan di luar rumah, untuk tetap mendapatkan sinar matahari sebagai proses pertumbuhan pakcoy.



Gambar 3. 3 Tata letak hardware rancang bangun hidroponik



Gambar 3. 4 Diagram sistem rancang bangun hidroponik NFT

Nutrisi tanaman, nutrisi A, nutrisi B dan air diletakkan tepat di sebelah miniatur hidroponik. Sensor konduktivitas listrik dimasukkan ke dalam nutrisi tanaman dengan meletakkan separuh dari sensor tersebut, Sensor Ultrasonik diletakkan di atas nutrisi tanaman dengan jarak 30 cm. Kamera diletakkan pada posisi tepat di depan paralon dengan jarak 15cm. Kamera dihubungkan ke komputer melalui USB, sedangkan sensor konduktivitas air dan sensor pengatur ketinggian air pada tandon nutrisi dihubungkan ke mikrokontroller, selanjutnya dihubungkan ke komputer melalui USB. Tata letak hardware sistem bisa dilihat pada gambar 3.3.

Pada gambar 3.4 merupakan blok diagram rancangan sistem hidroponik yang diimplementasikan dalam miniatur hidroponik. Perancangan sistem pada penelitian ini meliputi sensor Analog EC Meter SKU DFR0300 dan sensor ultrasonik. Sensor EC digunakan untuk mengukur konduktivitas pada tandon nutrisi dimana *set point* konduktivitas listrik yang diberikan sesuai dengan usia pakcoy, usia 1-20 hari *set pointnya* antara 2.5mS/cm dan usia 21-40 *set pointnya* antara 3.5mS/cm. Pemberian nilai dari *set point* usia tanaman didapat dari hasil pengolahan citra menggunakan citra HSV yang diambil dari nilai saturasi. Input dari kontrol logika *fuzzy* berupa *error* sensor konduktivitas listrik dan sensor ketinggian tandon nutrisi. *Error* konduktivitas listrik dikurangi dengan nilai sensor konduktivitas listrik pada tandon nutrisi sebesar 2.7mS/cm dan 3.5mS/cm. *Output* dari kontrol logika *fuzzy* (u) akan diproses dalam pengambilan keputusan yang akan menentukan lama bukaan katup yang aktif. Pengambilan keputusan 1 (x) dan pengambilan keputusan 2 dapat direpresentasikan sebagai berikut:

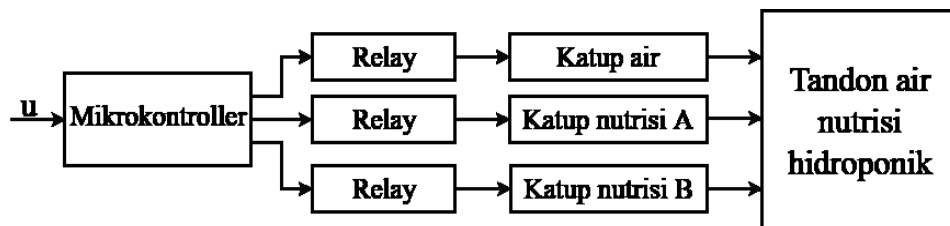
$$s = \begin{cases} s_1 ; \text{Nilai konduktivitas listrik}(2.7\text{mS/cm}) , 1 < x < 21 \\ s_2 ; \text{Nilai konduktivitas listrik}(3.5\text{mS/cm}) , 20 < x < 40 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$y = \begin{cases} y_{cepat\ AB} ; 0 < u \leq 5.33 \\ y_{sedang\ AB} ; 5.34 > u \leq 15.33 \\ y_{lama\ AB} ; 15.34 > u \leq 5.33 \\ y_{zero} ; 25.34 < u \leq 35.33 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$\begin{cases} y_{cepat\ air} ; 35.33 > u \leq 45.33 \\ y_{sedang\ air} ; 45.34 < u \leq 55.34 \\ y_{lama\ air} ; 55.34 > u \leq 55.34 \end{cases}$$

3.3 Perancangan Nutrisi Hidroponik

Nutrisi hidroponik diletakkan dalam wadah berukuran 30 cm x 15 cm x 20 cm, dimana nutrisi hidroponik untuk mengairkan nutrisi ke *Pakcoy* bisa secara terus-menerus dengan menggunakan pompa yang dialirkan melalui selang kecil menuju tanaman hidroponik, selain itu pompa juga berfungsi secara langsung untuk mengaduk larutan nutrisi. Dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi dalam pengontrolannya, terdapat 3 wadah, yaitu untuk nutrisi A, nutrisi B dan wadah air. Penggunaan kontrol dilakukan untuk memudahkan dalam pemberian nutrisi hidroponik sesuai dengan kebutuhan *pakcoy*, pengontrolannya menggunakan arduino uno. Arduino mendapatkan inputan dari *output* logika *fuzzy* (*u*) kemudian dihubungkan pada relay untuk bisa menggerakkan valve yang digunakan untuk mengatur nutrisi hidroponik. Dalam pengukuran keluaran dari valve yaitu menggunakan alat ukur yang telah terstandarisasi yang digunakan dalam pengukuran zat-zat cair kimia, gambar dari alat ukurnya dapat dilihat pada gambar 3.6. Diagram blok kontrol nutrisi hidroponik dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Diagram blok pengujian katup



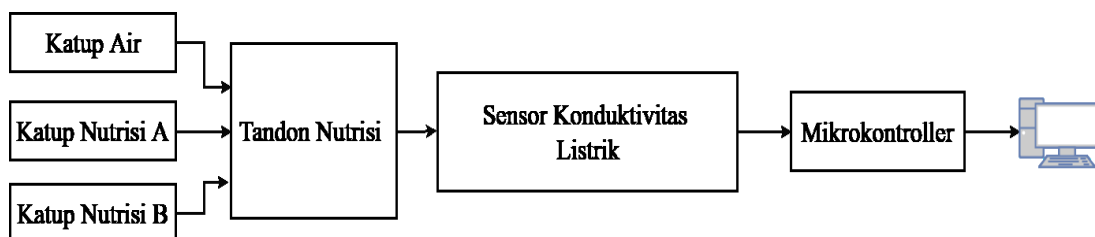
Gambar 3. 6 Gelas ukur pengujian keluaran air

3.4 Perancangan Sensor Konduktivitas Listrik

Perancangan sensor konduktivitas air yang digunakan pada penelitian ini berkaitan dengan kepekatan nutrisi pada air dengan dicampur nutrisi AB. Nilai konduktivitas air pada tandon nutrisi hidroponik untuk nilai yang harus diberikan pada pakcoy selama pertumbuhan.

Tabel 3. 1 Penggunaan sensor

Jenis Sensor	Fungsi	Hubungan
Sensor EC	Untuk mengetahui konduktivitas lautan nutrisi hidroponik	Untuk mengetahui pemberian nutrisi A dan B yang sesuai
Sensor suhu	Untuk mengetahui temperatur air	Untuk mengetahui apakah ada perubahan konduktivitas air ketika ada perbedaan temperatur



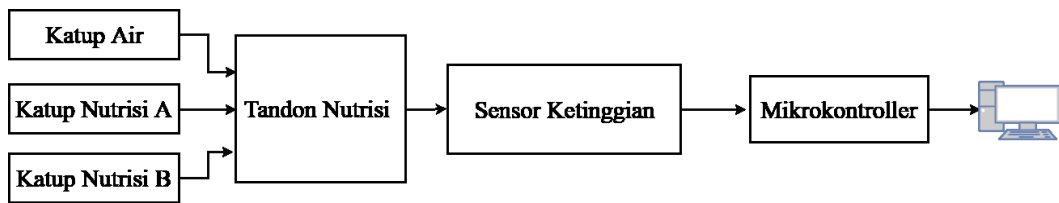
Gambar 3. 7 Diagram blok software sensor konduktivitas listrik

Hasil konduktivitas pada nutrisi hidroponik berupa nilai konduktivitas air yang dideteksi oleh sensor. Untuk sensor yang digunakan, fungsi, dan hubungannya dengan pertumbuhan pakcoy dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Sensor konduktivitas listrik mengalami perubahan pada tahanan ketika mendeteksi air, akan mengalami perubahan ketika ada percampuran nutrisi AB. Semakin banyak nutrisi AB yang dicampurkan, maka tahanan pada larutan nutrisi akan semakin meningkat. Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas air ketika sebelum dan sesudah dicampur dengan nutrisi AB. Ketika air murni saja, tanpa ada percampuran nutrisi AB, tahanan yang dikeluarkan cukup kecil nilai resistansinya. Sedangkan sensor suhu hanya mendeteksi suhu larutan nutrisi, dimana kondisi perubahan yang terjadi pada nilai tahanan sensor konduktivitas tidak mengubah suhu dari larutan nutrisi tersebut. Hubungan antara tegangan keluaran dari sensor terhadap jenis kulit percampuran air dengan nutrisi AB dapat digunakan untuk memperoleh informasi mengenai pemberian nutrisi yang sesuai pada pakcoy yang diuji. Secara teori pakcoy muda membutuhkan EC yang sedikit, sehingga didapatkan tegangan sensor yang berbeda dengan pakcoy yang dewasa.

Selain perancangan *hardware*, ada pula perancangan *software* pada sensor EC, seperti pada Gambar 3.7. Tegangan dari pembagi tegangan setiap sensor dihubungkan dengan pin ADC (*analog-to-digital converter*) di mikrokontroler. Setelah itu data yang terbaca oleh ADC dikirim ke komputer dengan menggunakan komunikasi serial. Nilai resistansi beban mempengaruhi nilai tegangan keluaran setiap sensor ketika berada di udara bersih. Untuk mencegah terjadinya saturasi tegangan keluaran sensor yang terlalu cepat ketika mendeteksi larutan nutrisi yang dihasilkan oleh air nutrisi campuran AB, maka dipilih resistansi beban dari rentang nilai resistansi beban yang diijinkan pada setiap sensor. ADC pada arduino membutuhkan tegangan referensi sebesar 5Volt. Untuk mengubah nilai tegangan analog ke digital dapat digunakan rumus:

$$ADC = \frac{V_{input} \times 1023}{V_{referensi}} \quad (3.2)$$



Gambar 3. 8 Diagram blok sensor ketinggian

3.5 Perancangan Sensor Ultrasonik

Pada penelitian ini digunakan sensor ultrasonik untuk mengetahui volume nutrisi hidroponik pada wadah nutrisi. Terdapat 4 kaki pada sensor ultrasonik, kaki *VCC* dihubungkan ke pin *VCC*, kaki *Echo* dihubungkan ke mikrokontroller pin 9, kaki *Trig* dihubungkan ke mikrokonroller pin 8, dan kaki yang terakhir adalah *Gnd* yang dihubungkan ke *Ground*. Hasil pembacaan sensor ini dibaca oleh mikrokontroller dan ditampilkan di serial monitor arduino. Sistem kontrol volume nutrisi dengan sensor Ultrasonik HS-SR04 yang disuplay dengan tegangan 5 volt. Pada saat jarak terbaca oleh sensor ultrasonik, data yang terbaca dikirim ke mikrokontroller dan ditampilkan ke serial arduino, maka data tersebut bisa berubah sesuai dengan jarak yang dideteksi. Diagram blok sensor ultrasonik bisa dilihat pada gambar 3.7.

