



PROYEK AKHIR

Prediksi Mikroorganisme pada Tambak Udang
berbasis *Neural Network*

Muhammad Wafiq Kamaluddin

NRP. 2210181042

Dosen Pembimbing:

Dr. Setiawardhana, S.T., M.T.

NIP. 197708242 00501 1 001

Dr. Eng. Bima Sena Bayu Dewantara, S.ST., M.T.

NIP. 197612151 99903 1 003

Dr. Agus Indra Gunawan, S.T., M.Sc.

NIP. 197608212 00112 1 002

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK KOMPUTER
DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA
2022**



PROYEK AKHIR

Prediksi Mikroorganisme pada Tambak Udang
berbasis *Neural Network*

Muhammad Wafiq Kamaluddin

NRP. 2210181042

Dosen Pembimbing:

Dr. Setiawardhana, S.T., M.T.

NIP. 197708242 00501 1 001

Dr. Eng. Bima Sena Bayu Dewantara, S.ST., M.T.

NIP. 197612151 99903 1 003

Dr. Eng. Agus Indra Gunawan, S.T., M.Sc.

NIP. 197608212 00112 1 002

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK KOMPUTER
DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA
2021**

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini dengan sebenarnya menyatakan bahwa Proyek Akhir ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS).

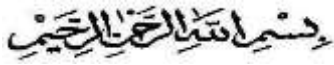
Nama : Muhammad Wafiq Kamaluddin
NRP : 2210181042
Program Studi : D4 Teknik Komputer
Departemen : Teknik Informatika dan Komputer

Jika di kemudian hari saya terbukti melakukan tindakan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang dijatuhkan oleh PENS kepada saya.

Surabaya, 11 Januari 2022

Muhammad Wafiq
Kamaluddin
NRP. 2210181042

KATA PENGANTAR



Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul:

Prediksi Mikroorganisme pada Tambak Udang berbasis *Neural Network*

Buku Proyek Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan guna menyelesaikan studi Diploma IV di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS).

Terdapat beberapa literatur dan teori yang diperoleh baik dalam perkuliahan maupun dari luar perkuliahan yang digunakan dalam penyelesaian proyek akhir ini. Proyek akhir ini juga tidak lepas dari dukungan dosen pembimbing serta pihak-pihak lain yang telah banyak memberikan bantuan.

Penulis menyadari bahwa buku proyek akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk itu, penulis memohon maaf sebesar-besarnya atas kekurangan yang ada pada buku proyek akhir ini. Selain itu penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan buku ini.

Besar harapan penulis agar buku proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Surabaya, 11 Januari 2022

Penulis

ABSTRAK

Populasi yang semakin meningkat membuat kebutuhan pangan khususnya protein meningkat pula. Udang merupakan salah satu sumber protein hewani yang berasal dari perairan. Pada proses budidaya udang, air yang digunakan memiliki kadar keasaman pada batas tertentu supaya udang dapat tumbuh dengan baik. Kadar keasaman air dipengaruhi oleh beberapa faktor, terutama kandungan bio organisme di dalamnya. Beberapa bio organisme memiliki ciri-ciri berupa warna yang khas yang mengakibatkan warna air berubah jika didalamnya terdapat bio organisme tersebut. Dalam proyek akhir ini akan dibuat sebuah alat untuk merekam parameter karakteristik dari air. Perekaman karakteristik air akan merekam data berupa data warna pada kanal RGB dari tiap sampel air. Perekaman data menggunakan sensor RGB dan gambar sampel yang diolah menggunakan pengolahan citra untuk mendapatkan nilai RGB dari sampel. Kemudian, data karakteristik tersebut akan digunakan untuk membuat sebuah algoritma prediksi menggunakan metode *Deep Neural Network* mengenai jenis dan konsentrasi dari sampel. Hasil model yang didapatkan memiliki akurasi sebesar 100 persen pada model klasifikasi jenis sampel dan eror sebesar 17.20 pada model prediksi konsentrasi dari sampel.

Kata Kunci— Alga, RGB, *Deep Neural Network*, Prediksi.

ABSTRACT

The increasing population makes the need for food, especially protein, also increases. Shrimp is a source of animal protein that comes from water. In the shrimp farming process, the water used has a certain level of acidity so that the shrimp can grow well. The acidity of water is influenced by several factors, especially the content of bio-organisms in it. Some bio-organisms have characteristics in the form of a distinctive color that causes the color of the water to change if there are bio-organisms in it. In this final project, a tool will be made to record the characteristic parameters of water. Recording of water characteristics will record data in the form of color data on the RGB channel of each water sample. Data recording uses an RGB sensor and sample images are processed using image processing to obtain RGB values from the sample. Then, the characteristic data will be used to create a prediction algorithm using the Deep Neural Network method regarding the type and concentration of the sample. The model results obtained have an accuracy of 100 percent on the type of sample classification model and an error of 17.20 on the concentration prediction model of the sample.

Keywords—*Algae, RGB, Deep Neural Network, Prediction*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terkait.....	5
2.1.1 Segmentasi Citra.....	5
2.1.2 Artificial Neural Network.....	6
2.1.3 <i>Bio-organisme</i>	7
2.3 Dasar Teori	8
2.3.1 <i>Arduino Nano</i>	8
2.3.2 <i>Nodemcu esp8266</i>	11
2.3.3 Sensor RGB TCS 34725.....	12
2.3.4 QT.....	13
2.3.6 OpenCV	14
2.3.7 Tensorflow.....	15
2.3.8 MQTT.....	15
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM.....	17
3.1 Desain dan Perancangan sistem.....	17
3.1.1 Desain mekanik alat.....	19
3.1.2 Desain <i>hardware</i> alat.....	24
3.1.2.1 Sumber Cahaya.....	24
3.1.2.2 Backlight	25
3.1.2.3 Main Board	25

3.1.3	Algoritma <i>machine learning</i> dan Desain GUI.....	26
3.1.3.1	Algoritma <i>machine learning</i>	26
3.1.3.2	Desain GUI.....	30
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA		32
4.1	Pengujian sistem.....	32
4.1.1	Pengujian <i>hardware</i>	32
4.1.1.1	Pengujian pengaturan <i>backlight</i>	Error! Bookmark not defined.
4.1.1.2	Pengujian sensor RGB	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Pengujian <i>software</i>	32
4.1.2.1	Pengujian model <i>neural network</i>	46
BAB V PENUTUP		46
5.1	Kesimpulan.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....		47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino nano	8
Gambar 2. 2 <i>Pin mapping Arduino nano</i>	10
Gambar 2. 3 Arduino IDE	10
Gambar 2. 4 <i>Node MCU</i>	11
Gambar 2. 5 <i>pin</i> Mikrokontroler <i>NodeMCU</i>	12
Gambar 2. 6 Sensor TCS34725.	13
Gambar 2. 7 QT	13
Gambar 2. 8 Histogram	14
Gambar 2. 9 Tensorflow	15
Gambar 3. 1 Blok diagram sistem secara keseluruhan	17
Gambar 3. 2 Flowchart sistem secara keseluruhan	19
Gambar 3. 3 gambar desain alat	23
Gambar 3. 4 Spesimen setup	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 Gambar skematik led sumber cahaya.....	24
Gambar 3. 6 Gambar skematik backlight.	25
Gambar 3. 7 Board kontrol	26
Gambar 3. 8 Blok diagram Machine Learning	26
Gambar 3. 9 (a) Model klasifikasi (b) Model regresi	29
Gambar 3. 10 Desain GUI	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Hasil pelangi	19
Tabel 4. 1 Hasil pengaturan warna <i>backlight</i> . Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4. 2 Nilai <i>error</i> pada <i>setting</i> dan hasil led RGB. Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4. 3 Tabel pengujian sensor RGB Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4. 4 Nilai <i>error</i> pada <i>setting</i> dan hasil sensor RGB Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4. 5 Tabel confusion matrix ... Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4. 6 Hasil percobaan model regresi..... Error! Bookmark not defined.	

