



## 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

Pertumbuhan populasi manusia menyebabkan bertambahnya kebutuhan pangan. Kebutuhan ini ditopang oleh variasi hasil pangan yaitu pertanian (nabati), peternakan (hewani) dan perikanan (hewani). Pada budidaya perairan, proses budidaya sangat bergantung pada ekosistem budidaya. Kualitas air sangat dipengaruhi oleh parameter fisika, kimia dan biologi. Variabel biologi berpengaruh besar dalam lingkungan budidaya, contohnya adalah alga/plankton. Peran variabel ini, terutama adalah sebagai pakan alami pada udang *vaname* muda. Saat ini, pengawasan dari variabel tersebut adalah berdasarkan warna pada air. Dengan demikian, dapat dilakukan manajemen kualitas air berdasarkan warnanya. Dengan menggunakan *image processing* dari gambar air yang diambil dapat diperoleh karakteristik warna sampel. Hasil dari *Image Processing* tersebut berupa histogram warna yang kemudian akan diambil nilai max dan mean yang merepresentasikan karakteristik sampel. Data karakteristik tersebut yang akan digunakan untuk membuat sebuah algoritma prediksi menggunakan metode *Artificial Neural Network* mengenai jenis dan konsentrasi dari sampel. Hasil model yang didapatkan memiliki akurasi sebesar 100 persen dan eror sebesar 17.202

**Kata Kunci**— Alga, *Artificial Neural Network*, Prediksi.

## ***ABSTRACT***

The growth of the human population causes the need for food to increase. This need is supported by variations in food products, namely agriculture (vegetable), livestock (animal) and fishery (animal). In aquaculture, the cultivation process is very dependent on the aquaculture ecosystem. Water quality is strongly influenced by physical, chemical and biological parameters. Biological variables have a big influence in the cultivation environment, for example algae/plankton. The role of this variable, in particular, is as a natural food for young vaname shrimp. Currently, monitoring of these variables is based on the color of the water. Thus, water quality management can be carried out based on its color. By using image processing from the water image taken, the color characteristics of the sample can be obtained. The result of Image Processing is in the form of a color histogram which will then take the max and mean values that represent the characteristics of the sample. These characteristics data will be used to create a prediction algorithm using the Artificial Neural Network method regarding the type and concentration of the sample. The model results obtained have an accuracy of 100 percent and error 17.202.

***Keywords***— *Algae, Artificial 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 .....	2
PENDAHULUAN .....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Batasan Masalah .....	6
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	6
BAB II .....	7
TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Penelitian Terkait.....	7
2.1.1. Segmentasi Citra.....	7
2.1.2. Artificial Neural Network.....	8
2.3 Dasar Teori .....	10
2.3.1 <i>Arduino Nano</i> .....	10
2.3.2 Nodemcu esp8266.....	13
2.3.3 Sensor RGB TCS 34725 .....	15
2.3.4 QT.....	16
2.3.6 Open CV .....	17
2.3.7 Tensorflow .....	18
2.3.8 MQTT .....	19
BAB III .....	20
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM.....	20
3.1 Desain dan Perancangan sistem.....	20
3.1.1 Desain mekanik alat.....	22
3.1.2 Desain <i>hardware</i> alat .....	27
3.1.2.1 Sumber Cahaya.....	27
3.1.2.2 Backlight .....	29
3.1.2.3 Main Board.....	29



3.1.3	Algoritma <i>machine learning</i> dan Desain GUI .....	30
3.1.3.1	Algoritma <i>machine learning</i> .....	30
3.1.3.2	Desain GUI.....	33
BAB IV	.....	35
PENGUJIAN DAN ANALISA	.....	35
4.1	Pengujian sistem.....	35
4.1.1	Pengujian mekanik.....	35
4.1.2	Pengujian hardware.....	36
4.1.2.1	Pengujian pengaturan backlight .....	36
4.1.2.2	Pengujian sensor RGB.....	38
4.1.3	Pengujian software.....	39
4.1.3.1	Pengujian model <i>neural network</i> .....	39
BAB V	.....	42
PENUTUP	.....	42
5.1	Kesimpulan.....	42
DAFTAR PUSTAKA	..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino nano .....	11
Gambar 2. 2 <i>Pin mapping Arduino nano</i> .....	12
Gambar 2. 3 Arduino IDE .....	13
Gambar 2. 4 <i>Node MCU</i> .....	14
Gambar 2. 5 <i>pin</i> Mikrokontroler <i>NodeMCU</i> .....	15
Gambar 2. 6 Sensor TCS34725. ....	16
Gambar 2. 7 QT .....	16
Gambar 2. 8 Komparasi antara Machine Learning dan Deep Learning.....	17
Gambar 2. 9 Tensorflow .....	19
Gambar 3. 1 Blok diagram sistem secara keseluruhan .....	20
Gambar 3. 2 Flowchart sistem secara keseluruhan .....	22
Gambar 3. 3 gambar desain alat .....	26
Gambar 3. 4 Spesimen setup .....	27
Gambar 3. 5 Gambar skematik led sumber cahaya.....	27
Gambar 3. 6 Gambar skematik backlight. ....	29
Gambar 3. 7 Board kontrol .....	29
Gambar 3. 8 Blok diagram Machine Learning .....	30
Gambar 3. 9 (a) Model klasifikasi (b) Model regresi .....	31
Gambar 3. 10 Desain GUI .....	33
Gambar 4. 1 Cahaya pelangi pada sistem mekanik .....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Hasil pelangi .....	22
Tabel 4. 1 Hasil pengaturan warna backlight.....	36
Tabel 4. 2 Tabel pengujian sensor RGB .....	38
Tabel 4. 3 Tabel confusion matrix .....	40
Tabel 4. 4 Hasil percobaan model regresi.....	40