3.6 Pemilihan Kamera

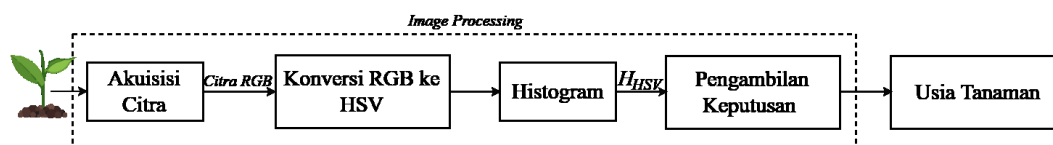
Kamera dalam penelitian ini digunakan *webcam Logitech B525* yang memiliki spesifikasi sesuai dengan rancangan pengujian yang membutuhkan jarak fokus yang pendek serta ketajaman gambar yang baik sehingga akan mempermudah proses pengolahan data. Penggunaan kamera ini adalah untuk mengambil gambar daging agar dapat diklasifikasikan melalui pengolahan citra dan *logika fuzzy*, karena pada pakcoy yang terlalu tua akan menyebabkan rasa pahit karena pengaruh *EC* yang tinggi. Bentuk fisik dari kamera dapat dilihat pada Gambar 3.9. Pemilihan kamera webcam Logitech B25 karena pada penelitian ini dibutuhkan autofokus dengan jarak cm dan kamera ini memiliki spesifikasi antara lain:

- Autofocus close-up hingga 7 cm
- Resolusi foto hingga 8 megapixel
- Rancangan perputaran 360°
- Bersertifikat Hi-Speed USB 2.0
- Klip universal cocok dengan berbagai laptop,
- monitor LCD atau CRT

3.7 Perancangan Pengolahan Citra

Setelah dilakukan pengambilan gambar daging oleh kamera, maka gambar melalui tahapan pengolahan citra. Pengolahan citra dalam penelitian ini gambar telah di captured dengan ukuran yang sesuai kamera yaitu 640x480 pixels. Gambar yang ditangkap dalam bentuk RGB. Gambar pakcoy terdiri dari 12 data gambar pakcoy yang diambil satu gambar mulai dari awal pindah tanam ke-2 hingga hari ke - 40.

Ekstraksi fitur dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode HSV dengan mengambil nilai saturasi. Untuk memperoleh nilai saturasi harus dicari terlebih dahulu nilai luasan dari RGB gambar, kemudian mencari nilai luasan HSV. Setelah didapat nilai HSV, yang digunakan untuk penentuan dari usia tanaman adalah hasil dari nilai saturasi. Proses ekstraksi fitur metode HSV yaitu dimulai dengan mengkonversikan citra dalam bentuk RGB ke HSV, sehingga bisa dicari nilai saturasi dari fiturnya. Diagram bloknya dapat dilihat pada gambar 3.9, sedangkan pengolahan citra HSV dan fungsinya terlihat pada tabel 3.2.



Gambar 3. 9 Diagram blok pengolahan citra metode HSV

Tabel 3. 2 Fungsi nilai HSV

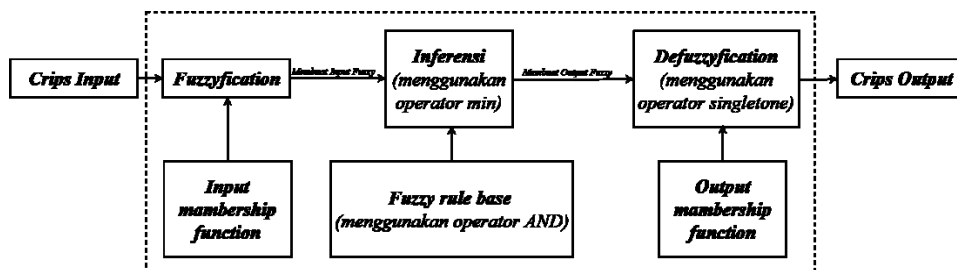
Nilai	Fungsi
<i>Hue</i>	Untuk menentukan warna yang sebenarnya
<i>Saturation</i>	Untuk menentukan kemurnian warna
<i>Value</i>	Untuk menentukan intensitas warna

3.8 Perancangan Kontrol Logika Fuzzy

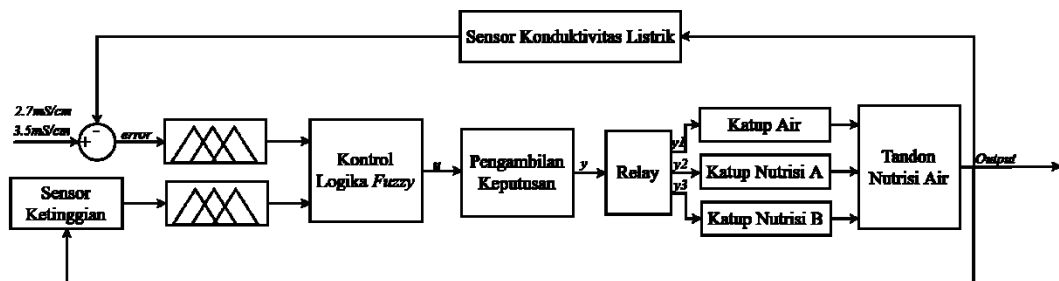
Perancangan algoritma logika fuzzy dalam penelitian ini digunakan untuk mengelompokkan pakcoy dalam pemberian nutrisi A dan B yang sesuai. Algoritma logika fuzzy yang diimplementasikan pada sistem rancang bangun hidropok NFT berdasarkan konduktivitas listrik dan citra memiliki *crisp input* dan *output* yang digunakan berbentuk segitiga pada parameternya. Secara umum kontrol logika fuzzy digambarkan dalam satu diagram seperti pada gambar 3.10.

Langkah pertama untuk membuat algoritma logika fuzzy adalah membuat *crisp input* dengan parameter *input error* dan hasil pembacaan sensor ketinggian. *Input error* didapatkan dari hasil *set point* dikurangi dengan pembacaan sensor konduktivitas listrik.

Set point yang digunakan adalah 2.7mS/cm dan 3.5mS/cm yaitu nilai yang dihasilkan dari konsentrasi konduktivitas listrik pada nutrisi hidroponik. *Crisp input* menggunakan kurva segitiga dengan parameter input pada tabel 3.3 kemudian parameter tersebut dibentuk dalam kurva segitiga, sebagaimana gambar 3.12 dan 3.13 yang dimasukkan sistem pada gambar 3.11.



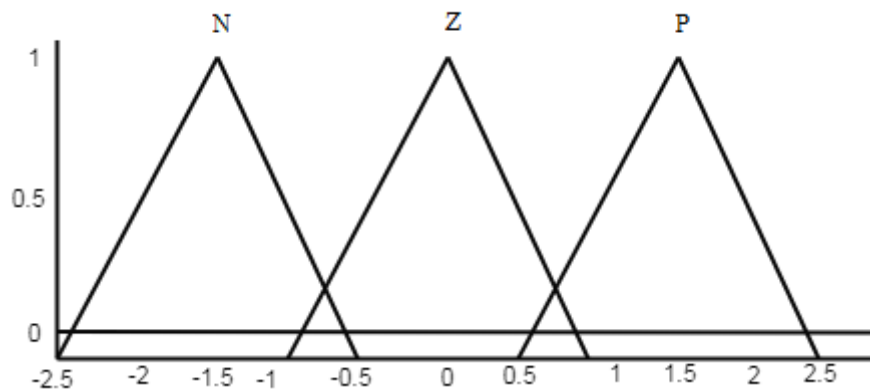
Gambar 3. 10 Diagram blok kontrol algoritma logika fuzzy



Gambar 3. 11 Diagram kontrol sistem hidroponik menggunakan kontrol logika fuzzy

Tabel 3. 3 Parameter *input error* sensor konduktivitas listrik

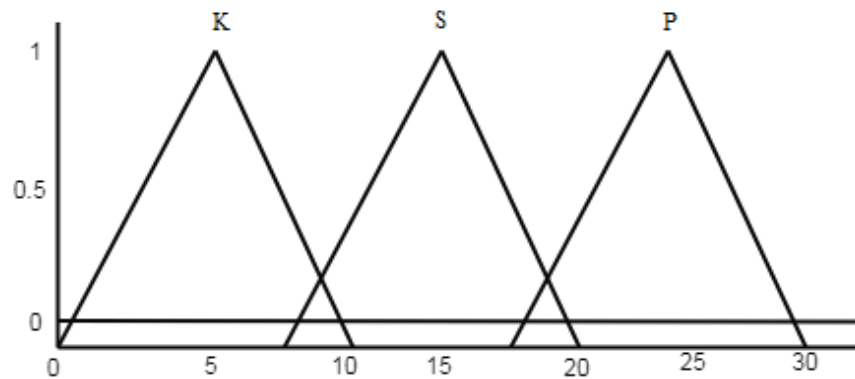
Parameter	error EC(mS/cm)
Negative	-2.5 s.d -0.5
Zero	-0.7 s.d 0.7
Positive	0.5 s.d 2.5



Gambar 3. 12 *Crips inputerror* sensor konduktivitas listrik, dimana N = Negatif, Z = Zero, P = Positif

Tabel 3. 4 Parameter *input* ketinggian air

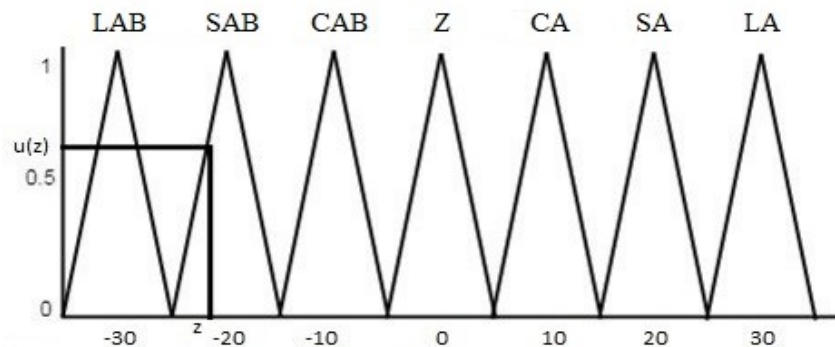
Parameter	Ketinggian(cm)
Kosong	0 s.d 10
Sedang	9 s.d 20
Penuh	19 s.d 30



Gambar 3. 13 *Crips input* ketinggian air, dimana K = Kosong, S = Sedang, P = Penuh

Tabel 3. 5 Tabel *rule base* Logika Fuzzy

Ketinggian Error EC	Kosong	Sedang	Penuh
Negatif	Cepat AB	Sedang AB	Lama B
Zero	Zero	Zero	Zero
Positif	Lama Air	Sedang Air	Cepat Air



Gambar 3. 14 *Crips output* logika fuzzy, dimana LAB = Lama Nutrisi AB, SAB = Sedang Nutrisi AB, CAB = Cepat Nutrisi AB, Z = Zero, CA = Cepat Air, SA = Sedang Air, LA = Lama Air.

Dari *crisp input* yang telah dibuat kemudian melalui proses fuzzifikasi dengan mencari nilai *membership function* (MF). MF digunakan untuk mencari nilai fuzzifikasi dari parameter input menggunakan persamaan 3.3. setelah menemukan nilai MF dari masing-masing input kemudian melalui proses

inferensi berdasarkan pada *rule base* logika *fuzzy* yang ditentukan pada tabel 3.4. inferensi yang digunakan adalah operator logika AND. Operator AND diambil dari nilai keanggotaan terkecil antara elemen himpunan *input* yang terkait menggunakan persamaan 3.4.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{b-a}; a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{c-b}; b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3.4)$$

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x]; \mu_B[x]) \quad (3.5)$$

Nilai yang didapatkan dari proses inferensi, persamaan 3.3 kemudian masuk pada proses defuzzifikasi dengan menggunakan metode *Singleton* , menggunakan persamaan 3.5 dengan *crisp output* seperti pada gambar 3.13.

$$Z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad (3.6)$$

Output kontrol *fuzzy logic* (z) akan diproses dengan menggunakan pengambilan keputusan untuk memberikan intruksi untuk mengaktifkan lama bukaan valve (y_{flc}) yang akan diaktifkan. valve (y) dibagi menjadi notasi y_1, y_2, y_3 dimana masing-masing notasi mewakili setiap valve yang mengalirkan ke tandon nutrisi hidroponik.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan 6 tahapan pengujian, yaitu pengujian valve, pengujian sensor EC dan sensor ultrasonik, pengujian ekstraksi fitur, pengujian larutan nutrisi, pengujian konversi analog ke digital dan komunikasi serial, dan pengujian logika *fuzzy* untuk mengklasifikasi pemberian nutrisi pakcoy. Realisasi peralatan yang digunakan untuk rancang bangun sistem hidroponik NFT dapat dilihat pada Gambar 4.1, sedangkan proses pengujian dapat dilihat pada gambar 4.2. Masing-masing dari pengujian ini dianalisa hasilnya.