DAFTAR GRAFIK

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat dari penelitian “Prediksi Mikroorganisme pada Tambak Udang berbasis *Neural Network*”.

1.1 Latar Belakang

Udang Vannamei merupakan salah satu jenis udang yang banyak dibudidayakan saat ini. Banyaknya permintaan udang vannamei menjadi penyebab utama para petani yang awalnya membudidayakan udang windu beralih membudidayakan *udang vannamei*. Di samping itu, udang vannamei mempunyai keunggulan yakni produktivitas tinggi karena kelangsungan hidupnya tinggi, mampu memanfaatkan seluruh kolom air dari dasar sampai permukaan sehingga memungkinkan dipelihara dengan kondisi padat tebar tinggi, lebih mudah dibudidayakan karena relatif lebih toleran terhadap perubahan lingkungan dan tahan terhadap penyakit, waktu pemeliharaan lebih pendek karena pertumbuhannya relatif lebih cepat. Keunggulan yang dimiliki oleh udang vannamei itulah yang menjadikan pembudidaya semakin mudah untuk memelihara dan merawatnya [1].

Fitoplankton yang sering ditemukan dan mendominasi di perairan laut maupun tambak budidaya udang terdapat dalam lima divisi, di antaranya: *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Bacillariophyta*

(*Diatom*), *Dinoflagellata* dan *Euglenophyta* [2]. *Chlorophyta* dan *Bacillariophyta* merupakan jenis fitoplankton yang diharapkan tumbuh dominan di tambak budidaya sedangkan jenis *Cyanophyta* (blue green algae-BGA) dan *Dinoflagellata* pada tambak budidaya tidak diharapkan mendominasi [3]. Jenis zooplankton yang banyak ditemui di tambak di antaranya banyak didominasi oleh kelas *Crustacea* (*Copepoda* dan *Cladocera*), *Rotifera*, *ciliata*, *Polychaeta* dan *Mollusca*. Keberadaan jenis fitoplankton dan zooplankton sangat penting terutama pada awal penebaran (*stocking*) karena larva ikan dan udang tidak dapat menggunakan pakan buatan seefisien ikan/udang dewasa [4]. Sebagai indikasi dari keanekaragaman, dominansi, dan kepadatan fitoplankton adalah timbulnya perbedaan warna dan kecerahan yang terjadi di setiap tambak. Semakin padat fitoplankton, semakin rendah kecerahan air tambak. Beberapa warna air sebagai indikasi dari keanekaragaman dan dominansi plankton di antaranya : hijau tua, hijau, hijau muda, hijau coklat, coklat tua, coklat, coklat muda, putih susu, dan coklat kemerahan.

Untuk mengidentifikasi warna dari air kolam, digunakan sensor RGB dan *Image Processing* pada gambar sampel air kolam sehingga diperoleh karakteristik dari air kolam yang digunakan sebagai sampel. Kemudian dari data tersebut akan dibuat sebuah algoritma prediksi menggunakan metode *Artificial Neural Network* mengenai jenis serta konsentrasi dari sampel.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa perumusan masalah yang akan dibahas, yakni sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memperkirakan jumlah kandungan alga?
2. Bagaimana cara membuat model prediksi dari data kandungan alga?
3. Bagaimana implementasi sistem secara keseluruhan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data menggunakan sampel air terkondisi
2. Perancangan sistem prediksi ini berdasarkan data yang diambil dari alat prototype yang telah dibuat

1.4 Tujuan dan Manfaat

Proyek akhir ini bertujuan untuk membuat *prototype hardware* untuk pengambilan data serta implementasi algoritma *Artificial Neural Network* untuk melakukan prediksi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 akan membahas tentang penelitian terkait, serta teori yang menunjang dalam penyelesaian proyek akhir ini.

2.1 Penelitian Terkait

2.1.1 Segmentasi Citra

Pada tahun 2015, Riries Rulaningtyas pada studi Segmentasi Citra Berwarna dengan Menggunakan Metode *Clustering* Berbasis *Patch* untuk Identifikasi *Mycobacterium Tuberculosis* telah berhasil mengidentifikasi *Mycobacterium Tuberculosis* menggunakan segmentasi warna. Penelitian tersebut menggunakan tiga buah ruang warna yaitu RGB, HSV dan CIE Lab. Hasil dari penelitian tersebut adalah perbandingan akurasi pada tiap tiap ruang warna dan didapati performa terbaik pada ruang warna CIE lab [5].

Penelitian oleh Putu Desiana Wulaning Ayu dan Gede Angga Pradipta, pada tahun 2017, tentang Segmentasi Citra Telur Ayam Berdasarkan Perbedaan Ruang Warna Rgb dan Lab, telah berhasil membuat perbandingan tingkat akurasi antara 2 ruang warna tersebut dalam mendeteksi garis tepi citra dan bercak kotor pada telur. Hasil penelitian tersebut adalah ruang warna Lab lebih baik dalam mendeteksi garis tepi citra pada telur sedangkan pada deteksi bercak kotor pada telur menunjukkan hasil yang sama [6].

Penelitian Segmentasi Warna Untuk Pendeteksian Rambu Lalu Lintas oleh Rusdi Efendi, Endina Putri Purwandari dan Efajriani

Tri Mareta pada tahun 2018. Penelitian ini telah menghasilkan sebuah aplikasi pengenalan rambu lalu lintas jenis peringatan dengan memanfaatkan segmentasi warna dengan *Euclidean Color Filter*. Aplikasi pengenalan rambu peringatan ini memiliki nilai akurasi 51,35% untuk keberhasilan segmentasi dan 84,21% keberhasilan identifikasi citra dihitung dari data citra yang berhasil tersegmentasi. [7]

2.1.2 Artificial Neural Network

Jefri Radjabaycolle dan Reza Pulungan, pada tahun 2016 telah melakukan penelitian berjudul prediksi penggunaan *bandwidth* menggunakan *Elman Recurrent Neural Network*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model prediksi dengan nilai *Mean Square Error* yang rendah dengan berbagai konfigurasi dalam parameter training yang diberikan. Model yang digunakan adalah *Recurrent Neural Network* dengan struktur Elman [8].

Pada tahun 2019, Guntoro, Loneli Costaner, Lisnawita, telah melakukan penelitian dengan judul Prediksi Jumlah Kendaraan di Provinsi Riau Menggunakan Metode *Backpropagation*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model dalam melakukan prediksi terhadap jumlah kendaraan di Provinsi Riau. Hasilnya berupa nilai MSE dan koefisien korelasi yang dihasilkan pada proses pelatihan yang telah dilakukan yaitu sebesar 0.00075775 dan 0.98257. Kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa proses pelatihan jaringan syaraf tiruan menggunakan algoritma *backpropagation* dapat memprediksi jumlah kendaraan dengan baik, sehingga jaringan yang diperoleh dapat digunakan untuk memprediksi pada proses pengujian [9].

Artificial neural network atau jaringan syaraf tiruan adalah jaringan dari sekelompok unit pemroses yang dimodelkan berdasarkan jaringan saraf manusia. ANN merupakan sistem adaptif yang dapat mengubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal. Neuron-neuron dalam neural network disusun dalam grup, yang disebut dengan layer (lapis). Pada dasarnya ANN terdiri dari 3 lapisan (layer), yaitu *input layer*, *process*, dan *output layer*. Pada *input layer* berisi variabel *data input*, *process layer* berisi langkah pengenalan objek dan *output layer* berisi hasil pengenalan suatu objek. [10]

2.1.3 Bio-organisme

Pada tahun 2019, A. I. Gunawan, B. S. B. Dewantara, A. E. Pratama, I. Puspitasari, T. A. Setya, melakukan sebuah studi yang berjudul “*A Study for Estimation of Bio Organism Content on Aquaculture Pond Based on Image Color and Light Intensity*”. Hasilnya berupa sebuah prototipe yang mampu menangkap data warna dari bioorganisme serta melakukan estimasi terhadap konsentrasi dari sampel. [11].

