

MS Hendriyawan A, S.T., M.Eng., Ph.D.  
Satyo Nuryadi, S.T., M.Eng.  
Rodhiyah Mardhiyyah, S.Kom., M.Kom.  
Ari Sugiharto, S.Si., M.Eng.  
Suyud Widiono, S.Pd., M.Kom.  
Ridwan Budi Prasetyo, S.T., M.Eng.  
Ikrima Alfi, S.T., M.Eng.



# **APLIKASI TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER**

**Implementasi Teknologi  
Elektronika dan Perangkat Lunak  
bagi Masyarakat 5.0**

# Aplikasi Teknik Elektro dan Komputer

---

**Implementasi Teknologi Elektronika dan  
Perangkat Lunak bagi Masyarakat 5.0**

## UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

### **Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4**

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

### **Pembatasan Pelindungan Pasal 26**

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

### **Sanksi Pelanggaran Pasal 113**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

# Aplikasi Teknik Elektro dan Komputer

---

## **Implementasi Teknologi Elektronika dan Perangkat Lunak bagi Masyarakat 5.0**

MS Hendriawan A, S.T., M.Eng., Ph.D.

Satyo Nuryadi, S.T., M.Eng.

Rodhiyah Mardhiyyah, S.Kom., M.Kom.

Ari Sugiharto, S.Si., M.Eng.

Suyud Widiono, S.Pd., M.Kom.

Ridwan Budi Prasetyo, S.T., M.Eng.

Ikrima Alfi, S.T., M.Eng.



*Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.*

**APLIKASI TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER  
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI ELEKTRONIKA DAN PERANGKAT LUNAK  
BAGI MASYARAKAT 5.0**

**MS Hendriyawan, dkk**

Desain Cover :  
**Dwi Novidiantoko**

Sumber :  
www.shutterstock.com

Tata Letak :  
**C Morris S**

Ukuran :  
**viii, 97 hlm, Uk: 15.5x23 cm**

ISBN :  
**978-623-02-5201-3**

Cetakan Pertama :  
**September 2022**

Hak Cipta 2022, Pada Penulis

---

Isi diluar tanggung jawab percetakan

---

**Copyright © 2022 by Deepublish Publisher**  
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau  
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini  
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT DEEPUBLISH**  
**(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)**

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: [www.deepublish.co.id](http://www.deepublish.co.id)

[www.penerbitdeepublish.com](http://www.penerbitdeepublish.com)

E-mail: [cs@deepublish.co.id](mailto:cs@deepublish.co.id)

---

## KATA PENGANTAR PENERBIT

---

Assalamualaikum, w.r. w.b.

Segala puji kami haturkan ke hadirat Allah Swt., Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa, lantunan selawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad saw.

Dalam rangka mencerdaskan dan memuliakan umat manusia dengan penyediaan serta pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menciptakan industri processing berbasis sumber daya alam (SDA) Indonesia, Penerbit Deepublish dengan bangga menerbitkan buku dengan judul Aplikasi Teknik Elektro dan Komputer.

Terima kasih dan penghargaan terbesar kami sampaikan kepada para penulis, yang telah memberikan kepercayaan, perhatian, dan kontribusi penuh demi kesempurnaan buku ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pembaca, mampu berkontribusi dalam mencerdaskan dan memuliakan umat manusia, serta mengoptimalkan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi di tanah air.

Wassalamualaikum, w.r. w.b.