Gambar 4. 1 Peralatan hasil perancangan



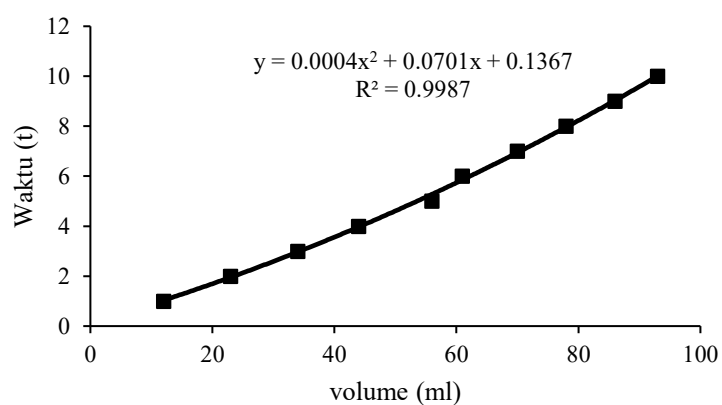
Gambar 4. 2 Foto pengujian keseluruhan

4.1 Pengujian *valve*

Pengujian *valve* dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak air yang dikeluarkan air ke larutan nutrisi hidroponik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan valve 12 volt, yang dihubungkan ke relay dengan dikontrol oleh mikrokontroler. Air yang dikeluarkan valve jumlahnya diukur menggunakan gelas ukur yang telah terstandarisasi dalam pengukuran larutan kimia. Pengukuran air dilakukan dalam rentang waktu 10 detik. Bentuk fisik dari pengujian *valve* dapat dilihat pada gambar 4.3. pada gambar 4.4 adalah gambar hubungan antara volume dengan waktu, semakin lama waktu yang digunakan untuk menyalakan *valve*, maka air yang dikeluarkan semakin banyak



Gambar 4. 3 Bentuk fisik pengujian *valve*



Gambar 4. 4 Grafik hubungan antara volume (ml) dengan waktu (t)

Tabel 4.7 Air yang keluar dalam detik

Waktu	Air (ml)
1	12
2	23
3	34
4	44
5	56
6	61
7	70
8	78
9	86
10	93

4.2 Analisa Pengujian Valve

Setelah pengujian *valve* dilakukan, dengan waktu rentang waktu 1-10 detik. Ketika waktu yang diujikan lama maka air yang dikeluarkan banyak sebagaimana pada tabel 4.7. Jadi banyaknya air yang keluar sesuai dengan lamanya *valve* menyala.

4.3 Pengujian Sensor Konduktivitas Listrik

Pengujian sensor konduktivitas listrik menggunakan sensor analog EC meter SKU :DFR0300 dilakukan untuk mengetahui respon sensor terhadap larutan nutrisi hidroponik yang dihasilkan karena perubahan tingkat larutan nutrisi. Bentuk fisik hasil perancangan sensor analog EC meter SKU :DFR0300 pada gambar 4.5. Untuk menguji respon sensor terhadap suhu dan konduktivitas larutan nutrisi dilakukan dengan prosedur sebagai berikut.

1. Ruang uji merupakan box berukuran 10cm x 5cm yang tertutup rapat, yang didalamnya terdapat modul sensor analog EC meter SKU :DFR0300.



Gambar 4. 5 Sensor analog EC meter SKU :DFR0300

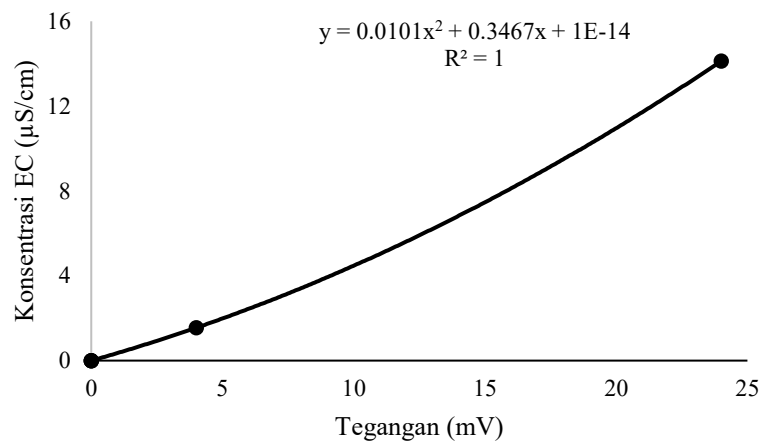


Gambar 4. 6 Pengujian EC meter pada air dan nutrisi

2. Memasukkan sensor EC ke dalam wadah nutrisi larutan hidroponik, dengan mencelupkan sebagian dari sensor EC dan sensor suhunya.

Sebelum sensor EC digunakan terlebih dahulu dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan rumus yang bisa dipakai untuk pengukuran konduktivitas zat cair. Adapun proses kalibrasinya adalah:

- a. Membuat nutrisi solution dengan suhu 25⁰ Celcius
- b. Menata pengkabelannya
- c. Masukkan probe (elektroda konduktivitas dan sensor suhu) ke dalam larutan A, mis. solusi EC sampel, 1413 uS / cm, dan buka monitor Seri Arduino, Anda akan membaca tegangan rata-rata, ambillah sebagai V1.



Gambar 4. 7 Grafik hubungan antara tegangan (mV) dengan EC (mS/cm)

Jadi dua angka (V1, 1.413) disusun ke titik pertama A dalam gambar di sebelah kanan: (X1, Y1) = (V1, 1.413)

- d. Keluarkan probe dan bersihkan dengan air murni
- e. Kemudian rendam lagi ke dalam larutan EC sampel lain, 12.88ms / cm. baca Tegangan rata-rata lain sebagai V2. Sekarang Anda mendapatkan titik B lain dalam gambar di atas, yaitu: (X2, Y2) = (V2, 12,88)
- f. Dengan dua titik (x1, y1) dan (x2, y2), Anda dapat menarik garis untuk menggambarkan hubungan antara pembacaan analog dan EC.

Dari proses kalibrasi di atas didapatkan persamaan untuk rumus dari sensor ECnya, hasil kalibrasi dapat dilihat pada gambar 4.7. Pengujian sensor EC dilakukan 3 kali pengujian, pertama menguji konduktivitas listrik pada air, kemudian pengujian EC pada larutan nutrisi A dan B, dan yang terakhir pengujian EC pada air yang dicampur dengan nutrisi A dan B.

Tabel 4. 1 Nilai EC pada larutan nutrisi A

Time(detik)	Tegangan(mV)	EC (m.s/cm)
1	24mV	24.16 ms/cm
2	24mV	24.16ms/cm
3	24mV	24.16ms/cm
4	24mV	24.16ms/cm
5	24mV	24.16ms/cm
6	24mV	24.16ms/cm
7	24mV	24.16ms/cm
8	29mV	29.20ms/cm
9	24mV	24.16ms/cm
10	29mV	29.20ms/cm

Tabel 4. 2 Nilai EC pada larutan nutrisi B

Time(detik)	Tegangan(mV)	EC (m.s/cm)
1	122mV	122.83ms/cm
2	122mV	122.83ms/cm
3	117mV	117.80ms/cm
4	117mV	117.80ms/cm
5	122mV	112.76ms/cm
6	122mV	112.76ms/cm
7	112mV	112.83ms/cm
8	117mV	117.80ms/cm
9	117mV	117.80ms/cm
10	117mV	117.80ms/cm

Tabel 4. 3 Niai EC pada air (500ml) dicampur dengan nutrisi A dan B (15ml)

Time(detik)	Tegangan(mV)	EC (m.s/cm)
1	24mV	24.16ms/cm
2	29mV	29.20ms/cm
3	24mV	24.16ms/cm
4	24mV	24.16ms/cm
5	24mV	24.16ms/cm
6	29mV	29.20ms/cm
7	24mV	24.16ms/cm
8	24mV	24.16ms/cm
9	24mV	24.16ms/cm
10	29mV	29.20ms/cm

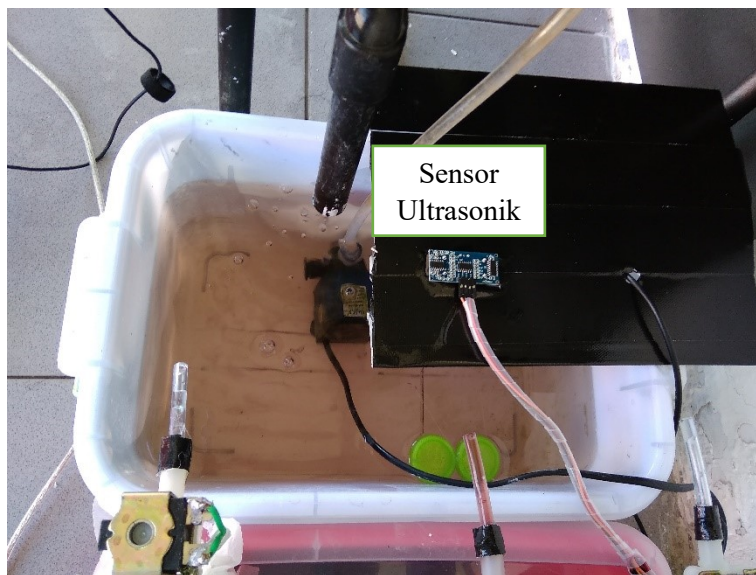
Tabel 4. 4 Niai EC pada air (1000ml) dicampur dengan nutrisi A dan B (15ml)

Time(detik)	Tegangan(mV)	EC (m.s/cm)
1	12mV	12.16ms/cm
2	23mV	13.20ms/cm
3	12mV	12.16ms/cm
4	12mV	12.16ms/cm
5	12mV	12.16ms/cm
6	13mV	13.20ms/cm
7	12mV	12.16ms/cm
8	12mV	12.16ms/cm
9	12mV	12.16ms/cm
10	23mV	13.20ms/cm

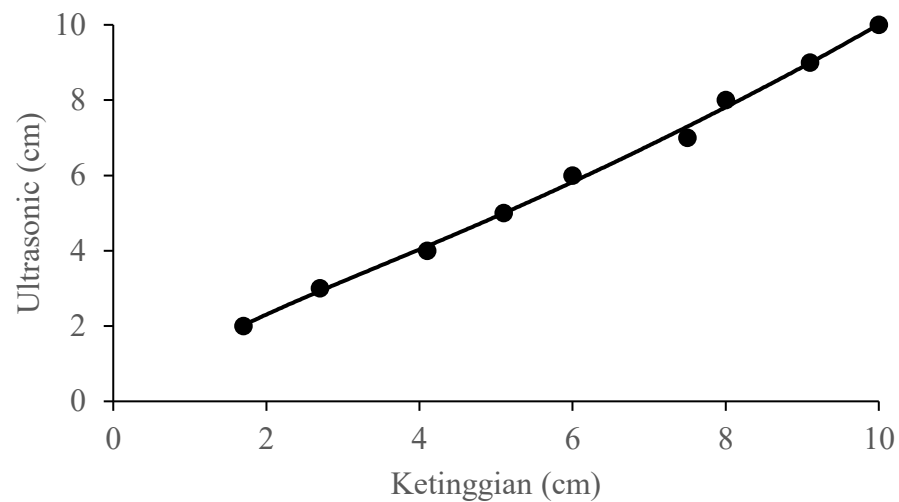
Dapat disimpulkan bahwa nilai EC bisa berubah-ubah tergantung konsentrasi yang ada pada air. Ketika mengukur air murni, maka nilai EC yang dihasilkan kecil. Tetapi ketika yang diukur adalah larutan nutrisi A dan B, secara signifikan yang terbaca oleh sensor EC nilainya tinggi. Sementara ketika air dicampur nilai kadarlarutan nutrisi A dan B sedikit maka nilai EC yang dikeluarkan menurun. Jadi nilai EC suatu zat cair berubah-ubah tergantung material yang ada pada air.