Onie Meiyanto, Agus Indra Gunawan, dan Bima Sena Bayu Dewantara pada tahun 2021 telah melakukan studi yang berjudul “Studi Analisis Konsentrasi Warna Pada Cairan Pewarna Makanan Dengan Metode Pengukuran *Optical Density*”. Hasil studi ini adalah keberhasilan metode pengukuran *Optical Density* dalam Analisa konsentrasi warna pada sampel. [12]

2.3 Dasar Teori

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai beberapa materi yang akan menunjang berjalannya proyek akhir ini.

2.3.1 *Arduino Nano*

Arduino merupakan sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. *Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembang, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih IDE adalah sebuah *software* yang berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler.



Gambar 2. 1 Arduino nano

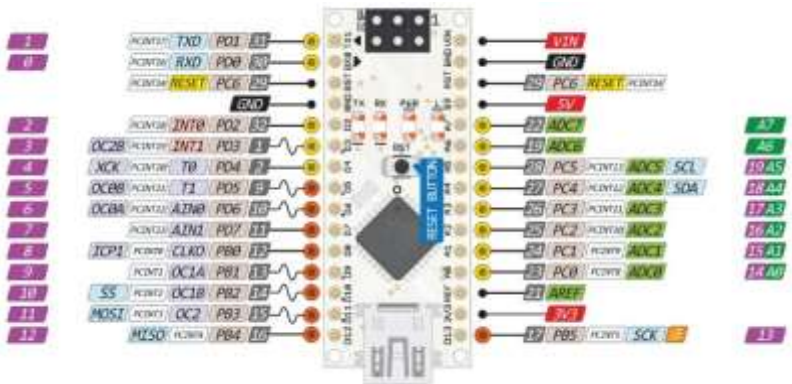
(Sumber : <https://opencircuit.nl/product/arduino-nano-r3-clone>)

Arduino Nano adalah salah satu board mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. *Arduino Nano* diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328

(untuk *Arduino Nano* versi 3.x) atau *Atmega16*(untuk *Arduino* versi 2.x). *Arduino Nano* kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan *Arduino Duemilanove*, tetapi dalam paket yang berbeda. *Arduino Nano* tidak menyertakan *port* DC berjenis *Barrel Jack*, dan dihubungkan ke komputer menggunakan *port* USB Mini-B. *Arduino Nano* dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech. Berikut ini adalah spesifikasi yang dimiliki oleh *Arduino Nano*: [13]

1. *Chip* Mikrokontroller menggunakan ATmega328p atau ATmega168.
2. Tegangan operasi sebesar 5 volt.
3. Tegangan input (yang disarankan) sebesar 7volt – 12 volt.
4. Terdapat pin digital I/O 14 buah dan 6 diantaranya sebagai *output* PWM.
5. 8 *Pin Input* Analog.
6. 40 Ma Arus DC per pin I/O.
7. *Flash Memory* 16 KB (Atmega168) atau 32 KB (Atmega328) 2KB digunakan oleh *Bootloader*.
8. 1 KB SRAM (Atmega168) atau 2 KB (Atmega328).
9. 512 *Byte* EEPROM (Atmega168) atau 1 KB (Atmega328).
10. 16MHz *Clock Speed*.
11. Ukuran 1.85cm x 4.3cm.

Arduino Nano memiliki 30 Pin. Dengan konfigurasi sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Pin mapping Arduino nano.

(Sumber : <https://forum.arduino.cc/t/trying-to-identify-pins-arduino-nano-3-0/497650>)

Dalam pemogramannya, digunakan *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) yang didalamnya sudah tersedia yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler Arduino.



Gambar 2. 3 Arduino IDE

(Sumber : <https://www.arduino.cc/en/guide/environment>).

2.3.2 *Nodemcu esp8266*

NodeMCU adalah mikrokontroler berbasis bahasa LUA yang bersifat *open-source* yang dikembangkan bersama dengan *esp8266 wifi chip*. *Firmware Nodemcu* membuat *esp8266 wifi chip* dapat diakses selayaknya *development board/kit*. Modul *wifi* inilah yang membuat *NodeMCU* dapat terhubung pada jaringan *wifi*, kemudian ke internet.

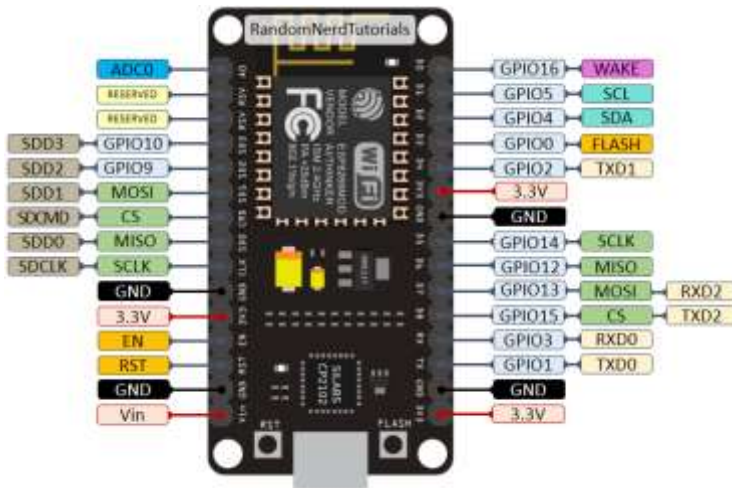


Gambar 2. 4 *Node MCU*

(Sumber : <https://www.electronicwings.com/nodemcu/introduction-to-nodemcu>).

Pin pada *NodeMCU* hampir sama dengan *arduino*, akan

tetapi memiliki perbedaan pada jumlahnya saja.



Gambar 2. 5 pin Mikrokontroler NodeMCU

(Sumber : <https://randomnerdtutorials.com/esp8266-pinout-reference-gpios/>)

2.3.3 Sensor RGB TCS 34725

Sensor TCS 34725 merupakan sensor yang diproduksi oleh *adafruit* untuk dapat merekam warna dari cahaya tampak. Sensor ini dilengkapi dengan *IR-Blocking* filter yang berfungsi sebagai penghalang cahaya inframerah masuk kedalam sensor, sehingga sensor ini dapat bekerja hampir sama dengan mata manusia. Komunikasi sensor ini dengan mikrokontroler menggunakan protokol SPI yang dapat bekerja pada tegangan 3.3 v – 5 v.



Gambar 2. 6 Sensor TCS34725.

(<https://www.adafruit.com/product/1334>)

2.3.4 QT

QT adalah sebuah *cross-plafrom framework* yang dapat digunakan sebagai *tools* dalam mengembangkan aplikasi khususnya aplikasi *desktop*. QT merupakan aplikasi dengan lisensi berbayar akan tetapi tersedia juga versi *open-source* dengan fitur yang terbatas jika dibandingkan dengan lisensi berbayar. QT memiliki basis bahasa yang cukup banyak sehingga dapat di program menggunakan berbagai bahasa.



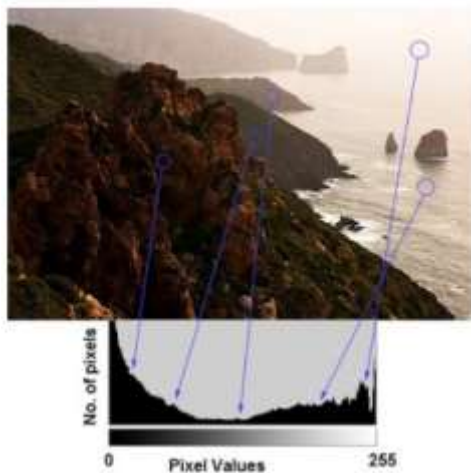
Gambar 2. 7 QT

(Sumber : <https://www.qt.io/>)

2.3.6 OpenCV

OpenCV (*Open Computer Vision*) adalah *library open-source* untuk keperluan *Computer Vision* dan *Machine Learning* yang dikembangkan oleh *Intel Corporation* [14]. OpenCV memiliki banyak fitur bawaan menarik seperti pengenalan wajah, pelacakan wajah, deteksi wajah, *Kalman filtering*, dan berbagai jenis metode AI (*Artificial Intelligence*) lainnya.