## **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**

Perikanan budidaya merupakan sektor produksi pangan yang paling pesat perkembangannya di dunia dengan proyeksi bahwa produksi akan berlipat-ganda dalam 15-20 tahun mendatang. Pertumbuhan perikanan budidaya di masa mendatang merupakan bagian kunci dalam menyediakan pasokan ikan dalam sistem perikanan untuk pangan nasional, regional dan dunia; menciptakan lapangan pekerjaan; dan menjaga ikan agar tersedia di tingkat harga yang layak bagi konsumen yang miskin sumber daya. Untuk memastikan pertumbuhan perikanan budidaya ini tetap berkelanjutan baik secara ekonomi maupun ekologi maka kita harus lebih memahami pola pertumbuhannya serta peluang dan tantangan yang dihadapi dengan adanya tren tersebut. Pengetahuan ini akan menjadikan kita mampu untuk memprioritaskan investasi yang lebih baik guna memastikan pembangunan yang berkelanjutan dalam sektor ini. .

Pertumbuhan perikanan budidaya diperlukan dalam rangka memenuhi ketahanan pangan dan gizi dalam masa mendatang namun merupakan suatu tantangan dalam hal pengelolaan dampak terhadap lingkungan hidup. Semua model proyeksi pertumbuhan perikanan

budidaya di Indonesia menunjukkan adanya peningkatan dampak terhadap lingkungan hidup. Secara khusus muncul tiga tantangan bagi lingkungan hidup sekitar lahan dan habitatnya, pakan untuk perikanan budidaya yang berkelanjutan dan mengurangi penggunaan air tawar di mana semua tantangan ini memerlukan investasi yang signifikan dan perubahan dari pendekatan yang selama ini digunakan (Phillips M, 2016).

Sebagai Negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki laut yang dapat dikelola sebesar 5,8 juta km<sup>2</sup> dan mempunyai potensi serta keanekaragaman sumber daya kelautan dan perikanan yang sangat besar. Hal ini merupakan modal yang besar bagi pembangunan ekonomi dan pada akhirnya dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Selain itu, sumber daya kelautan dan perikanan tersebut dapat digunakan sebagai sumber bahan pangan untuk memenuhi kebutuhan protein masyarakat. Sehingga peningkatan produksi perikanan diharapkan mampu mendukung ketahanan pangan nasional.

Sementara itu, berdasarkan data dari FAO, pada tahun 2012, Indonesia menempati peringkat ke-2 untuk produksi perikanan tangkap laut dunia, peringkat ke-4 untuk produksi perikanan budidaya di dunia, dan peringkat ke-2 untuk produksi rumput laut di dunia. Sejak beberapa tahun terakhir, perikanan tangkap mengalami perlambatan pertumbuhan produksi dan cenderung mengalami stagnasi. Hal ini karena jumlah hasil tangkapan yang telah mendekati produksi tangkapan lestari (*Maximum Sustainable Yield/MSY*) sebe-

sar 6,5 juta ton per tahun, dengan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (*Total Allowable Catch/TAC*) adalah 80 persen dari MSY. Saat ini upaya pengelolaan penangkapan ikan di laut lebih diarahkan pada pengendalian dan penataan faktor produksi untuk menghasilkan pemanfaatan yang berkesinambungan. Selanjutnya, upaya peningkatan produksi perikanan budidaya perlu memperhatikan daya dukung lingkungan, diantaranya terkait kualitas air dan pencemaran yang mungkin terjadi akibat pemberian pakan yang berlebihan, serta pembukaan lahan baru untuk tambak/kolam pemeliharaan ikan (Perikanan, 2014).