4.4 Pengujian Ketinggian Tandon Nutrisi

Pengujian ketinggian tandon nutrisi dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonik, pengujiannya yaitu sensor diletakkan di atas tempat dengan jarak 30cm dari bawah seperti yang dilihat pada gambar 4.8. Kemudian melalui arduino pengambilan datanya dimulai. Untuk lebih jelasnya hasil dari pengujian sensor jarak dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 8 Peletakan sensor Ultrasonik



Gambar 4. 9 Pengujian sensor ketinggian

4.5 Analisa Pengujian Ketinggian Tandon Nutrisi

Pada sensor ultrasonik bisa dilihat dengan percobaan sepuluh kali pembacaan ketinggian larutan nutrisi dalam wadah, sensor ini bisa mendeteksi jarak nutrisi wadah larutan nutrisi hidroponik. Dengan percobaan yang dilakukan sebanyak 10 kali sensor memiliki error sebanyak 1.5 %, sehingga bisa dikatakan sensor ini berhasil 90% dalam melakukan pengujian ketinggian air dalam tandon larutan nutrisi.

4.6 Pengujian Komunikasi Serial

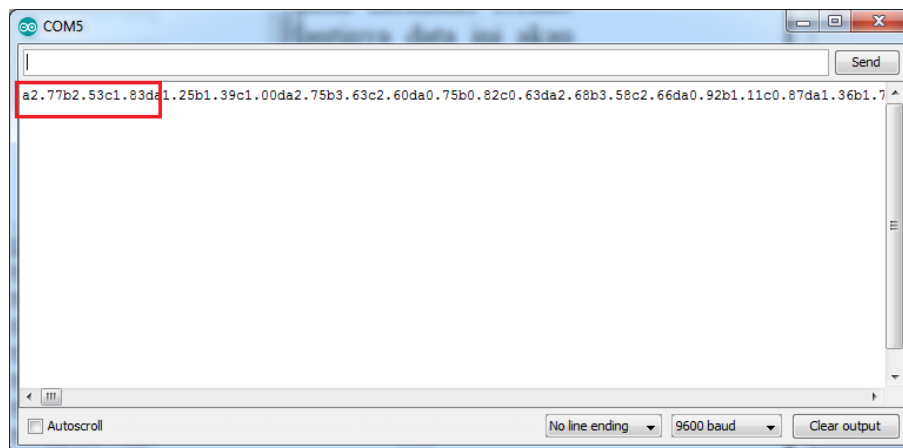
Proses komunikasi serial pada penelitian ini berasal dari sensor EC dan sensor ultrasonik yang dikirim menuju komputer. Aturan pengiriman yang digunakan agar data dapat dipisahkan dan menandai proses pengambilan data pada mikrokontroller adalah sebagai berikut.

```
Serial.print("a");
```

```
Serial.print(Sensor_Ultrasonik);
```

```
Serial.print("b");
```

```
Serial.print(Sensor_EC);
```

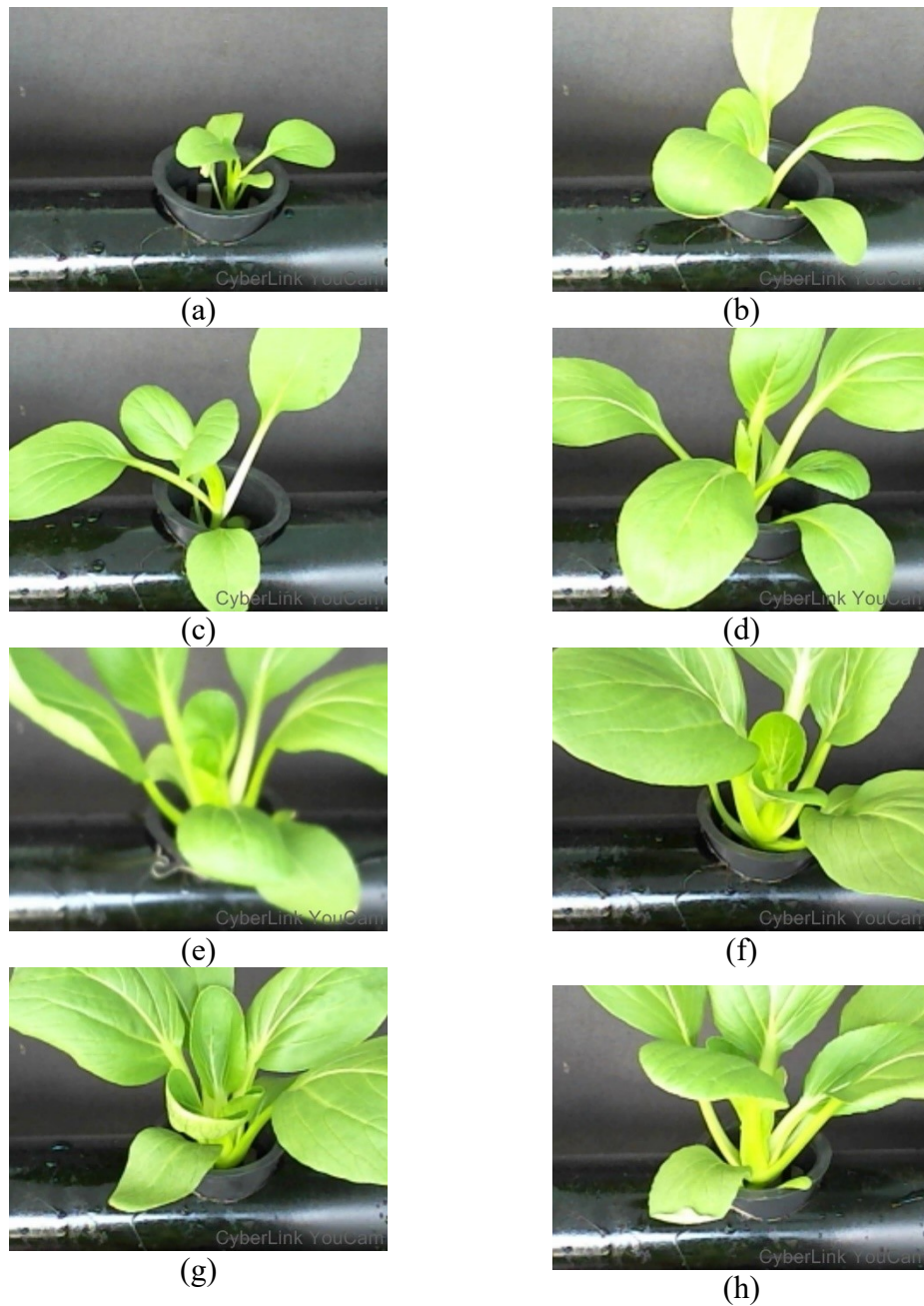


Gambar 4. 10 Format dari data serial

Data yang diterima komputer akan memiliki format yang ditampilkan pada gambar 4.10 data yang dikirim secara serial ini akan dipisahkan dengan menggunakan program pada *software* Delphi.

4.7 Pengujian Pengolahan Citra Digital pada Tanaman Pakcoy

Pada pengolahan citra menggunakan kamera *logitech*, dilakukan 12 kali percobaan pada 12 gambar. Tata letak kamera dapat dilihat pada gambar 4.7. dan dilakukan pembesaran gambar (zoom) sampai pada jarak 10 cm ke objek. Pengujian dilakukan menggunakan citra RGB dan HSV, setelah melakukan pengujian akan ditentukan menggunakan metode citra yang paling sesuai untuk pengelompokkan dalam menentukan usia tanaman pakcoy selama pertumbuhan. Citra pakcoy yang dipakai yaitu setelah pindah tanam ke sistem hidroponik. Gambar citra pakcoy secara detail bisa dilihat pada gambar 4.11. Pada hari pengambilan citra telah terjadi perubahan gambar, dimana citra pakcoy semakin hari semakin tinggi dan daunnya semakin lebar.



Gambar 4. 11 Kondisi Pakcoy usia (a) 2 hari, (b) 7 hari, (c) 10 hari, (d) 14 hari, (e) 17 hari, (f) 21 hari, (g) 23 hari, (h) 25 hari.

Setelah melakukan pengambilan gambar dilakukan pengelompokan usia pakcoy menggunakan citra RGB dan HSV. Pada pengolahan data di citra RGB, untuk menentukan pengelompokan usia masih dikatakan sulit karena nilai yang dihasilkan dari citra RGB masih naik turun pada waktu usia muda dan usia tua.

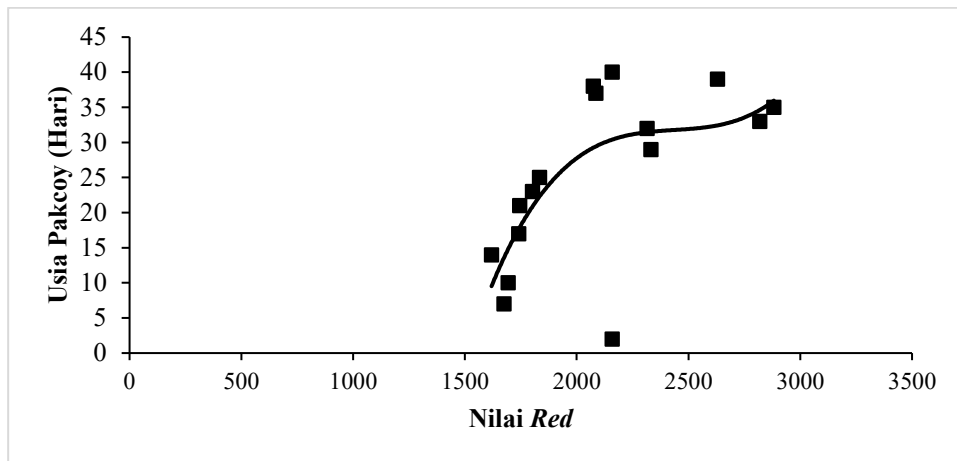


Gambar 4. 12 Tata letak kamera

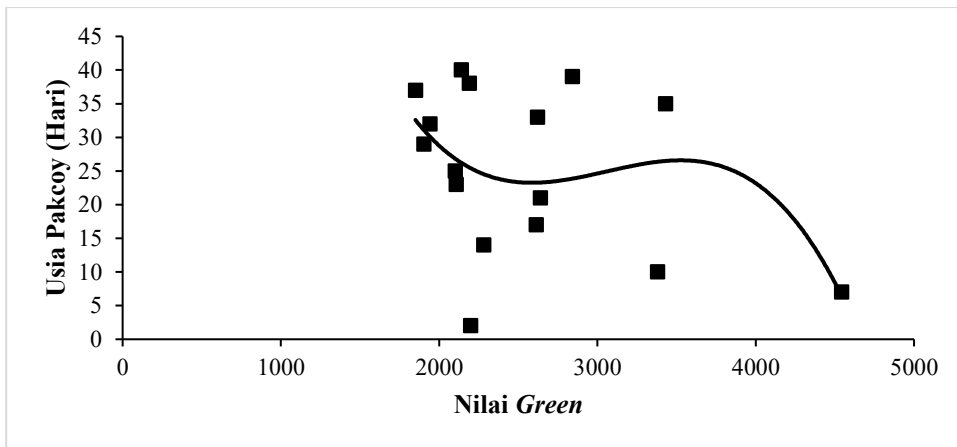
Tabel 4.5 menunjukkan nilai yang dihasilkan dari citra R,G, dan B, gambar grafik citra RGB dapat dilihat pada gambar 4.13, 4.14, dan 4.15.