OpenCV dapat digunakan sebagai alat untuk menganalisa warna dari suatu objek. Warna-warna tersebut akan ditinjau tiap pixel dan ditampilkan dalam bentuk diagram yang disebut histogram. [15]



Gambar 2. 8 Histogram

(Sumber :

https://docs.opencv.org/4.x/d1/db7/tutorial_py_histogram_begins.html)

Pada Gambar 2. 8 dari gambar asal memiliki 3 *channel* (RGB) diubah menjadi 1 *channel*(Gray). Histogram dari gambar tersebut adalah histogram dengan sumbu y menunjukkan jumlah pixel dan sumbu x menunjukkan rentang nilai dari 0 – 255.

2.3.7 Tensorflow

Tensorflow adalah sebuah *open-source platform* yang digunakan untuk *machine learning*. Tensorflow memiliki *library* dan *tools* yang lengkap serta dukungan komunitas yang cukup besar mengakibatkan tensorflow berkembang pesat sebagai salah satu framework untuk mendesain sebuah model machine learning. Selain itu, tensorflow juga bisa dikombinasikan dengan teknologi lain sehingga memudahkan pengembang dalam pembuatan model machine learning yang dibuat.



Gambar 2. 9 Tensorflow

(Sumber : <https://www.tensorflow.org/>)

2.3.8 MQTT

MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) adalah protokol komunikasi yang bekerja dengan cara *publish* dan *subscribe* untuk menjamin efisiensi komunikasi antar *platform*. MQTT secara luas digunakan untuk membuat IoT(*Internet of Things*) karena dinilai

ringan dan *bandwidth* yang digunakan cenderung sedikit. MQTT terdiri atas *topic* dan *message*. Topik berupa sebuah *header* yang kemudian apabila *header* tersebut di akses akan didapati *message* didalamnya, yaitu data yang dikirim melalui topik. MQTT dapat terhubung melalui protokol TCP, SSL, WS dan WSS.

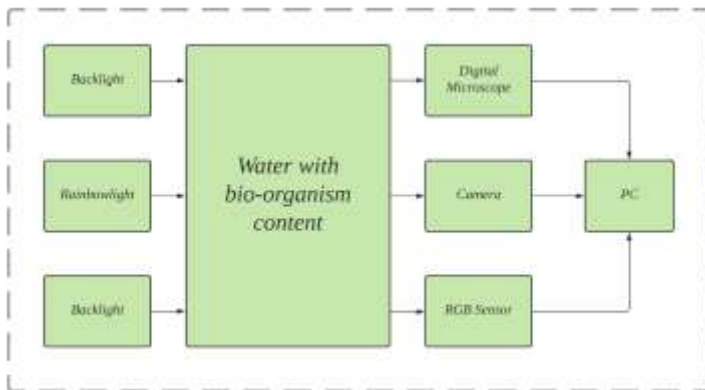
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai sistematika perancangan dan implementasi sistem.

3.1 Desain dan Perancangan sistem

Pada tahap ini akan dipaparkan mengenai gambaran sistem yang akan dikerjakan pada proyek akhir ini. Gambaran sistem dari proyek ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Blok diagram sistem secara keseluruhan

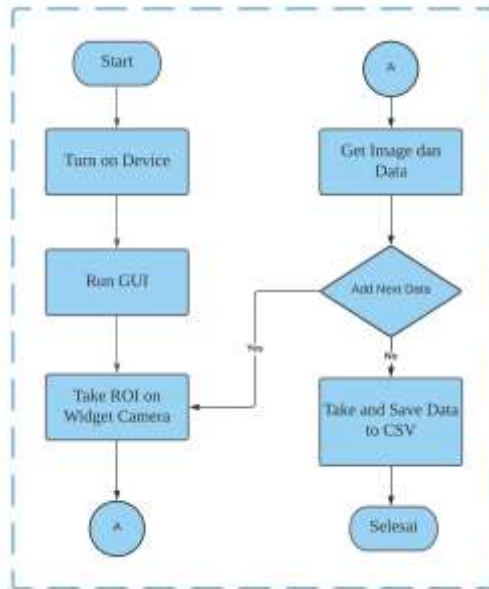
Seperti terlihat pada gambar 3.1 Perancangan sistem ini secara keseluruhan terdiri dari tiga bagian dasar, yaitu bagian perangkat keras (*hardware*), bagian perangkat mekanik dan bagian perangkat lunak (*software*). Pada pembuatan *hardware* menggunakan mikrokontroler (*Arduino nano*) yang terhubung dengan sebuah led sebagai sumber cahaya, sensor RGB yang terhubung secara I2C,

backlight RGB untuk sensor dan kamera mikroskop, serta nodemcu secara serial untuk komunikasi data.

Untuk pembuatan mekanik dilakukan untuk membuat mekanisme *rainbowligh*t. *Rainbowligh*t karena memiliki karakteristik 7 spektrum warna, sehingga dianggap dapat digunakan sebagai cahaya sumber dalam melakukan analisa terhadap sampel.

Untuk pembuatan software yang dilakukan dibagi menjadi dua yaitu, pembuatan program untuk pengambilan data dari sensor RGB dan penyalan led putih dengan bahasa C serta pembuatan software berupa GUI (*Graphical User Interface*) pada personal komputer untuk menampilkan data yang diperoleh dari mikrokontroler dan mikroskop digital dengan bahasa *python* dan bantuan *library* OpenCV.

Dalam proyek akhir ini sistem keseluruhan yang dikerjakan adalah merancang alat untuk mengestimasi kandungan bio-organisme pada kolam budidaya air berdasarkan serapan cahaya menggunakan model warna rgb. Kamera, *Microscope* digital dan Sensor RGB digunakan untuk memperoleh karakteristik warna dari sampel yang selanjutnya di tampilkan pada *software*. Seluruh data / karakteristik warna yang telah diperoleh akan digunakan untuk memperkirakan kandunga bio-organisme pada air yang di amati dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network*. Berikut merupakan *flowchart* sistem secara keseluruhan:











Gambar 3. 2 Flowchart sistem secara keseluruhan





3.1.1 Desain mekanik alat

Pada desain mekanik alat, fokus utama adalah mencari posisi yang paling optimal untuk proses pengambilan data. Untuk itu, sebelum dilakukan desain alat, dicari terlebih dahulu konfigurasi sudut kisi difraksi terhadap sumbu y yang ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut.

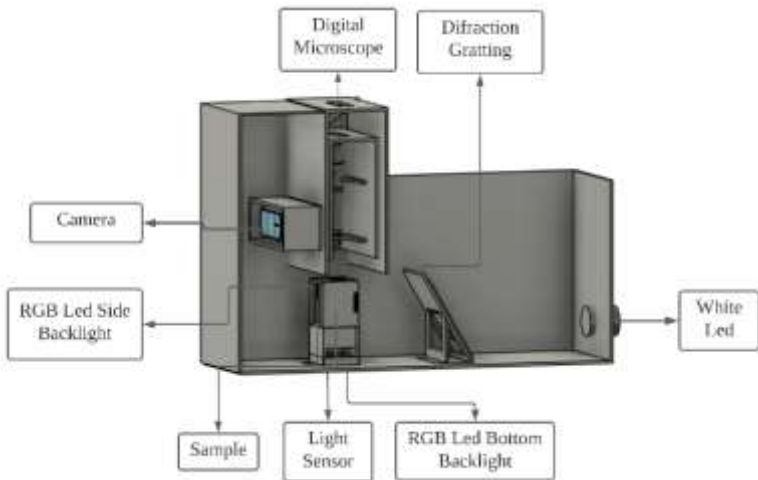
Tabel 3. 1 Hasil pelangi

No.	Sudut terhadap sumbu y	Hasil Pelangi	Kontras
1.	0		 43
2.	15		 49

3.	30		 49
4.	45		 52

5.	60		 27
6.	90		 48

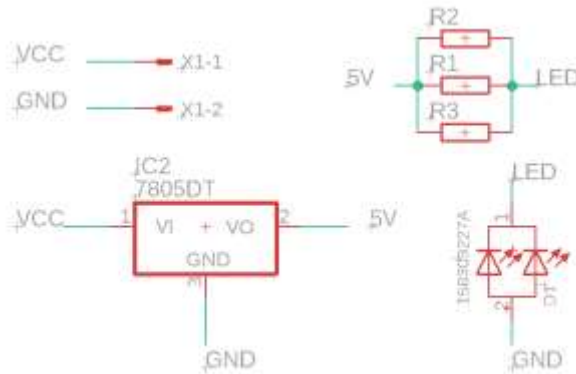
Seperti ditunjukkan pada table 3.1, hasil pelangi yang optimal berada pada sudut 30 derajat terhadap sumbu y. Untuk desain alat secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3. 3 gambar desain alat