*Udang Vannamei* merupakan salah satu jenis udang yang 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 (Ghufran, 2007). Keunggulan yang dimiliki oleh udang vannamei itulah yang menjadikan pembudidaya semakin mudah untuk memelihara dan merawatnya (W. Sa'adah, K. Milah,, 2019).

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* (Boyd, Water Quality in Pond for Aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, 1990). *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 (Boyd, Phytoplankton in Aquaculture Ponds, 2009). 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 (Conte, 2000). 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 Image Processing pada gambar sampel air kolam sehingga diperoleh karakteristik dari air kolam yang terdapat fitoplankton berbahaya bagi hewan budidaya atau tidak. Kemudian dari data tersebut akan dibuat



sebuah algoritma prediksi menggunakan metode *Artificial Neural Network* mengenai jenis dan konsentrasi dari sampel.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana cara mendeteksi kandungan alga pada alat?
2. Bagaimana cara memperkirakan jumlah kandungan alga?
3. Bagaimana cara membuat model prediksi dari data kandungan alga?
4. 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 (R. Rulaningtyas, A. B. Suksmono, T. L. R. Mengko, G. A. P. Saptawati., 2015).

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 (W. Ayu, G. A. Pradipta, Putu Desiana).

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. (R. Efendi, E. P. Purwandari, E. T. Mareta, 2018)

### **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 (J. Radjabaycolle, R. Pulungan, Desember 2016, ).

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 (Guntoro, L. Costaner, Lisnawita, 2019).

*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. (Kusumadewi, 2004)

### **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. (A. I. Gunawan, B. S. B. Dewantara, A. E. Pratama, I. Puspitasari, T. A. Setya, 2019).

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. (O. Meiyanto, A. I. Gunawan, dan B. S. B. Dewantara, 2021)

## **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

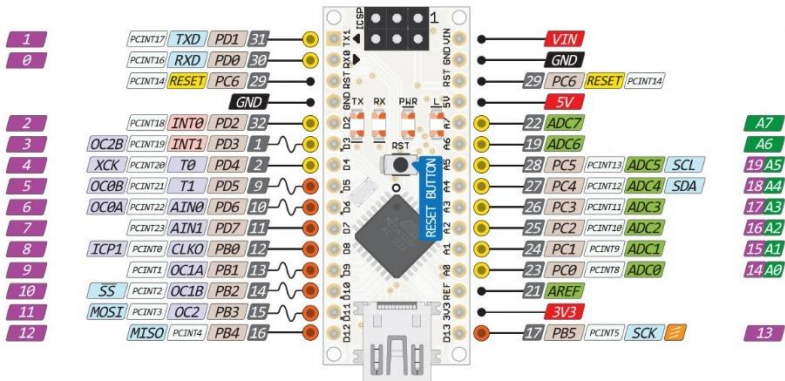
(Sumber : <https://opencircuit.nl/product/arduino-nano-r3-clone>)

*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*: (Amin, M. R., 2016)

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.

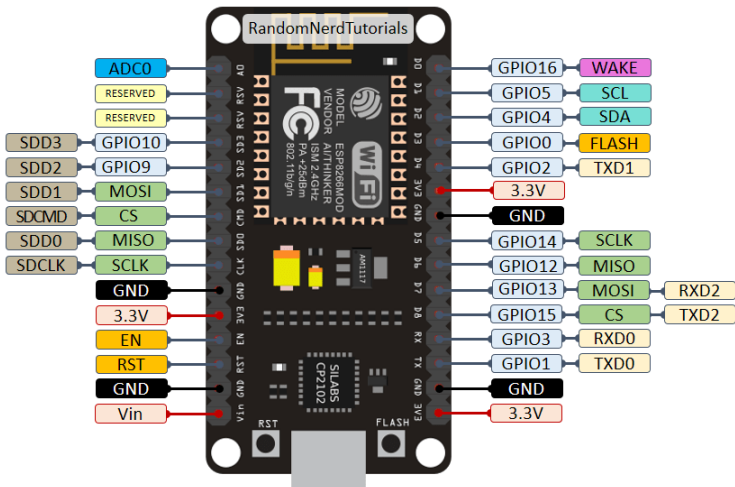




Gambar 2. 4 *Node MCU*

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

*Pin* pada *NodeMCU* hampir sama dengan *arduino*, akan tetapi memiliki perbedaan pada jumlahnya saja.

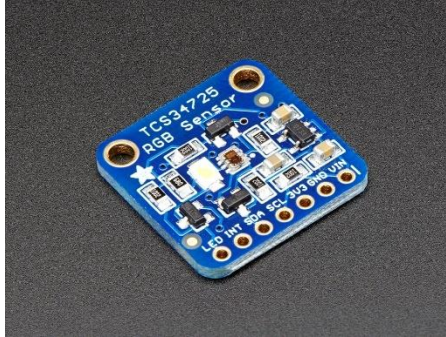


Gambar 2. 5 pin Mikrokontroler NodeMCU

( <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.