Tabel 4. 5 Nilai RGB pakcoy berdasarkan hari

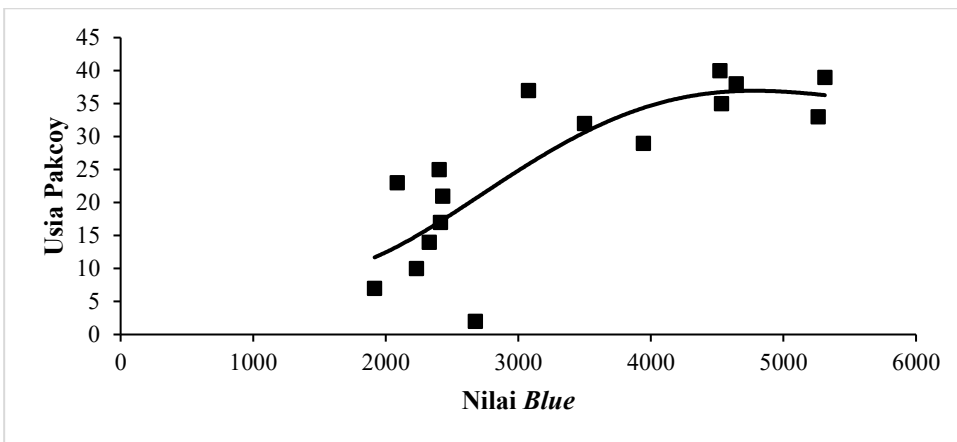
Usia Pakcoy (Hari)	Nilai R	Nilai G	Nilai B
2	2159	2199	2675
7	1675	4542	1916
10	1693	3379	2231
14	1619	2281	2329
17	1740	2614	2412
21	1745	2640	2430
23	1802	2108	2087
25	1834	2102	2403
29	2331	1904	3944
32	2315	1942	3500
33	2819	2622	5262
35	2882	3431	4534
37	2085	1850	3076
38	2074	2191	4643
39	2630	2841	5312
40	2158	2140	4520



Gambar 4. 13 Nilai *Red* citra pakcoy Berdasarkan usia



Gambar 4. 14 Nilai *Green* citra pakcoy berdasarkan usia

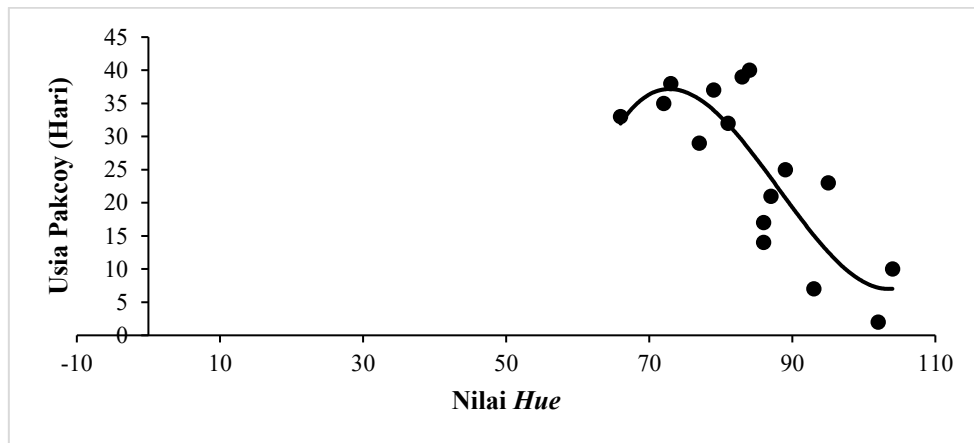


Gambar 4. 15 Nilai *Blue* citra pakcoy berdasarkan usia

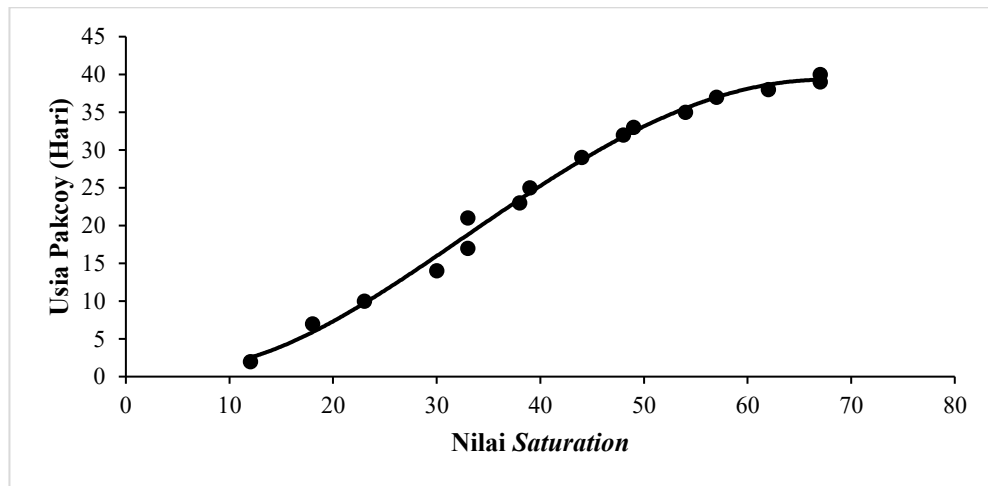
Setelah melakukan uji coba dengan citra RGB yang dikatakan belum berhasil dalam pengelompokkan usia pakcoy, dilakukan pengujian menggunakan citra HSV. Dengan cara mengkonversi citra RGB ke HSV didapatkan nilai citra pakcoy secara HSV, dari hasil antara nilai H, S, dan V, penelitian ini menggunakan pengelompokkan usia pakcoy dengan nilai S. Sesuai dengan tabel 4.6 pada nilai HSV, nilai V paling mudah untuk melakukan pengelompokkan usia pakcoy karena nilai yang dihasilkan mengalami kenaikan bersamaan dengan bertambahnya hari pada pakcoy. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat grafik nilai H,S, dan V pada gambar 4.16, 4.17, dan 4.18. Dari pengolahan citra dengan metode HSV bisa digunakan untuk pengelompokkan usia pakcoy dalam pemberian nutrisi hidroponik yang sesuai.

Tabel 4. 6 Nilai HSV pada pakcoy berdasarkan hari

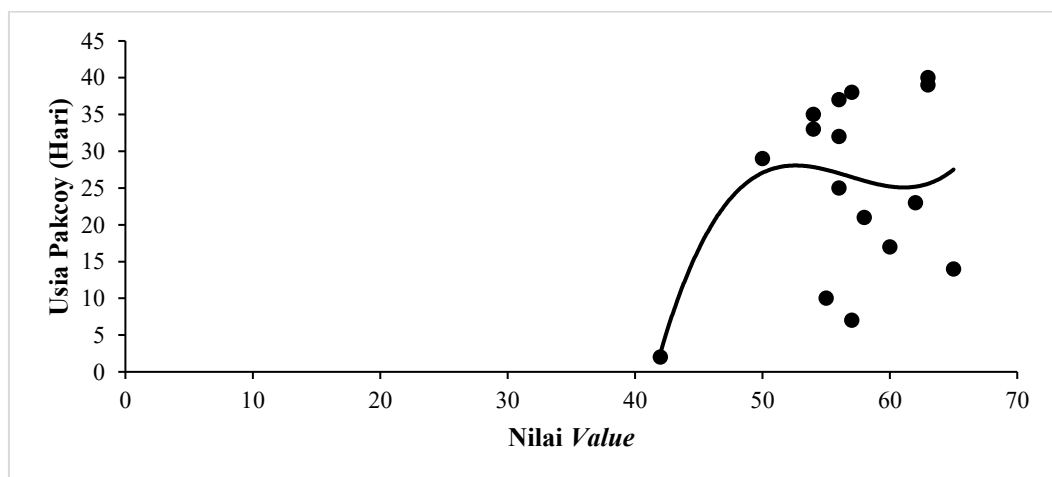
Usia Pakcoy (Hari)	Nilai H	Nilai S	Nilai V
2	102	12	42
7	93	18	57
10	104	23	55
14	86	30	65
17	86	33	60
21	87	33	58
23	95	38	62
25	89	39	56
29	77	44	50
32	81	48	56
33	66	49	54
35	72	54	54
37	79	57	56
38	73	62	57
39	83	67	63
40	84	67	63



Gambar 4. 16 Nilai *Hue* citra pakcoy berdasarkan usia



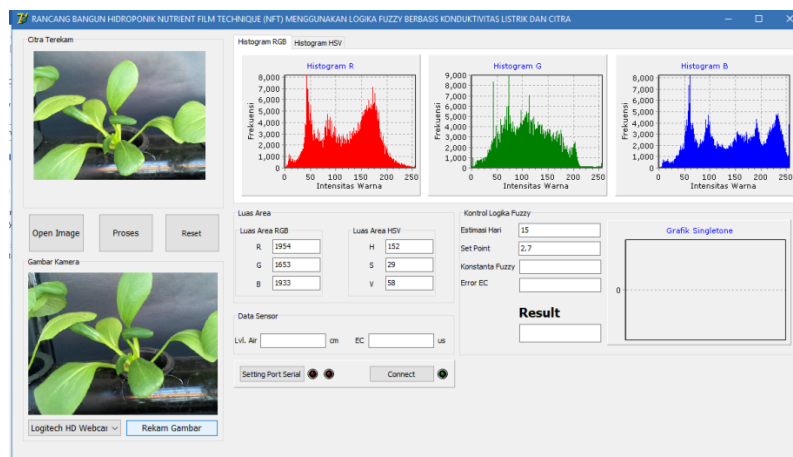
Gambar 4. 17 Nilai *Saturation* citra pakcoy berdasarkan usia



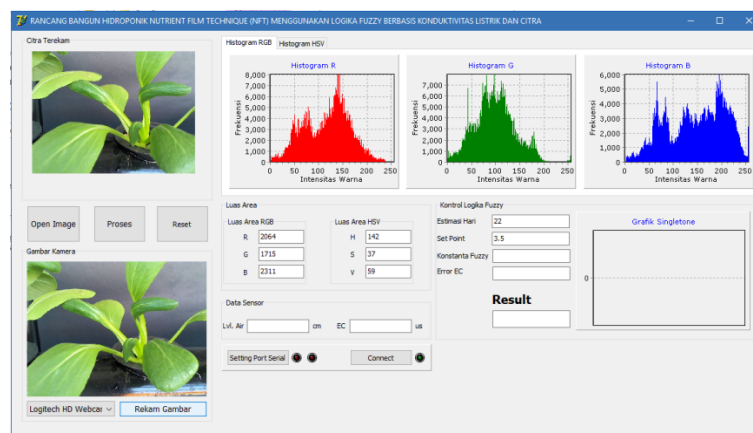
Gambar 4. 18 Nilai *Value* citra pakcoy berdasarkan usia

4.8 Analisa Pengolahan Citra Digital pada Tanaman Pakcoy

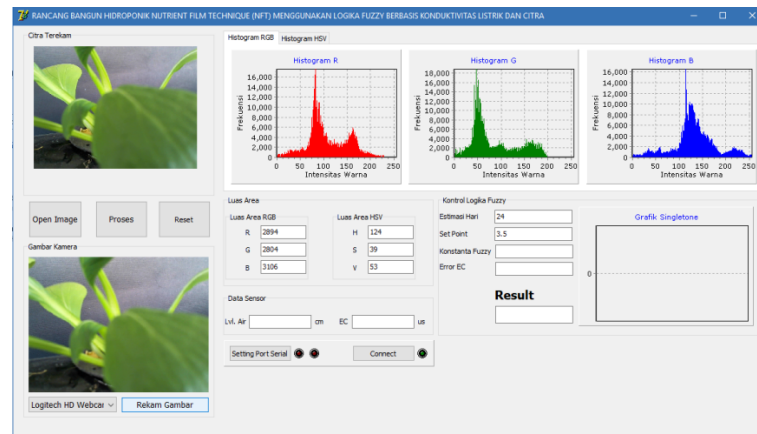
Setelah dilakukan beberapa pengujian terhadap tanaman pakcoy, bisa diambil kesimpulan penggunaan metode HSV dengan mengambil nilai S paling baik digunakan untuk pengelompokkan usia pakcoy. Pada tabel 4.9 di tiap usia mengalami peningkatan nilai dari saturasi bersamaan dengan usia pakcoy yang bertambah, sehingga memudahkan untuk pengelompokkan pakcoy. Dengan nilai S yang sudah diketahui maka bisa digunakan untuk memberikan nilai EC yang disesuaikan dengan usia pakcoy. Pada usia pembibitan EC yang harus diberikan adalah 1-1.5 ms/cm, pada usia 1-20 hari EC yang diberikan sebesar 1.6-2.7ms/cm, sedangkan pada usia 21-40 hari EC yang diberikan adalah sebesar 2.8-3.5ms/cm. Pada gambar 4.18, 4.19, dan 4.20 dapat dilihat hasil pengolahan citra pakcoy secara online.