Hormat Kami,

Penerbit Deepublish



---

## DAFTAR ISI

---

KATA PENGANTAR PENERBIT .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
<b>TEKNOLOGI PENGENDALIAN NUTRISI TANAMAN PADA SISTEM HIDROPONIK MENGGUNAKAN ALGORITMA FUZZY MAMDANI .....</b>	<b>1</b>
<b>SISTEM PENDARATAN DARURAT PESAWAT UAV MENGGUNAKAN PARASUT DALAM TIGA MODE.....</b>	<b>22</b>
<b>PENERAPAN ALGORITMA YOLO UNTUK MENDETEKSI JENIS PAKAIAN.....</b>	<b>34</b>
<b>PENERAPAN IOT PADA WEBSITE PEMANTAUAN LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK .....</b>	<b>44</b>
<b>PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS UNTUK PEMANTAUAN ALAT PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN TANAMAN.....</b>	<b>60</b>
<b>RUMPON CERDAS SEBAGAI MEDIA INFORMASI PENANGKAPAN IKAN.....</b>	<b>71</b>
<b>ANALISIS REMAINING LIFE ASSESSMENT (RLA) TRANSFORMATOR DENGAN METODE TOTAL DISSOLVED COMBUSTIBLE GAS (TDCG) DAN ROGER'S RATIO MENGGUNAKAN APLIKASI VISUAL STUDIO .....</b>	<b>84</b>
PROFIL PENULIS.....	96





# **TEKNOLOGI PENGENDALIAN NUTRISI TANAMAN PADA SISTEM HIDROPONIK MENGGUNAKAN ALGORITMA FUZZY MAMDANI**

**MS Hendriyawan A, S.T., M.Eng., Ph.D.  
Dwi Susanto**

## **ABSTRAK**

Berkurangnya lahan pertanian memicu munculnya urban farming seperti hidroponik di perkotaan. Sistem hidroponik memiliki parameter seperti kadar nutrisi tanaman dan pH air yang menentukan pertumbuhan tanaman hidroponik. Pemantauan dan pengontrolan parameter tersebut dilakukan secara manual setiap hari, hal ini membutuhkan keuletan dan kesabaran dari para pengguna sistem pertanian hidroponik. Oleh karena itu, perlu adanya sistem kendali yang memudahkan pengguna sistem hidroponik. Penelitian ini mengimplementasikan Fuzzy Mamdani untuk pengendalian nutrisi tanaman dan pH air pada sistem hidroponik. Studi kasus menggunakan tanaman selada dengan kadar pH pada kisaran 6 – 7 dan kadar nutrisi tanaman antara 560 – 840 ppm. Sistem hidroponik dibuat menggunakan metode NFT (Nutrient Film Technique). Purwarupa menggunakan mikrokontroler ESP-32 dengan sensor TDS, pH, dan sensor ultrasonik. Aktuator berupa motor peristaltik untuk larutan nutrisi dan pH. Melalui 30 skenario pengujian pada setiap sensor, diperoleh tingkat akurasi dan presisi sensor volume air sebesar 99.86% dan 99.6%, tingkat akurasi dan presisi sensor TDS sebesar 99.23% dan 99.82%, serta tingkat akurasi dan presisi sensor pH sebesar 99.22% dan 99.78%.. Implementasi Fuzzy Mamdani sebagai algoritma sistem kendali mampu mengendalikan nutrisi tanaman pada kisaran 560 – 840 ppm dan mampu mengendalikan pH air pada kisaran 6 – 7.

**Kata kunci :** Hidroponik, Fuzzy Mamdani, Nutrisi, pH, TDS, ESP-32

## 1. PENDAHULUAN

Pendahuluan Pertambahan populasi penduduk memicu perkembangan pembangunan yang cukup pesat dan merubah lahan pertanian menjadi lahan padat penduduk yang bertolak belakang dengan ketersediaan lahan pertanian. Hal ini memicu munculnya urban farming terutama di area perkotaan. Hidroponik hadir sebagai salah satu urban farming yang mulai populer dan digemari masyarakat perkotaan karena menjadi alternatif bercocok tanam tanpa tanah di area yang terbatas baik didalam maupun diluar ruangan. Dalam perkembangannya hidroponik menjadi salah satu hobi masyarakat untuk mengisi waktu luang dan refreshing di sela-sela kesibukan bahkan tidak sedikit masyarakat yang tertarik budidaya hidroponik untuk komersil (Umar dkk., 2016).