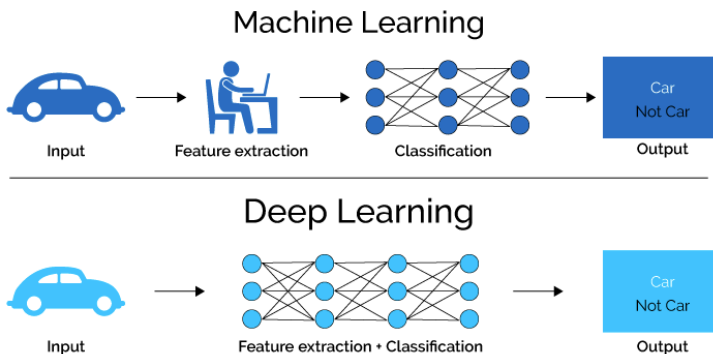
Gambar 2. 7 QT

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

### 2.3.6 Open CV

OpenCV (*Open Computer Vision*) adalah *library open-source* untuk keperluan *Computer Vision* dan *Machine Learning* yang dikembangkan oleh *Intel Corporation* **Error! Reference source not found.** OpenCV memiliki banyak fitur bawaan menarik seperti pengenalan wajah, pelacakan wajah, deteksi wajah, *Kalman filtering*, dan berbagai jenis metode AI (*Artificial Intelligence*) lainnya.

OpenCV menyediakan modul khusus yang digunakan untuk keperluan deteksi objek berbasis *Deep Learning*, yakni OpenCV DNN (*Deep Neural Network*) *Module*. OpenCV DNN *Module* mampu berjalan lebih cepat dari *library Deep Neural Network* yang lain. Bahkan *library* ini mampu berjalan hanya menggunakan CPU. dengan kecepatan optimal **Error! Reference source not found.**



Gambar 2. 8 Komparasi antara Machine Learning dan Deep Learning

Sumber: <https://lawtomated.com/a-i-technical-machine-vs-deep-learning/>

Mengacu pada **Error! Reference source not found.**, diperlihatkan bahwa *Deep Learning* memiliki keunggulan dibanding *Machine Learning*, yakni adanya penggabungan antara tahapan *Feature Extraction* dan *Classification* sehingga *user* tidak perlu repot-repot melakukan ekstraksi fitur sendiri. Hal ini tentunya akan memudahkan dan mempersingkat *developer* dalam membuat sebuah model.

OpenCV DNN Module mendukung beberapa algoritma seperti *Region-based Convolutional Neural Networks* (RCNN), *FasterRCNN*, *Single Shot Detector* (SSD) dan *You Only Look Once* (YOLO). Pada penelitian ini akan digunakan algoritma SSD karena kemampuannya yang cepat dan akurasi yang cukup tinggi.

SSD adalah algoritma deteksi objek yang diciptakan oleh Google dengan VGG16 (OxfordNet) sebagai arsitektur **Error! Reference source not found.** SSD memprediksi objek dengan menggunakan *multiple prediction boundary boxes* atau sering disebut sebagai *Multibox*. SSD mempercepat proses deteksi dengan mengurangi penggunaan *Region Proposal Network* (RPN). RPN ialah *backbone* yang digunakan untuk mendeteksi objek. SSD menggunakan *multi-scale features* dan *default boxes* guna memperbaiki akurasi **Error! Reference source not found.**

### 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.

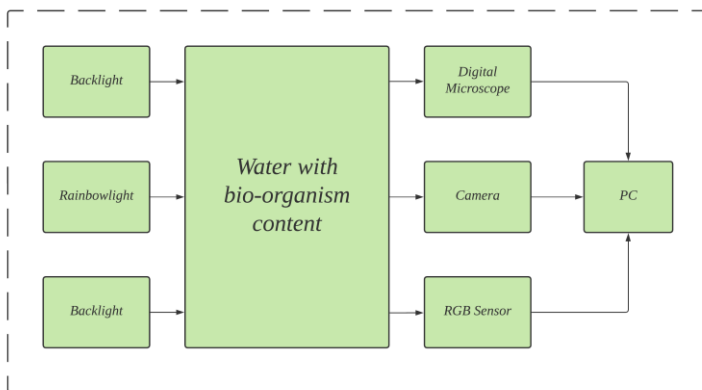
### BAB III

## 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 **Error! Reference source not found.** 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