3.1.2 Desain *hardware* alat

3.1.2.1 Sumber Cahaya



Gambar 3. 4 Gambar skematik led sumber cahaya

Pada Gambar 3.5 adalah led sumber untuk menghasilkan Pelangi. Lampu yang digunakan berupa lampu led 8 mm dengan daya 0.5 W dan tegangan 5 V. Masing-masing resistor bernilai 100 Ohm. Berikut perhitungan arus dan daya dari led.

$$V = I \times R \quad (1)$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (2)$$

$$R_{total} = \frac{100}{3} \quad (3)$$

$$R_{total} = 33,3 \text{ ohm} \quad (4)$$

$$I_{max} = \frac{V}{R} \quad (5)$$

$$I_{max} = \frac{5}{33.3} \quad (6)$$

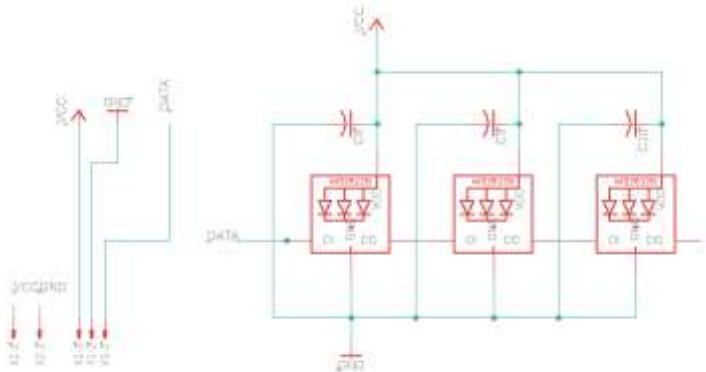
$$I_{max} = 0.15 \text{ Ampere} \quad (7)$$

$$W_{max} = V \times I_{max} \quad (8)$$

$$W_{max} = 5 \times 0.15 \quad (9)$$

$$W_{max} = 0.75 \text{ Watt} \quad (10)$$

3.1.2.2 Backlight



Gambar 3. 5 Gambar skematik backlight.

Pada gambar 3.6 adalah gambar skematik rangkaian *backlight* untuk sensor dan mikroskop. *Backlight* menggunakan led RGB dengan tipe WS3231.

3.1.2.3 Main Board

Berdasarkan blok diagram pada gambar 3.8, terdapat beberapa tahapan yang akan dilalui untuk menyusun sistem Prediksi Mikroorganisme berbasis *Neural Network*. Tahapan-tahapan tersebut antara lain Pembuatan data set, proses *training* data, dan pengujian model.

A. Pembuatan *dataset*.

Pada tahap ini, akan diambil sebuah *dataset* dengan ketentuan berikut.

- 6 data dari kamera berupa 3 nilai *mean* RGB dan 3 nilai *max* RGB.
- 6 data dari mikroskop digital berupa 3 nilai *mean* RGB dan 3 nilai *max* RGB.
- 3 data dari sensor RGB.
- n data untuk data jumlah kadar dengan n adalah jumlah kelas.

a) Dummy dataset

Dummy dataset adalah data yang diperoleh secara random tetapi dengan pengaturan tertentu data tersebut dapat digunakan untuk membuat model sementara Ketika Real dataset belum diperoleh

b) Real dataset

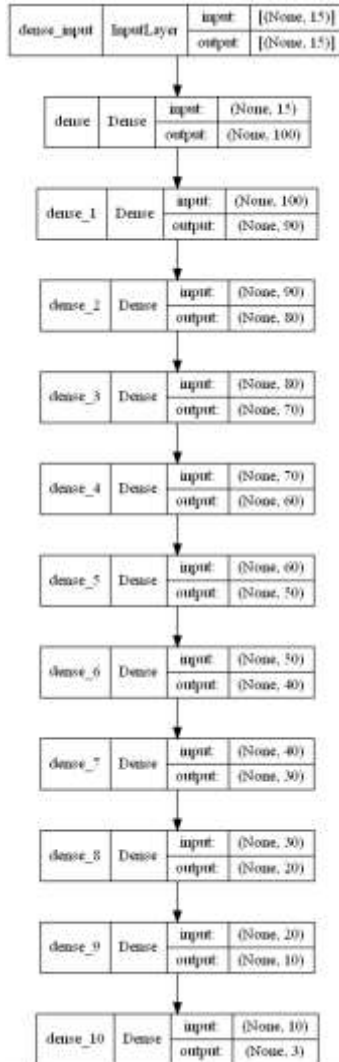
Real dataset adalah data yang diperoleh dari pengukuran sampel secara langsung dengan menggunakan alat yang dibuat. Agar memudahkan keunikan data backlight yang digunakan berwarna putih.

Data-data tersebut akan disimpan ke dalam file bertipe .CSV supaya memudahkan dalam proses selanjutnya.

c) Proses *Training Data*

Proses Training Data adalah proses melatih model prediksi menggunakan algoritma *neural network*. Algoritma yang dipilih adalah *Deep Neural Network* dengan custom model. Algoritma ini dipilih karena dinilai lebih sesuai dengan data yang digunakan serta kemudahan dalam mencari referensi mengenai cara penggunaannya. [16]

Berikut ini adalah gambar *layer* dari model DNN yang digunakan menggunakan data *dummy* dataset dan real dataset.



Gambar 3. 8 (a) Model DNN

Pada gambar 3.9 model DNN, input berupa 15 data yang telah diperoleh dengan output 3 buah. Model tersebut berupa model regresi untuk memperoleh nilai kadar atau konsentrasi dari tiap kelas. Pengaturan parameter model dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Parameter model DNN.

No	Parameter	Nilai
1.	Jumlah neuron pada input layer	15
2.	Jumlah hidden layer	9
3.	Jumlah neuron pada output layer	3
4.	Fungsi aktivasi pada hidden layer	ReLU
5.	Fungsi aktivasi pada output layer	Linier
6.	Epoch	500
7.	Learning rate	0,002
8.	Loss function	MSE
9.	Fungsi optimasi	Adam

3.1.3.2 Desain GUI

Untuk mengambil data dari alat yang dikembangkan dibutuhkan sebuah *Graphical User Interface* (GUI). GUI ini akan digunakan sebagai perantara antara alat dengan *user* **untuk** mengoperasikan alat. Desain dari GUI yang dibuat dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 9 Desain GUI

Pada gambar 3.10 ditunjukkan tampilan GUI yang digunakan dalam pengoperasian alat. GUI akan mengakses kamera dengan *id* kamera yang telah disesuaikan dengan kamera dan mikroskop pada alat. Hasil video yang diperoleh akan ditampilkan dalam widget camera seperti pada gambar diatas. Kemudian, untuk mengambil nilai RGB dari spesimen, terlebih dahulu menggambar ROI pada *widget* kamera dan menekan tombol simpan ROI pada *widget save ROI to Image*. Proses ini dilakukan untuk masing masing kamera secara terpisah. Kemudian masukkan nilai dari konsentrasi pada kotak teks sesuai dengan jenis. Kemudian klik *save to csv* untuk menyimpan data ke dalam csv. Klik tombol *next* untuk melanjutkan ke data selanjutnya. Proses ini dilakukan pada tiap spesimen yang akan diambil datanya.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai progress dan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini.