Gambar 4. 19 Hasil pakcoy usia 15 hari secara online



Gambar 4. 20 Hasil pakcoy usia 22 hari secara online

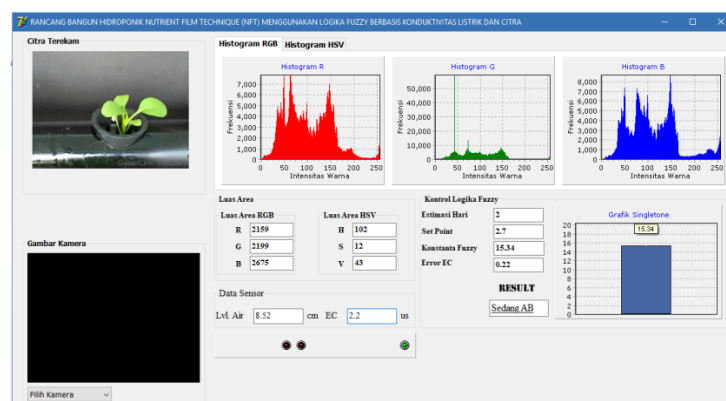


Gambar 4. 21 Hasil pakcoy usia 15 hari secara *online*

4.9 Pengujian Kontrol Logika Fuzzy

Pengujian hidroponik NFT menggunakan logika *fuzzy* berbasis konduktivitas listrik dan citra untuk mengontrol nutrisi hidroponik berdasarkan parameter konduktivitas listrik dan ketinggian digunakan sebagai *rule base* yang didapatkan berdasarkan hasil pengujian dari konduktivitas listrik pada tandon nutrisi.

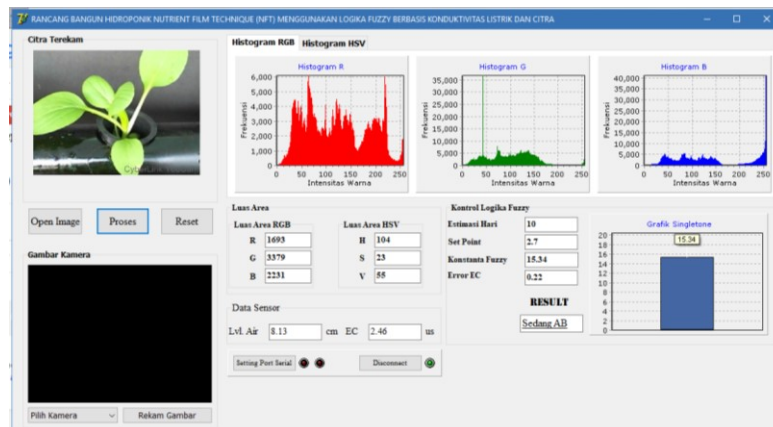
Berdasarkan pengujian yang dilakukan secara *online* menggunakan komputer menggunakan kontrol logika *fuzzy* berhasil mempertahankan nilai EC sesuai *setpoint* yang diberikan. Persentase keberhasilan dapat dilihat pada tabel 4.7.



Gambar 4. 22 Hasil testing *online* pakcoy usia 2 hari



Gambar 4. 23 Hasil testing *online* pakcoy usia 6 hari



Gambar 4. 24 Hasil testing *online* pakcoy usia 10 hari



Gambar 4. 25 Hasil testing *online* pakcoy usia 16 hari

Tabel 4.7 Persentase keberhasilan dalam mempertahankan nutrisi hidroponik

No.	Usia (Hari)	Sensor Konduktivitas Listrik (mS/cm)	Set Point	Error	Error %
1	2	2.2	2.7	0.22	8.14815
2	6	2.25	2.7	0.31	11.4815
3	10	2.46	2.7	0.22	8.14815
4	16	2.62	2.7	0.13	4.81481
5	23	3.3	3.5	0.69	19.7143
6	25	3.4	3.5	0.1	2.85714
7	30	2.55	3.5	0.96	27.4286
8	33	3.3	3.5	0.2	5.71429
9	35	3.61	3.5	0.11	3.14286
10	40	3.25	3.5	0.25	7.14286
Error Rata-Rata				0.319	3.19

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa dalam 10 kali percobaan berdasarkan usia pakcoy, rata-rata error yang didapatkan sebesar 30%, hal tersebut menunjukkan sistem kontrol logika *fuzzy* untuk mempertahankan nutrisi berhasil $\pm 70\%$.

4.10 Analisa Data Keseluruhan

Dalam penelitian ini telah dirancang sebuah alat hidroponik NFT menggunakan logika *fuzzy* berdasarkan konduktivitas listrik dan citra, dimana pertama yang harus dilakukan adalah mengelompokkan usia pakcoy untuk ditentukan dalam pemberian nutrisi yang disesuaikan dengan banyaknya air yang berada di wadah larutan nutrisi. Dalam pengelompokkan usia pakcoy terdapat 3 kategori yaitu masa pembibitan, masa pindah tanam yaitu usia 1-20, dan usia 21-40. Dari hasil penelitian diketahui bahwa semakin besar tanaman pakcoy atau semakin lama lama usia tanam maka nilai konduktivitas listrik yang diberikan juga semakin banyak. Kemudian pada pengujian sensor ultrasonik, untuk mengontrol larutan nutrisi agar tidak sampai terlalu penuh atau kosong. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi ketinggian larutan nutrisi dalam tandon. Kemudian pada pengujian citra didapatkan nilai saturasi dari nilai HSV yang memiliki nilai terbaik untuk memperoleh pengelompokkan yang bagus dibanding menggunakan nilai citra RGB. Pada pengujian sensor konduktivitas listrik, sensor konduktivitas listrik mendeteksi air biasa dengan air yang sudah diberi nutrisi A atau nutrisi B

sudah bisa mengenali sehingga bisa digunakan untuk pengontrolan pemberian nutrisi hidroponik. Pengontrollan logika *fuzzy* secara *online* sudah bisa diterapkan dalam komputer dengan tingkat keberhasilan sebanyak $\pm 70\%$.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa dari sistem rancang bangun hidroponik NFT untuk menstabilkan nutrisi hidroponik yang telah dilakukan, ditarik beberapa kesimpulan. Untuk standar pengujian stabilitasi larutan nutrisi hidroponik yang dilakukan digunakan lamanya waktu bukaan valve yang dikeluarkan berdasarkan nilai konduktivitas listrik yang telah ditentukan. Dengan kontrol logika *fuzzy* yang telah dilakukan untuk mempertahankan nutrisi bisa dikatakan sudah mampu mengontrol kestabilan nutrisi hidroponik dengan baik dengan hasil $\pm 70\%$. Pada pengujian Sensor konduktivitas agak lama digunakan, karena sebelum pemakaian harus dikalibrasi terlebih dahulu. Setelah proses kalibrasi selesai, sensor konduktivitas dapat digunakan untuk memperoleh data sensor. Pada pengambilan citra berupa data gambar bisa dilakukan dengan baik meskipun lama, dikarenakan harus menunggu pakcoy tumbuh selama kurang lebih 40 hari. Pada pengujian menggunakan RGB masih belum bisa digunakan untuk mengelompokkan usia tanaman, sedangkan menggunakan metode HSV dengan mengambil nilai saturasi dapat digunakan untuk mengelompokkan usia pakcoy dalam pemberian nutrisi hidroponik dengan baik. Hasil pengontrolan logika *fuzzy* sudah baik karena sudah berhasil dilakukan pengujian secara *online* mampu mengontrol dalam mempertahankan nutrisi tanaman pakcoy dengan dua inputan, yaitu dari sensor konduktivitas listrik dan sensor ketinggian.

5.2 Saran

Beberapa saran yang bisa diberikan untuk pengembangan penelitian ini adalah untuk standar pemberian nutrisi hidroponik, pengujian dapat digunakan hasil uji hidroponik yang dibandingkan dengan standar mutu pakcoy hidroponik oleh pakar hidroponik dengan mengujikan. Untuk meningkatkan keakuratan hasil stabilisasi larutan nutrisi hidroponik dengan cara memperbanyak data dari pengolahan citra. Kemudian untuk proses mencari pengelompokkan yang bisa

merespon proses pemberian nutrisi pada pakcoy sehingga dapat dijadikan parameter, dapat digunakan fitur lain dalam pengolahan citra HSV, serta dengan menggunakan metode kecerdasan buatan yang lainnya. Untuk kontrol lama bukaan valve bisa menggunakan valve yang lainnya untuk mengeluarkan air yang lebih presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. R. N. Sumarni, *Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik*, Lembang: Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2005.
- [2] U. dkk, "Integrating Scheduled Hydroponic System," *IEEE International Conferenc on Advances in Computer Applications(ICACA)*, pp. 333-337, 2016.
- [3] Y. dkk, "System Design and Implementation Automation System of Expert System on Hydroponics Nutrients Control using Forward Chaining Method," *IEEE Asia Pasific Conference on Wireless and Mobile (APWiMob)*, pp. 41-46, 2017.
- [4] M. Iqbal, "Penggunaan Pupuk Majeuk sebagai Sumber Hara pada Budidaya Bayam secara Hidroponik dengan Tiga Cra Fertigasi," p. 4, 2006.
- [5] S. dkk, "Sistem Kontrol Nutrisi Hidroponik Dengan Menggunakan Logika Fuzzy," p. 1, 2009.
- [6] G. G. H. dkk, "Monitoring dan kontrol nutrisi Pada Sistem Hidroponik NFT Berbasis Konduktivitas Elektrik," vol. 5, p. 2, 2018.
- [7] L. d. Sridevi, "Design Of Efficient Hidroponic Nutrient Solution Control System Using Soft Computing Based Solution Grading," *IEEE*, pp. 148-154, 2014.
- [8] Yohanes, "Rancang Bangun Sistem Hidroponik Kombinasi Irigasi Tetes, Sumbu, dan NFT Untuk Budidaya Kentang," pp. 1-75, 2016.
- [9] M. R. W. E. D. W. H. T. A. S. Arif Nursyahid, "Plant Age Identification System of Outdoor Hydroponic Cultivation Based on Digital Image Processing," *Conference in Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITIACEE), IEEE*, pp. 213-218, 2017.
- [10] P. dkk, "Ontology-Based Nutrient Solution Control Sytem for Hdronics," *IEEE Internasional Conference on Instrumentation*, pp. 258-261, 2011.
- [11] S. dkk, "Development of Interface using Marker less AR for Hydroponic Culture Managing Systems in the Distant Place," *IEEE PEDS.*, pp. 843-847, 2017.
- [12] M. R. N. d. M. T. Mote, "Hidroponics Farming," *IEEE*, pp. 654-650, 2017.
- [13] S. K. dkk, "Teknologi Hidroponik Sistem Sumbu pada Produksi Selada Lollo

Rossa (*Lactuca sativa* L.) dngan Penambahan CaCl_2 sebagai Nutrisi Hidroponik,” *Jurnal Agroteknologi*, vol. 11, pp. 96-104, 2017.