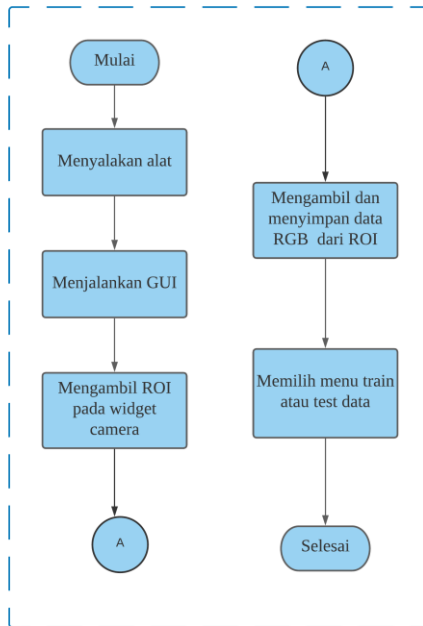
sebagai sumber cahaya, sensor RGB yang terhubung secara I2C, *backlight* RGB untuk sensor dan kamera mikroskop, serta nodemcu secara serial untuk komunikasi data.

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 penyalaaan 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.

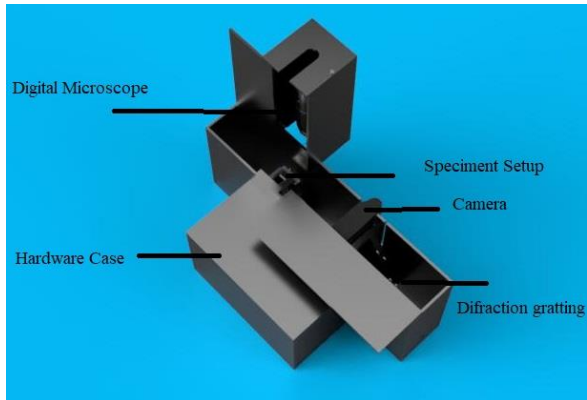
Tabel 3. 1 Hasil pelangi

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

3.	30		 49
4.	45		 52

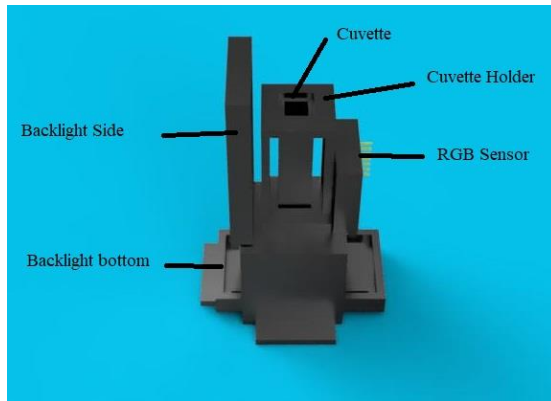
5.	60		 27
6.	90		 48

Seperti ditunjukkan pada table 3.1 huda, 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

Pada gambar 3.3 alat terdiri atas *case* yang terbuat dari akrilik yang terbagi menjadi 2 bagian, bagian pertama adalah *case* spesimen dan yang kedua *case* hardware. Pada *case* spesimen terdapat kisi difraksi untuk membentuk cahaya pelangi, kamera untuk menangkap gambar respon spesimen terhadap cahaya pelangi, digital mikroskop untuk mengambil data respon spesimen terhadap backlight, dan spesimen *setup* untuk meletakkan spesimen dalam *case*.

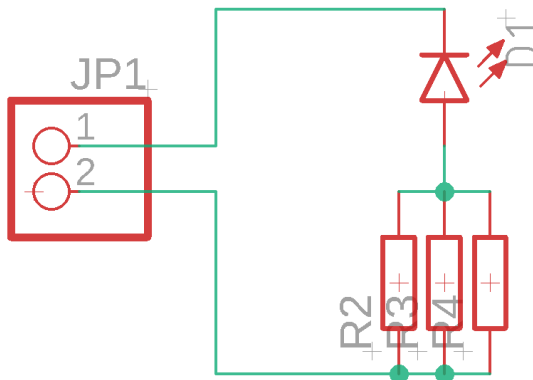


Gambar 3. 4 Spesimen setup

Pada gambar 3.4 adalah gambar mengenai spesimen *setup*. Pada spesimen setup terdapat 2 buah backlight pada bagian bawah dan samping. Serta terdapat pula sensor RGB pada bagian samping.

### 3.1.2 Desain *hardware* alat

#### 3.1.2.1 Sumber Cahaya



Gambar 3. 5 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.