4.1 Pengujian sistem

Pada sub bab terdapat dua jenis pengujian, yakni pengujian *hardware* dan pengujian *software*.

4.1.1 Pengujian *hardware*

Pengujian *hardware* meliputi pengujian fungsionalitas *backlight* dengan *setting* yang diberikan dan kesesuaian pembacaan sensor RGB dengan nilai *real* dari warna objek. Pengujian ini berfokus menggunakan pewarna makanan sebagai spesimen karena dianggap memiliki kemiripan dengan alga pada lingkungan tambak udang.


Sebelum masuk ke proses pengukuran pewarna makanan, terlebih dahulu dilakukan pengukuran pada air. Tujuannya adalah untuk mengkalibrasi serta memastikan kembali nilai yang terukur adalah nilai yang benar. Sering kali nilai dari pengaturan *backlight* tidak terbaca secara ideal pada sensor ataupun histogram.

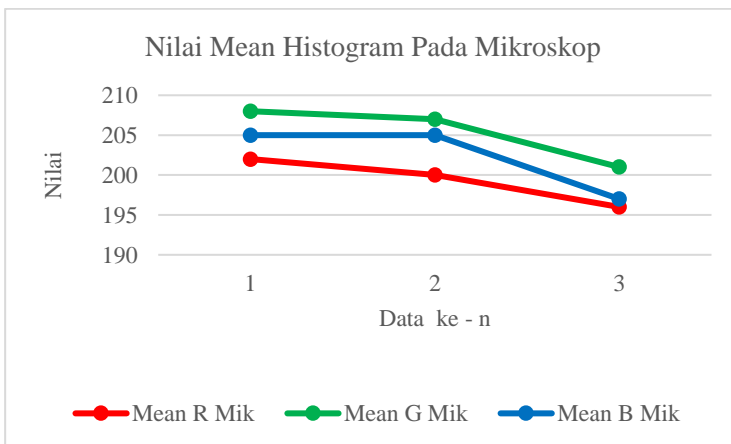
4.1.1.1 Pengukuran pada air

a. Mean Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran mean histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Pengukuran pada air tanpa pewarna

Data ke - n	Mean R	Mean G	Mean B	Gambar
1	202	208	205	
2	200	207	205	
3	196	201	197	




Gambar 4.12 Grafik Nilai Mean pada Histogram gambar Mikroskop

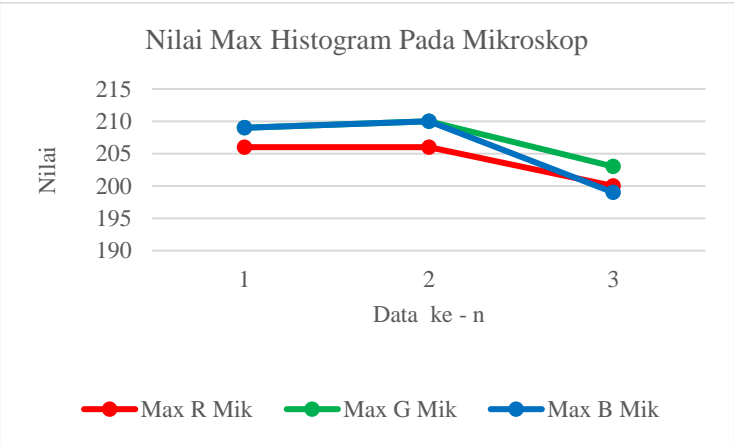
Dapat dilihat Pada tabel dan grafik nilai pada kanal merah, hijau dan biru memiliki selisih maksimal hanya 7 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat sudah mendekati kondisi ideal yang seharusnya nilai kanal merah, hijau, dan biru bernilai sama.

b. Max Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran mean histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Pengukuran pada air tanpa pewarna

Data ke - n	Mean R	Mean G	Mean B	Gambar
1	206	209	209	
2	206	210	210	
3	200	203	199	




Gambar 4.12 Grafik Nilai Max pada Histogram gambar Mikroskop

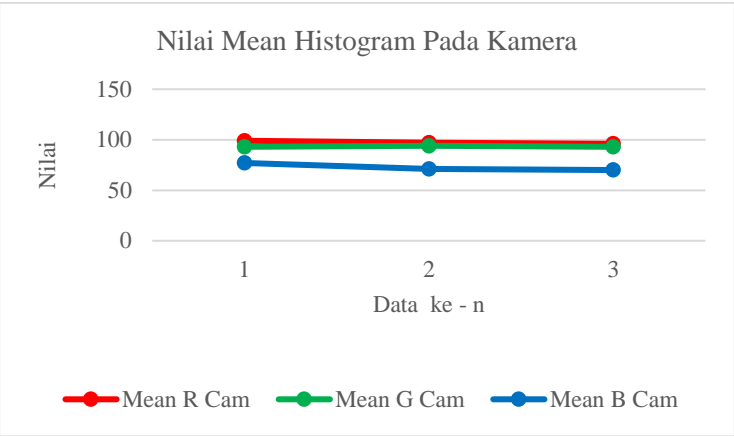
Dapat dilihat Pada tabel dan grafik nilai pada kanal merah, hijau dan biru memiliki selisih maksimal hanya 4 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat sudah mendekati kondisi ideal yang seharusnya nilai kanal merah, hijau, dan biru bernilai sama.

c. Mean Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran mean histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Pengukuran pada air tanpa pewarna

Data ke - n	Mean R	Mean G	Mean B	Gambar
1	99	93	77	
2	97	94	71	
3	96	93	70	




Gambar 4.12 Grafik Nilai Mean pada Histogram gambar Mikroskop

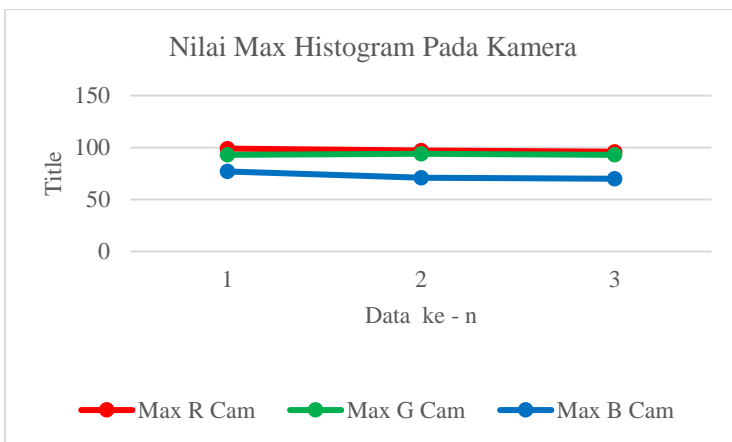
Dapat dilihat Pada tabel dan grafik nilai pada kanal merah dan hijau memiliki selisih maksimal hanya 6 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Sementara warna biru sedikit lebih rendah dari 2 kanal lain dengan selisih maksimal adalah 29 satuan. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat masih harus diperbaiki untuk memperoleh mendekati kondisi ideal.

d. Max Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran mean histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Pengukuran pada air tanpa pewarna

Data ke - n	Mean R	Mean G	Mean B	Gambar
1	99	93	77	
2	97	94	71	
3	96	93	70	



Gambar 4.12 Grafik Nilai Mean pada Histogram gambar Mikroskop


Dapat dilihat Pada tabel dan grafik nilai pada kanal merah dan hijau memiliki selisih maksimal hanya 6 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Sementara warna biru sedikit lebih rendah dari 2 kanal lain dengan selisih maksimal adalah 26 satuan. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat masih harus