- [14] “Olanda dkk,” *Designing and Implementing the Arduino-based Nutrition Feeding Automation System of Prototype Scaled Nutrient Film Technique (NFT) hydroponics using Total Dissolved Solids (TDS) Sensor.*, pp. 170-175, 2017.
- [15] M. dkk, “Penggunaan Ekstrak Fermentasi Paltan dan Kotoran Kelinci Cair sebagai Sumber Hara pada Budidaya Hidroponik Rakit Apung,” pp. 649-657, 2014.
- [16] A. A. Saptoo Wibowo, “Aplikasi Hidroponik NFT pada Budidaya Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*),” *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* , vol. 13, pp. 159-167, 2013.
- [17] A. Kadir, *Dasara Pengolahan Citra dengan Delphi*, Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET, 2013.
- [18] A. N. T. RD. Kusumanto, “Pengolahan Citra Digital untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan (SEMANTIK)*, 2011.
- [19] J. D. N. Dani Syahid, “Sistem Klasifikasi Jenis Tanaman Hias Daun *Philodendron* Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Berdasarkan Nilai Hue, saturation,value (HSV),” *JOIN*, pp. 20-23, 2016.
- [20] J. S. Wibowo, “Deteksi dan Klasifikasi Citra Berdasarkan Warna Kult Menggunakan HSV,” *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK* , vol. 16, pp. 118-123, 2011.
- [21] J. T. G. S. G. P. M. K. M. H. Basilio, “Novel method for pornographic image detection using HSV and YCbCr color models,” *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia*, vol. 64, pp. 79-90, 2012.
- [22] s. v. Kartika, *KLASIFIKASI TINGKAT KEBUSUKAN DAGING MENGGUNAKAN SENSOR GAS SEMIKONDUKTOR, PENGOLAHAN CITRA GLCM DAN NEURAL NETWORK*, Surabaya: Repositori perpustakaan ITS, 2017.
- [23] P. P. W. d. R. T. Handayanto, *Penerapan Soft Computing dengan Matlab*, Bandung: Rekayasa Sains, 2012.
- [24] IEEE, “IEEE Citation Reference,” [Online]. Available: www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf.

- [25] Feedback Instruments Ltd., Digital Pendulum: Control in a Matlab Environment, Sussex, UK: Feedback Instruments Ltd., 2006.
- [26] K. Tanaka and M. Sugeno, "Stability analysis and design of fuzzy control," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 45, pp. 135-156, 1992.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

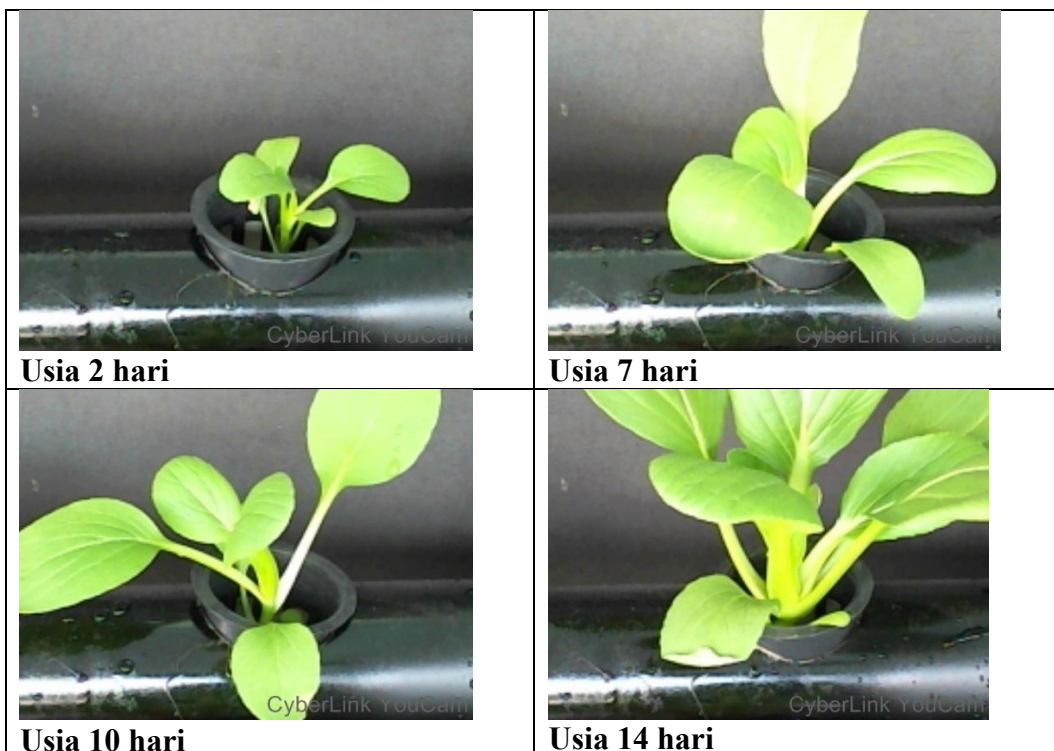
Gambar Sensor Konduktivitas Listrik



Gambar Hardware perancangan



Gambar Pakcoy berdasarkan usia





Usia 23 Hari



Usia 25 hari



Usia 28 hari



Usia 33 Hari



Usia 35 hari



Usia 37 hari



Usia 38 hari



Usia 40 hari

Sourcode konversi RGB ke HSV

```
function RGBtoHSV (R,G,B : Byte): THSV;  
var  
    Min_, Max_, Delta, H , S , V : Double;  
begin  
    H := 0.0 ;  
    Min_ := Min (Min( R,G), B);  
    Max_ := Max (Max( R,G ), B);  
    Delta := ( Max_ - Min_ );  
    V := Max_ ;  
    If ( Max_ <> 0.0 ) then  
        S := 255.0 * Delta / Max_  
    else  
        S := 0.0 ;  
    If (S <> 0.0) then  
        begin  
            If R = Max_ then  
                H := (G - B) / Delta  
            else  
                If G = Max_ then  
                    H := 2.0 + (B - R) / Delta  
                else  
                    If B = Max_ then  
                        H := 4.0 + (R - G) / Delta  
                    End  
                End  
            H := H * 60 ;  
            If H < 0.0 then H := H + 360.0;  
        end  
    with Result Do
```

```

begin
    Hue := H ;           // Hue -> 0..360
    Sat := S * 100 / 255; // Saturation -> 0..100 %
    Val := V * 100 / 255; // Value -> 0..100 %
end;
end;

```

Berikut sourcode nilai dan histogram RGB HSV

```

procedure TForm1.Histogram;
var
    j,i,jumlah_r,jumlah_g,jumlah_b,jumlah_h, jumlah_s,
    jumlah_v,total,tinggi,lebar,R,G,B: Integer;
    Red,Green,Blue : word;
    rata_r,rata_g,rata_b, rata_h, rata_s, rata_v:real;
    HSV : THSV;
    HistogramAbu : array[0..256] of Integer;
    histogramR : array[0..256] of Integer;
    histogramG : array[0..256] of Integer;
    histogramB : array[0..256] of Integer;
    histogramH : array[0..256] of Integer;
    histogramS : array[0..256] of Integer;
    histogramV : array[0..256] of Integer;
    temp:PByteArray;
begin
    //total:=0;

    jumlah_r:=0; jumlah_g:=0;jumlah_b:=0; jumlah_h:=0; jumlah_s:=0;
    jumlah_v:=0;

    tinggi := AmbilGambar.Picture.Bitmap.Height;
    lebar := AmbilGambar.Picture.Bitmap.Width;
    total := tinggi*lebar;

```

```

series1.Clear; series4.Clear;
series2.Clear; series5.Clear;
series3.Clear; series6.Clear;

for i:=0 to 256 do
begin
    HistogramAbu[i] := 0;
    HistogramR[i]:=0;
    HistogramG[i]:=0;
    HistogramB[i]:=0;
    HistogramH[i]:=0;
    HistogramS[i]:=0;
    HistogramV[i]:=0;
end;

for j := 0 to AmbilGambar.picture.bitmap.Height-1 do
begin
    temp:=AmbilGambar.Picture.Bitmap.ScanLine[j];
    for i := 0 to AmbilGambar.picture.bitmap.Width - 1 do
    begin
        inc(HistogramB[temp[3*i]]);
        inc(HistogramG[temp[3*i+1]]);
        inc(HistogramR[temp[3*i+2]]);
        HSV:= RGBtoHSV(Red,Green,Blue);

        inc(HistogramH[round(Hue)]);
        inc(HistogramS[round(Sat)]);
        inc(HistogramV[round(Val)]);
        red:=GetRValue(AmbilGambar.Canvas.Pixels[i,j]);
        green:=GetGValue(AmbilGambar.Canvas.Pixels[i,j]);
    end;
end;

```

```

    blue:=GetBValue(AmbilGambar.Canvas.Pixels[i,j]);
    HistogramR[red]:=HistogramR[red]+1;
    HistogramG[green]:=HistogramG[green]+1;
    HistogramB[blue]:=HistogramB[blue]+1;
    jumlah_r:=jumlah_r + histogramR[temp[3*i+2]];
    jumlah_g:=jumlah_g + histogramG[temp[3*i+1]];
    jumlah_b:=jumlah_b + histogramB[temp[3*i]];
    HistogramH[round(HSV.Hue)]:= HistogramH[round(HSV.Hue)]+1;
    HistogramS[round(HSV.Sat)]:= HistogramS[round(HSV.Sat)]+1;
    HistogramV[round(HSV.Val)]:= HistogramV[round(HSV.Val)]+1;
end;
end;

for j := 0 to tinggi - 1 do
begin
    temp := AmbilGambar.Picture.Bitmap.ScanLine[j];
    for i := 0 to lebar - 1 do
    begin
        jumlah_r:= jumlah_r + temp[3*i+2]; // Mencari luas Histogram RGB
        jumlah_g:=jumlah_g + temp[3*i+1];
        jumlah_b:=jumlah_b + temp[3*i];

    end;
end;

for i := 0 to 255 do //mencari luas histogram_HSV
begin
    jumlah_h := jumlah_h + histogramH[i] * i;
    jumlah_s := jumlah_s + histogramS[i] * i;
    jumlah_v := jumlah_v + histogramV[i] * i;

```

```

end;

rata_r:=jumlah_r/total;
rata_g:=jumlah_g/total;
rata_b:=jumlah_b/total;
rata_h:=jumlah_h/total;
rata_s:=jumlah_s/total;
rata_v:=jumlah_v/total;

Edit1.Text:=intToStr(round(rata_r));
Edit2.Text:=intToStr(round(rata_g));
Edit3.Text:=intToStr(round(rata_b));
Edit4.Text:=intToStr(round(rata_h));
Edit5.Text:=intToStr(round(rata_s));
Edit6.Text:=intToStr(round(rata_v));

//Cetak nilai Histogram//
for i:=0 to 256 do
begin
    Series1.AddXY(i,HistogramR[i],"clred);
    Series2.AddXY(i,HistogramB[i],"clgreen);
    Series3.AddXY(i,HistogramG[i],"clblue);
    series4.AddXY(i,HistogramH[i],"clblack);
    series5.AddXY(i,HistogramS[i],"clyellow);
    series6.AddXY(i,HistogramV[i],"clgray);
end;

setpointHari;
end;

```


Berikut sourcode penentuan nilai EC pakcoy

```
procedure TForm1.setpointHari;
var
    saturation, x, hari : double;
begin
    //perhitungan nilai hari dan set point
    saturation := 0;
    saturation := strtoint(Edit5.Text);
    x := saturation;
    hari := round((-0.0003*x*x*x)+(0.0294*x*x)-(0.0666*x)-0.5818);
    Edit9.Text := floattostr(hari);

    if (hari >= 1 ) AND (hari <=20) then set_point := 2.7;
    if (hari >= 21 ) AND (hari <=40) then set_point := 3.5;
    Edit10.Text := floattostr(set_point);
end;
```