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

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

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

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

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

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

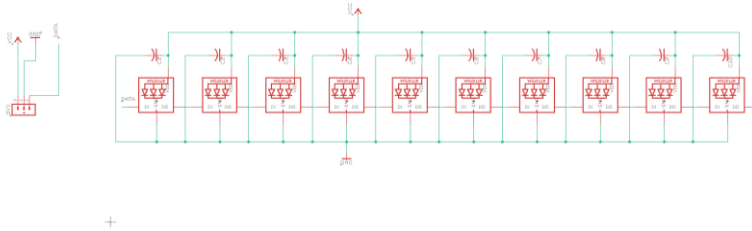
$$I_{max} = 0.15 \text{ Ampere} \quad (7)$$

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

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

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

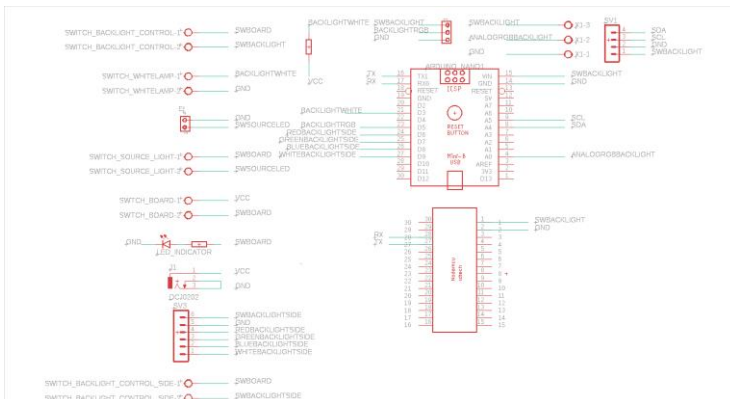
### 3.1.2.2 Backlight



Gambar 3. 6 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



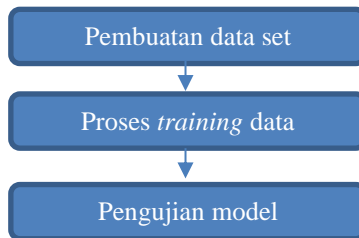
Gambar 3. 7 Board kontrol



Pada gambar 3.7 terlihat *board* kontrol menggunakan mikrokontroler *Arduino* yang dipasang serial dengan *nodemcu*. *Arduino* berfungsi sebagai pengatur *backlight* dan penerima data sensor sedangkan *nodemcu* akan meneruskan data dari sensor rgb ke GUI yang ada di PC.

### 3.1.3 Algoritma *machine learning* dan Desain GUI

#### 3.1.3.1 Algoritma *machine learning*



Gambar 3. 8 Blok diagram Machine Learning

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 jumlah tertentu dengan rincian sebagai 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.

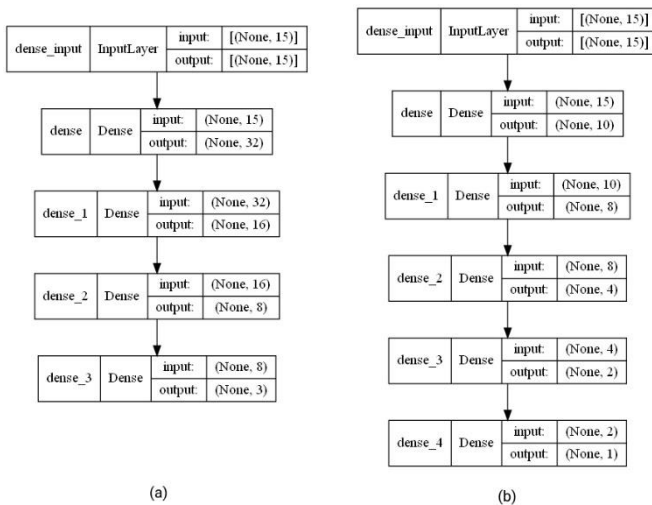
- 3 data dari sensor RGB.
- 1 data dengan nama kelas spesimen.
- 1 data dengan jumlah konsentrasi kelas spesimen.

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

## B. 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. (A. Johansson, O. Sandberg , 2018)

Berikut ini adalah gambar *layer* dari model DNN yang digunakan menggunakan data *dummy* dari *dummy generator*.



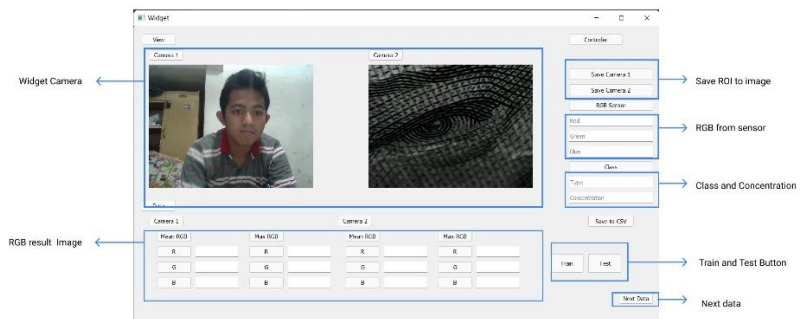
Gambar 3. 9 (a) Model klasifikasi (b) Model regresi

Pada gambar 3.9 model klasifikasi, input berupa 15 data RGB yang telah diperoleh dengan output 3 buah. Kelas yang digunakan adalah kelas red, green, blue. Sedangkan pada model regresi dengan input 15 data RGB dengan output berjumlah satu. Output tersebut adalah prediksi konsentrasi dari spesimen. Pembuatan *dummy* dataset mengikuti aturan sebagai berikut.