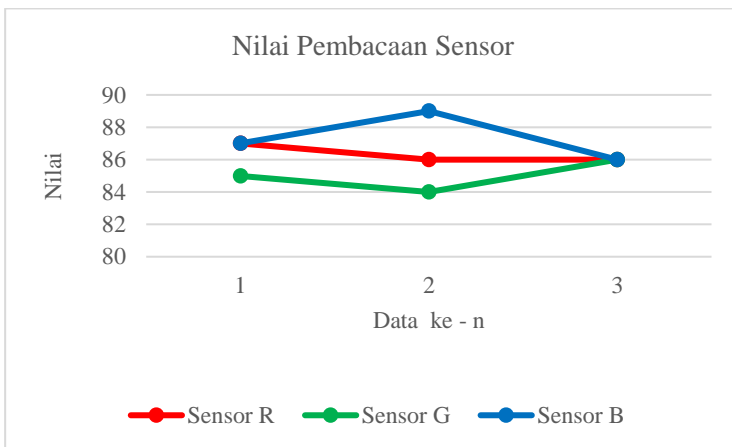
diperbaiki untuk memperoleh mendekati kondisi ideal.

e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran mean histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Pengukuran pada air tanpa pewarna

Data ke - n	Mean R	Mean G	Mean B	Gambar
1	87	85	87	
2	86	84	89	
3	86	86	86	



Gambar 4.12 Grafik Nilai Mean pada Histogram gambar Mikroskop

Dapat dilihat Pada tabel dan grafik nilai pada kanal merah, hijau dan biru memiliki selisih maksimal hanya 5 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat sudah mendekati kondisi ideal yang seharusnya nilai kanal merah, hijau, dan biru bernilai sama.

4.1.1.2 Pengukuran pada pewarna makanan

Pengukuran pada pewarna makanan disajikan dalam tiga bagian diantaranya adalah pewarna tanpa campuran, campuran dua buah pewarna dan campuran tiga buah pewarna. Untuk mendapatkan komposisi dari pewarna agar memiliki intensitas yang sama antar warna, dibutuhkan sebuah alat yang untuk mengukur intensitas dari pewarna. Alat ini menggunakan sensor intensitas cahaya untuk mengukur intensitas kepekatan dari pewarna yang akan dikonversi ke data digital melalui ADC 10 bit. Pengukur intensitas dapat dilihat pada gambar 4.3 serta data terukur pada tabel 4.23

Tabel 4.23 hasil pengukuran intensitas

No	Pewarna	Intensitas	Konsentrasi	Volume air
1.	Merah	983	2	80 ml
2.	Hijau	985	1	80 ml
3.	Biru	985	2	80 ml



Gambar 4.3 Pengukur intensitas

Berdasarkan tabel diatas, dapat pembuatan sampel pewarna diharapkan memiliki intensitas yang seimbang antara pewarna merah, hijau dan biru. Komposisi dari sampel yang dipakai adalah 50% sehingga tiap pewarna tersebut harus dilarutkan dalam air sebanyak 80 ml.

4.1.1.1.1 Pewarna tanpa campuran

1. Pewarna merah

Komposisi dari sampel pada pewarna merah dapat dilihat pada tabel 4.15


Tabel 4.15 Komposisi sampel pewarna merah

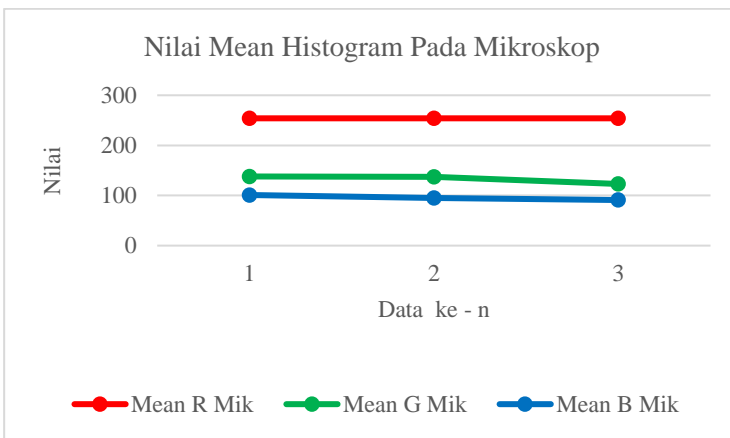
Data ke - n	Komposisi		
	Merah	Hijau	Biru
1	100	0	0
2	100	0	0
3	100	0	0

a. Mean Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran mean histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Pengukuran pada air tanpa pewarna

Data ke - n	Mean R	Mean G	Mean B	Gambar
1	254	138	101	
2	254	137	95	
3	254	123	91	




Gambar 4.12 Grafik Nilai Mean pada Histogram gambar Mikroskop

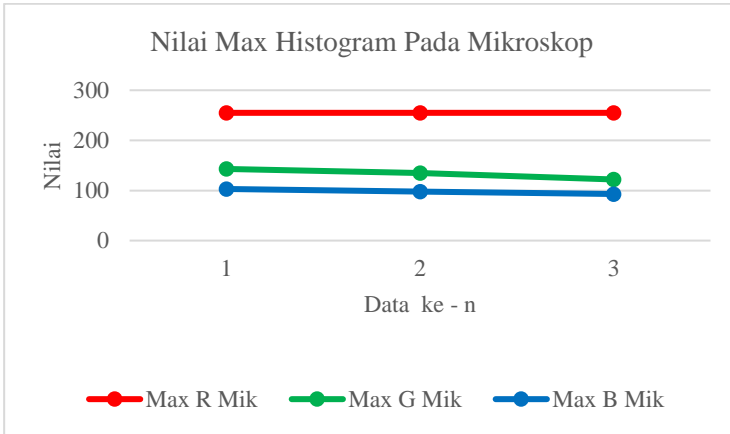
Dapat dilihat Pada tabel dan grafik nilai pada kanal merah memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain yang berarti data yang ada diperoleh dapat dianggap sesuai.

b. Max Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran mean histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Pengukuran pada air tanpa pewarna

Data ke - n	Mean R	Mean G	Mean B	Gambar
1	255	143	103	
2	255	135	98	
3	255	122	93	




Gambar 4.12 Grafik Nilai Max pada Histogram gambar Mikroskop

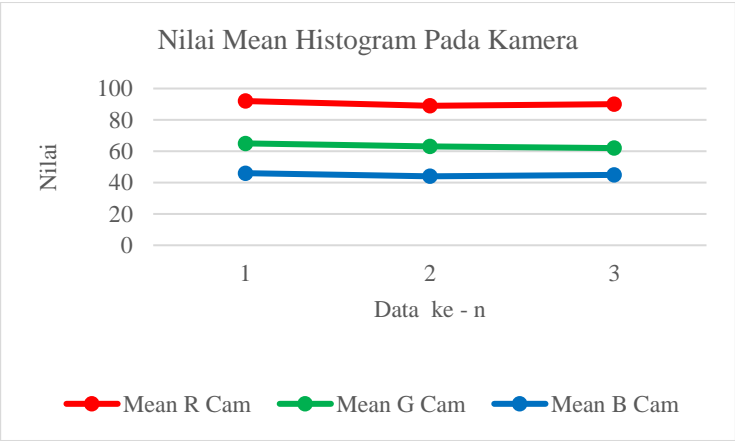
Dapat dilihat Pada tabel dan grafik nilai pada kanal merah memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain yang berarti data yang ada diperoleh dapat dianggap sesuai.

c. Mean Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran mean histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Pengukuran pada air tanpa pewarna

Data ke - n	Mean R	Mean G	Mean B	Gambar
1	92	65	46	
2	89	63	44	
3	90	62	45	



Gambar 4.12 Grafik Nilai Mean pada Histogram gambar Kamera


Dapat dilihat Pada tabel dan grafik nilai pada kanal merah memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain yang berarti data yang ada diperoleh dapat dianggap sesuai.