Berikut sourcode Kontrol Logika *fuzzy*

```
procedure TForm1.mf_trim(data: Double; bts_ats: Double; tengah: Double;
bts_bwh: Double; var hasil_mf_trim: Double);
begin
    if (data <= bts_ats) then
        hasil_mf_trim := 0;
    if (data >= bts_ats) AND (data < tengah) then
        hasil_mf_trim := (data-bts_ats)/ (tengah-bts_ats);
    if (data>= tengah)AND (data < bts_bwh) then
        hasil_mf_trim := (bts_bwh- data)/(bts_bwh-tengah);
    if (data>= bts_bwh) then
        hasil_mf_trim := 0;
end;
```

```
procedure TForm1.mf_lt(data: Double; bts_ats: Double; tengah: Double; bts_bwh: Double; var hasil_mf_lt: Double);
```

```
begin
```

```
  if (data >= bts_ats) AND (data < tengah) then
```

```
    hasil_mf_lt := 1;
```

```
  if (data >= tengah) AND (data < bts_bwh) then
```

```
    hasil_mf_lt := (bts_bwh - data)/(bts_bwh - tengah);
```

```
  if (data >= bts_bwh) then
```

```
    hasil_mf_lt := 0;
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.mf_ln(data: Double; bts_ats: Double; tengah: Double; bts_bwh: Double; var hasil_mf_ln: Double);
```

```
begin
```

```
  if (data <= bts_ats) then
```

```
    hasil_mf_ln := 0;
```

```
  if (data > tengah) AND (data < bts_ats) then
```

```
    hasil_mf_ln := (data-bts_ats)/(tengah-bts_ats);
```

```
  if (data >= tengah) then
```

```
    hasil_mf_ln := 1;
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.min(a: Double; b: Double; var hasil_min: Double);
```

```
begin
```

```
  if (a < b) then
```

```
    hasil_min :=a
```

```
  else
```

```
    hasil_min :=b;
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.logika_fuzzy;
```

```

var
    lvl_air,val_ec: double;
    mf_lvl_air, mf_ec, alfa : double;

    num1,num2, num3, num4,num5,num6,num7, num8, num9, num10, num11,
    num12, num13, num14, num15, den, konstanta_fuzzy :double;

    mf_a1, mf_a2, mf_a3, mf_ec1,mf_ec2,mf_ec3 : double;
    alfa1,alfa2, alfa3, alfa4, alfa5, alfa6, alfa7 : double;
    alfa8, alfa9,alfa10, alfa11, alfa12,alfa13, alfa14, alfa15 : double;
    error,error_ec: double;

begin
    lvl_air    := 0;
    val_ec     := 0;
    mf_lvl_air := 0;
    mf_a1 :=0; mf_a2 :=0; mf_a3 :=0;
    mf_ec1 :=0; mf_ec2 :=0; mf_ec3 :=0;

    num1 :=0; num2 :=0; num3 :=0; num4 :=0; num5 :=0; num6 :=0;
    num7 :=0; num8 :=0; num9 :=0; den :=0;
    alfa1 :=0; alfa2 :=0; alfa3 :=0; alfa4 :=0; alfa5 :=0; alfa6 :=0;
    alfa7 :=0; alfa8 :=0; alfa9 :=0; alfa10:=0; alfa11:=0; alfa12:=0;
    alfa13:=0; alfa14:=0; alfa15:=0;
    error_ec :=0;
    Series7.Clear;

    lvl_air := strtofloat(Edit7.Text);
    val_ec := strtofloat(Edit8.Text);

    error := 0;
    //error := val_ec-set_point;

```

```

error := set_point-val_ec;
Edit12.Text := floattostr(error);

mf_trim(lvl_air,0,5,10,mf_a1);
mf_trim(lvl_air,9,14.5,20,mf_a2);
mf_trim(lvl_air,19,24.5,30,mf_a3);

mf_trim(error, -2.5,-1.5,-0.5,mf_ec1);
mf_trim(error,-0.7,0,0.7,mf_ec2);
mf_trim(error, 0.5, 1.5, 2.5, mf_ec3);

min(mf_a1,mf_ec1, alfa1);
min(mf_a1,mf_ec2, alfa2);
min(mf_a1,mf_ec3, alfa3);

min(mf_a2,mf_ec1, alfa4);
min(mf_a2,mf_ec2, alfa5);
min(mf_a2,mf_ec3, alfa6);

min(mf_a3,mf_ec1, alfa7);
min(mf_a3,mf_ec2, alfa8);
min(mf_a3,mf_ec3, alfa9);

den := alfa1 + alfa2 + alfa3 + alfa4 + alfa5 + alfa6 + alfa7 + alfa8 + alfa9;
num1 := alfa1*5.33; num2 := alfa2*15.34; num3 := alfa3*25.34;
num4 := alfa4*35.33; num5 := alfa5*35.33; num6 := alfa6*35.33;
num7 := alfa7*65.33; num8 := alfa8*55.34; num9 := alfa9*45.33;

(*num1 := alfa1*5.33; num2 := alfa8*35.33; num3 := alfa3*65.34;

```

```
num4 := alfa4*15.34; num5 := alfa5*35.33; num6 := alfa6*55.34;
num7 := alfa7*25.34; num8 := alfa8*35.3; num9 := alfa9*45.33;*)
```

```
konstanta_fuzzy:= 0;
konstanta_fuzzy :=
(num1+num2+num3+num4+num5+num6+num7+num8+num9)/den;
Series7.AddXY(5,konstanta_fuzzy);
Edit11.Text := floattostr(konstanta_fuzzy);
```

```
edit16.Text := Floattostr(konstanta_fuzzy);
if (konstanta_fuzzy > 0) AND (konstanta_fuzzy <= 5.33) then
begin
    Label16.Caption := 'Cepat AB';
    edit16.Text := 'Cepat AB';
end
else
if (konstanta_fuzzy > 5.34) AND (konstanta_fuzzy <=15.34) then
begin
    Label16.Caption := 'Sedang AB';
    edit16.Text := 'Sedang AB';
end
else
if (konstanta_fuzzy > 15.34) AND (konstanta_fuzzy <= 25.34) then
begin
    Label16.Caption := 'Lama AB';
    edit16.Text := 'Lama AB';
end
else
if (konstanta_fuzzy > 25.34) AND (konstanta_fuzzy <=35.33) then
begin
```

```

Label16.Caption := 'ZERO';
edit16.Text := 'ZERO';
end
else
if (konstanta_fuzzy > 35.33) AND (konstanta_fuzzy <= 45.33) then
begin
Label16.Caption := 'Cepat Air';
edit16.Text := 'Cepat Air';
end
else
if (konstanta_fuzzy > 45.34) AND (konstanta_fuzzy <= 55.34) then
begin
Label16.Caption := 'Sedang Air';
edit16.Text := 'Sedang Air';
end
else
if (konstanta_fuzzy > 55.34) AND (konstanta_fuzzy <= 65.34) then
begin
Label16.Caption := 'Lama Air';
edit16.Text := 'Lama Air';
end;

//diasumsikan volume = konstanta_fuzzy
if ((Edit16.Text = 'Cepat AB') or (Edit16.Text = 'Sedang AB') or
(Edit16.Text = 'Lama AB')) then
begin
ComPort1.WriteString('NAB,'+floattostr(konstanta_fuzzy)+ chr(10)+chr(13));
end
else if ((Edit16.Text = 'Cepat Air') or (Edit16.Text = 'Sedang Air') or
(Edit16.Text = 'Lama Air')) then

```

```

begin
  ComPort1.WriteStr('AIR,'+floattostr(konstanta_fuzzy)+ chr(10)+chr(13));
end
end;

```

Berikut sourcode Kamera

```

procedure TForm1.btn1Click(Sender: TObject);
begin
  if OpenFileDialog1.Execute then
  begin
    AmbilGambar.Picture.LoadFromFile(OpenDialog1.FileName);
    if AmbilGambar.Picture.Bitmap.PixelFormat<> pf24bit then
    begin
      ShowMessage('pilihlah citra warna 24 bit');
      AmbilGambar := Nil;
    end;
  end;
end;

Histogram;
setpointHari;
end;

procedure TForm1.btn4Click(Sender: TObject);
var simpan : tbitmap;
begin
  ii:=ii+1;
  simpan:=tbitmap.create;
  SampleGrabber1.GetBitmap(AmbilGambar.Picture.Bitmap);
  simpan:=AmbilGambar.Picture.Bitmap;
  if ii=1 then MkDir(waktu); //membuat folder -> tgl,bln,thn-jam,mnt,dtk

```

```

simpan.savetofile(waktu+'\Citra-'+ IntToStr(ii) +'.bmp'); //menyimpan Citra-i

Histogram;
setpointHari;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
var
  i: integer;
begin
  DateTime:=now;
  waktu:=FormatDateTime('ddmmyy-hhnnss',DateTime);//mengambil data tanggal
  & jam
  SysDev:=TSysDevEnum.Create(CLSID_VideoInputDeviceCategory);
  if SysDev.CountFilters > 0 then
    for i := 0 to SysDev.CountFilters - 1 do
      begin
        ComboBox1.Items.Add('Pilih Kamera');
        combobox1.Items.Add(SysDev.Filters[i].FriendlyName);
        ComboBox1.ItemIndex:=i;

      end;
    end;

procedure TForm1.OnSelectDevice(sender: TObject);
begin
  if ComboBox1.Text <>'Pilih Kamera' then
    begin
      FilterGraph1.ClearGraph;

```



```

    FilterGraph1.Active := false;
    Filter1.BaseFilter.Moniker := SysDev.GetMoniker(TMenuItem(Sender).tag);
    FilterGraph1.Active := true;
    with FilterGraph1 as ICaptureGraphBuilder2 do
    RenderStream(@PIN_CATEGORY_PREVIEW, nil, Filter1 as IBaseFilter,
        SampleGrabber1 as IBaseFilter, VideoWindow1 as IBaseFilter);
    FilterGraph1.Play;
end
else
begin
    FilterGraph1.ClearGraph;
    FilterGraph1.Active := false;
end;

end;

procedure TForm1.FormCloseQuery(Sender: TObject; var CanClose: Boolean);
begin
    SysDev.Free;
    FilterGraph1.ClearGraph;
    FilterGraph1.Active := false;
end;

```

Berikut sourcode komunikasi serial arduino ke delphi

```

procedure TForm1.btn6Click(Sender: TObject);
begin
    if (btn6.Caption='Connect') then
    begin
        btn6.Caption:='Disconnect';
        ComLed3.State := lsOn;
    end;
end;

```

```

    ComPort1.Open;
end
else if (btn6.Caption='Disconnect') then
begin
    btn6.Caption:='Connect';
    ComLed3.State := lsOff;
    ComPort1.close;
end;
end;

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
var
    dt : string;
    i : Integer;
begin
    dt:="";

    ComPort1.ReadStr(dt, count);
    dat:=dat+dt;

    if (pos(chr(10),dat)>0) then
    begin
        A:=pos(chr(10),dat);
        data:=copy(dat, 0, A-2);
        dat:="";
        time:=time+1;
        //format data -> "LV,19,EC,3.1,data\r\n"
        for i:= 1 to 4 do
        begin
            A:= pos(',',data);

```

```
    if (i mod 2 = 0) then sensor[Round(i/2),time]:= copy(data, 0, A-1);  
    data:=copy(data, A+1, Length(data));  
end;  
data:="";  
Edit7.Text := sensor[1,time]; //data level air  
Edit8.Text := sensor[2,time]; //data EC  
end;  
end;
```

Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Siti Mashumah

Alamat : RT/RW(04/03) Dusun Klotok Desa Landean
Kecamatan Plumpang Kabupaten Tuban

Tempat, Tanggal Lahir : Tuban, 15 Juli 1993

Jenis Kelamin : Perempuan

Agama : Islam

Status : Belum Menikah

No. Telepon : +62 85216345754

Email : sitimashumah2622@gmail.com

Riwayat Pendidikan : 1. MI Mambaul Ulum Tuban
2. Mts Al-Qudsiyah Tuban
3. SMA Daruttawwabin Gresik
4. S1 Sekolah Tinggi Teknologi Nurul Jadid