- Data telah dinormalisasi sehingga rentang data terletak diantara 1 dan 0
- Jumlah dari nilai 3 data dalam ruang warna yang sama dan kategori yang sama adalah 1. Misalnya  $R = 0.2$ ,  $G = 0.5$ , dan  $B = 0.3$
- Kelas adalah nilai maksimal dari data yang ada. Untuk data pada poin kedua akan diinisialisasikan sebagai kelas *Green*.
- Jumlah konsentrasi mengikuti nilai dari jumlah *channel* warna terbanyak. Jadi telah dibuat rentang konsentrasi antara konsentrasi terendah sampai paling tinggi. Kemudian nilai dari *channel* dominan akan dibandingkan dengan nilai maksimal untuk *channel* dominan. Perbandingan ini yang akan digunakan dalam menentukan konsentrasi pada sampel *dummy*.

### 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 baik mengoperasikan alat ataupun melakukan training data. Design dari GUI yang dibuat dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 10 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 specimen, 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 dan jenis kelas pada widget class and concentration dan klik save to csv untuk menyimpan data ke dalam csv. Kemudian klik tombol next

untuk melanjutkan ke data selanjutnya. Proses ini dilakukan pada tiap specimen 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**

##### **4.1.1 Pengujian mekanik**

Pengujian mekanik meliputi apakah sistem mekanik yang dibuat sudah dapat digunakan pada alat yang dibuat. Hasil dari sistem mekanik yang dibuat dapat dilihat pada gambar ...





Gambar 4. 1 Cahaya pelangi pada sistem mekanik


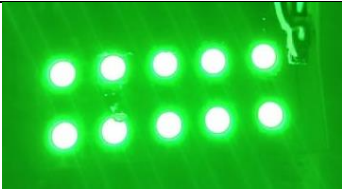
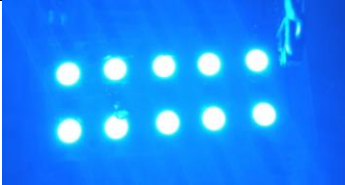


#### 4.1.2 Pengujian hardware

##### 4.1.2.1 Pengujian pengaturan backlight

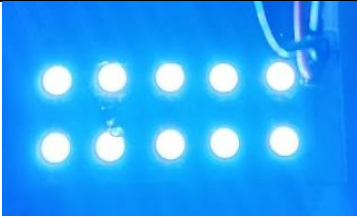
Pengujian backlight bertujuan untuk mengatur warna dari lampu backlight yang digunakan. Acuan yang digunakan adalah ruang warna HSV. Perubahan warna bertujuan agar sistem dapat memberikan variasi warna backlight dan memperbanyak variasi data spesimen yang bisa diambil. Hasil pengujian backlight dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil pengaturan warna backlight

No.	Skala warna (HSV)	Led RGB
1.	(6, 255, 255)	
2.	(16, 255, 255)	

3.	(25, 255, 255)	
4.	(88, 255, 255)	
5.	(143, 255, 255)	
6.	(202, 255, 255)	
7.	(247, 255, 255)	


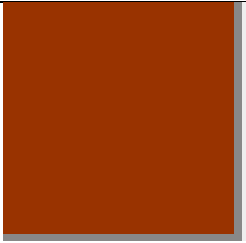








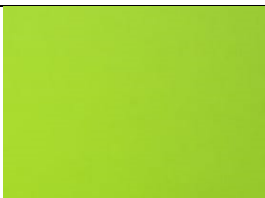

8.	(0, 0, 255)	
----	-------------	---

#### 4.1.2.2 Pengujian sensor RGB

Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui apakah data pada sensor sudah sesuai dengan data objek pengujian. Data pengujian sensor dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Tabel pengujian sensor RGB

No.	Warna uji	Hasil	
		Warna	RGB
1.			(132, 74, 1)

2.			(62, 92, 86)
3.			(130, 97, 33)
4.			(85, 130, 34)
5.			(53, 136, 43)

### 4.1.3 Pengujian software

#### 4.1.3.1 Pengujian model *neural network*

Pengujian model neural network untuk sementara dilakukan

menggunakan dataset yang diperoleh dari dummy generator. Pengujian model dibagi menjadi 2 yaitu model klasifikasi dan model regresi. Pengujian model klasifikasi dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4. 3 Tabel confusion matrix