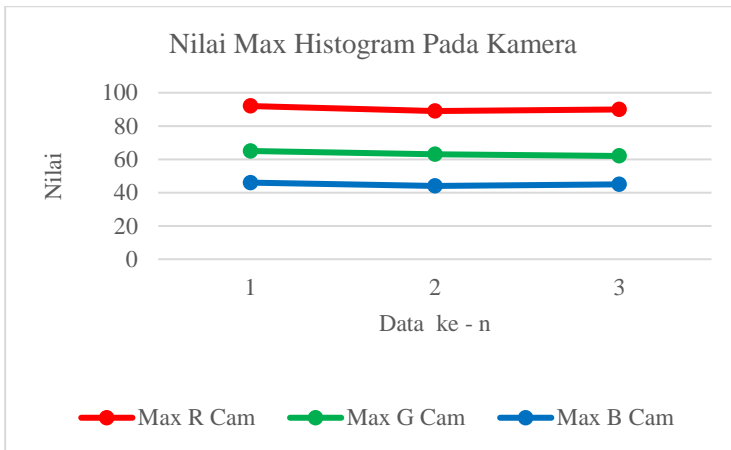
d. Max Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran mean histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Pengukuran pada air tanpa pewarna

Data ke - n	Mean R	Mean G	Mean B	Gambar
-------------	--------	--------	--------	--------

1	92	65	46	
2	89	63	44	
3	90	62	45	




Gambar 4.12 Grafik Nilai Mean pada Histogram gambar Kamera

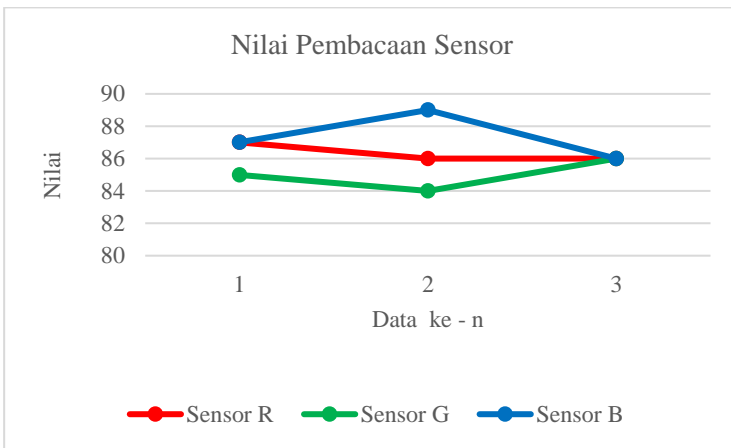
Dapat dilihat Pada tabel dan grafik nilai pada kanal merah dan hijau memiliki selisih maksimal hanya 6 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Sementara warna biru sedikit lebih rendah dari 2 kanal lain dengan selisih maksimal adalah 26 satuan. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat masih harus diperbaiki untuk memperoleh mendekati kondisi ideal.

e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran mean histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Pengukuran pada air tanpa pewarna

Data ke - n	Mean R	Mean G	Mean B	Gambar
1	87	85	87	
2	86	84	89	
3	86	86	86	



Gambar 4.12 Grafik Nilai Mean pada Histogram gambar Mikroskop

Dapat dilihat Pada tabel dan grafik nilai pada kanal merah, hijau dan biru memiliki selisih maksimal hanya 5 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat sudah mendekati kondisi ideal yang seharusnya nilai kanal merah, hijau, dan biru bernilai sama.

Mean cam => tabel dan grafik, tabel dan grafik normalisasi

Max cam

Mean mic

Max mic

sensor

4.1.1.1.3 Campuran 2 Pewarna

Mean cam => tabel dan grafik, tabel dan grafik normalisasi

Max cam

Mean mic

Max mic

sensor

4.1.1.1.3 Campuran 3 Pewarna

Mean cam => tabel dan grafik, tabel dan grafik normalisasi

Max cam

Mean mic

Max mic

sensor

4.1.2 Pengujian *software*

4.1.2.1 Pengujian model *neural network*

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem mampu berjalan dengan baik namun masih secara parsial. Pada pengujian *backlight* diperoleh rata-rata nilai *error* pada kanal H = 39.28, S = 64.57, dan V = 54.28. Sedangkan pada sistem sensor RGB diperoleh rata-rata nilai *error* pada kanal R = 75.8, G = 42, dan B = 52.8.
2. Model *neural network* klasifikasi menggunakan DNN mampu memprediksi kelas dengan akurasi sebesar 100 persen sedangkan pada model regresi masih didapati *error* yang cukup besar, sebesar 17.20 sehingga perlu dilakukan perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Sa'adah, K. Milah,, "Permintaan Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) di Kelompok Pembudidaya Udang At-Taqwa Paciran Lamongan," *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*. Juli 2019., pp. 5(2): 243-251, 2019.
- [2] C. Boyd, "Water Quality in Pond for Aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures," *Auburn University, Alabama, USA,,* p. 482 hal., 1990.
- [3] C. Boyd, "Phytoplankton in Aquaculture Ponds," *Global Aquaculture Advocate*, pp. January/February :65-66, 2009.
- [4] Conte, Pond Fertilization: Initiating an Algae Bloom, Western Regional Aquaculture Center, 2000.
- [5] R. Rulaningtyas, A. B. Suksmono, T. L. R. Mengko , G. A. P. Saptawati,, "Segmentasi Citra Berwarna dengan Menggunakan Metode Clustering Berbasis Patch untuk Identifikasi Mycobacterium Tuberculosis," *Jurnal Biosains Pascasarjana Vol. 17* (2015), 2015.
- [6] W. Ayu, G. A. Pradipta, Putu Desiana, "Segmentasi Citra Telur Ayam Berdasarkan Perbedaan Ruang Warna RGB DAN LAB," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2017 (SENTIKA 2017)*, Yogyakarta.

- [7] R. Efendi, E. P. Purwandari, E. T. Mareta, "Segmentasi Warna Untuk Pendeteksian Rambu Lalu Lintas," in *Seminar Nasional Inovasi, Teknologi dan Aplikasi (SeNITiA)*, 2018.
- [8] J. Radjabaycolle, R. Pulungan, "Prediksi Penggunaan Bandwidth Menggunakan Elman Recurrent Neural Network," *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, pp. Volume 10 Nomor 2, Hal. 127 – 135, Desember 2016, .
- [9] Guntoro, L. Costaner, Lisnawita , "Prediksi Jumlah Kendaraan di Provinsi Riau Menggunakan Metode Backpropagation," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, Vol. 14, No. 1 Februari* , 2019.
- [10] S. Kusumadewi, Membangun Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan Matlab dan Excell Link, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2004.
- [11] A. I. Gunawan, B. S. B. Dewantara, A. E. Pratama, I. Puspitasari, T. A. Setya, "A Study for Estimation of Bio Organism Content on Aquaculture Pond Based on Image Color and Light Intensity," in *International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications (IES-ETA)*, Surabaya, Indonesia, , 2019.
- [12] O. Meiyanto, A. I. Gunawan, dan B. S. B. Dewantara, "Studi Analisis Konsentrasi Warna Pada Cairan Pewarna Makanan Dengan Metode Pengukuran Optical Density," *Briliant*, pp. Hal. 710-725, November 2021.

- [13] Amin, M. R., " Otomatisasi Perangkat Listrik Rumah Tangga Menggunakan Android Berbasis Arduino.," Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, 2016.
- [14] OpenCV, "About," 2020. [Online]. Available: <https://opencv.org/about/>.
- [15] OpenCV, "Histograms - 1 : Find, Plot, Analyze !!!," 2022. [Online]. Available: https://docs.opencv.org/4.x/d1/db7/tutorial_py_histogram_begins.html.
- [16] A. Johansson, O. Sandberg , A COMPARATIVE STUDY OF DEEP-LEARNING APPROACHES FOR ACTIVITY RECOGNITION USING SENSOR DATA IN SMART OFFICE ENVIRONMENTS, Malmö, 2018.
- [17] K. P. /. B. D. K. d. Perikanan, Strategic Environmental Assessment for Indonesia Master Plan for Accelerated and Expansion of Economic Development(MP3EI), 2014.
- [18] H. P. T. N. C. C. M. C. R. U.-P. S. S. H. S. d. K. S. Phillips M, "Menjelajahi masa depan perikanan budidaya Indonesia," *Penang, Malaysia: WorldFish*, 2016.
- [19] OpenCV, "About," [Online]. Available: <https://opencv.org/about/>. [Accessed 2021].