		Actual		
		Red	Green	Blue
Prediction	Red	3	0	0
	Green	0	3	0
	Blue	0	0	3

Pada tabel 4.3 dapat dilihat percobaan menggunakan dummy data, model dapat mengklasifikasikan dengan baik dengan presentase keberhasilan klasifikasi sebesar 100 persen. Untuk hasil dari model regresi dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Hasil percobaan model regresi

Actual		Prediction		Error
Sample	Concentration	Sample	Concentration	
Red	60	Red	70.356	13.356
Green	80	Green	102.089	22.089
Blue	20	Blue	36.161	16.161
			Mean	17.202

Pada tabel 4.4 dapat dilihat percobaan model menggunakan dummy data, model masih belum bisa memprediksi secara benar semua nilai yang diuji dengan nilai rata rata nilai eror yang cukup besar yaitu 17.202.

## **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.
2. Model *neural network* klasifikasi menggunakan DNN mampu memprediksi kelas dengan baik sedangkan pada model regresi masih didapati eror yang cukup besar sehingga perlu dilakukan perbaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. I. Gunawan, B. S. B. Dewantara, A. E. Pratama, I. Puspitasari, T. A. Setya. (2019). A Study for Estimation of Bio Organism Content on Aquaculture Pond Based on Image Color and Light Intensity. *International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications (IES-ETA)*. Surabaya, Indonesia, : doi:10.1109/ELECSYM.2019.8901544.
- A. Johansson, O. Sandberg . (2018). *A COMPARATIVE STUDY OF DEEP-LEARNING APPROACHES FOR ACTIVITY RECOGNITION USING SENSOR DATA IN SMART OFFICE ENVIRONMENTS*. Malmö.
- Amin, M. R. (2016). *Otomatisasi Perangkat Listrik Rumah Tangga Menggunakan Android Berbasis Arduino*. Surabaya: Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Boyd, C. (1990). Water Quality in Pond for Aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. *Auburn University, Alabama, USA*,, 482 hal.
- Boyd, C. (2009). Phytoplankton in Aquaculture Ponds. *Global Aquaculture Advocate*, January/February :65-66.
- Conte. (2000). *Pond Fertilization: Initiating an Algae Bloom*. Western Regional Aquaculture Center.
- Guntoro, L. Costaner, Lisnawita . (2019). Prediksi Jumlah Kendaraan di Provinsi Riau Menggunakan Metode Backpropagation. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, Vol. 14, No. 1 Februari .

- J. Radjabaycolle, R. Pulungan. ( Desember 2016, ). Prediksi Penggunaan Bandwidth Menggunakan Elman Recurrent Neural Network. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, Volume 10 Nomor 2, Hal. 127 – 135.
- Kusumadewi, S. (2004). *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan Matlab dan Excell Link*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- O. Meiyanto, A. I. Gunawan, dan B. S. B. Dewantara. (2021, November). Studi Analisis Konsentrasi Warna Pada Cairan Pewarna Makanan Dengan Metode Pengukuran Optical Density. *Briliant*, Hal. 710-725.
- Perikanan, K. P. (2014). *Strategic Environmental Assessment for Indonesia Master Plan for Accelerated and Expansion of Economic Development(MP3EI)*.
- Phillips M, H. P.-P. (2016). Menjelajahi masa depan perikanan budidaya Indonesia. *Penang, Malaysia: WorldFish*.
- R. Efendi, E. P. Purwandari, E. T. Mareta. ( 2018). Segmentasi Warna Untuk Pendeteksian Rambu Lalu Lintas. *Seminar Nasional Inovasi, Teknologi dan Aplikasi (SeNITiA)*. ISBN: 978-602-5830-02-0 102.
- R. Rulaningtyas, A. B. Suksmono, T. L. R. Mengko , G. A. P. Saptawati,. (2015). Segmentasi Citra Berwarna dengan Menggunakan Metode Clustering Berbasis Patch untuk Identifikasi Mycobacterium Tuberculosis. *Jurnal Biosains Pascasarjana Vol. 17 (2015)*.
- W. Ayu, G. A. Pradipta, Putu Desiana. (n.d.). Segmentasi

Citra Telur Ayam Berdasarkan Perbedaan Ruang Warna RGB DAN LAB. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2017 (SENTIKA 2017)*, (pp. ISSN: 2089-9815 Yogyakarta,). Yogyakarta.

W. Sa'adah, K. Milah,. (2019). Permintaan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei* ) di Kelompok Pembudidaya Udang At-Taqwa Paciran Lamongan. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*. Juli 2019., 5(2): 243-251.