Sistem hidroponik memiliki parameter seperti kadar nutrisi tanaman dan pH air yang menentukan pertumbuhan dari tanaman hidroponik. Pemantauan dan pengendalian nutrisi tanaman hidroponik saat ini masih dilakukan secara manual dengan mengecek kedua parameter tersebut setiap harinya, hal ini membutuhkan keuletan dan ketelatenan pengguna sistem pertanian hidroponik. Penerapan teknologi pengendalian dan pemantauan yang mempermudah pengguna sistem hidroponik dirasa perlu agar waktu dan tenaga yang digunakan untuk pengecekan dan pengendalian pH maupun nutrisi tanaman bisa dialokasikan ke kegiatan bermanfaat lainnya. Maka dari itu, diperoleh rumusan masalah yaitu bagaimana mengimplementasikan metode Fuzzy Mamdani pada rancang bangun pengendalian nutrisi tanaman dan pH air pada sistem hidroponik. Studi kasus menggunakan objek tanam selada dengan kadar pH yang diperlukan pada rentang 6 - 7 dan kadar nutrisi tanaman pada rentang 560 - 840 ppm. Sistem hidroponik yang dibuat menggunakan metode NFT (*Nutrient Film Technique*) dalam ruangan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengimplementasikan dan menguji Fuzzy Mamdani untuk pengendalian nutrisi tanaman dan pH air pada sistem hidroponik. Pada akhirnya sistem yang dibuat diharapkan mampu mempermudah pemilik sistem pertanian hidroponik dalam mengendalikan dan memantau parameter penting yang dibutuhkan oleh tanaman hidroponik.

## 2. KAJIAN PENELITIAN SEBELUMNYA

Sistem pengendalian menggunakan Fuzzy Logic Controller untuk hidroponik pernah dikembangkan sebelumnya. Penelitian (Prasetya dkk., 2019) bertujuan untuk mengendalikan pH, suhu ruang tanam dan kelembaban tanah dengan menggunakan fuzzy Mamdani yang diterapkan pada Arduino. Sensor pH tanah dan sensor suhu LM35 sebagai sensor yang mengirimkan *input* pH air dan suhu lingkungan kepada mikrokontroler. *Output* berupa aktif tidaknya kipas dan 2 *solenoid valve* untuk larutan pH *up* dan pH *down*.

Penelitian (Alam & Nasuha, 2020) bertujuan untuk menciptakan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengontrol pH air dan memonitoring lingkungan tanaman hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini memanfaatkan sensor pH, DHT22, HC-SR04, DS18B20 dengan controller ESP8266. *Fuzzy Logic Controller* dimanfaatkan untuk menyesuaikan kadar pH air dan pompa peristaltik sebagai variabel *output*. Penelitian ini memanfaatkan aplikasi Blynk untuk pengendalian dan pemantauan.

Penelitian (Al Tahtawi & Kurniawan, 2020) bertujuan untuk merancang sistem kendali pH otomatis pada sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) menggunakan Internet of Things (IoT) berbasis *Fuzzy Logic Controller* (FLC). Kadar pH air dideteksi oleh sensor SKU SEN0161 sebagai *input* FLC dalam bentuk nilai error menggunakan metode Mamdani pada Arduino *Mega 2560* untuk mengendalikan pompa peristaltik sebagai variabel *output*.

Penelitian (Fitiani & Fithri, 2021) bertujuan untuk mengatur kerja atap dan pompa air agar sesuai dengan perubahan suhu dan level air menggunakan Fuzzy Mamdani dan ANFIS dengan software MATLAB. Variabel *input* berupa suhu dan level air. Variabel *output* dalam simulasi kendali fuzzy tersebut yaitu membuka dan menutup serta menyala tidaknya pompa air.

Penelitian (Suryatini dkk., 2021) bertujuan merancang kendali nutrisi dan volume air pada larutan nutrisi sistem hidroponik menggunakan kendali logika fuzzy berdasarkan objek tanam. Sistem kendali yang dirancang menjaga kadar nutrisi dan level ketinggian larutan nutrisi sesuai *set point* yang diatur pada aplikasi Blynk. Variabel *input* berupa kadar

nutrisi oleh sensor TDS dan level air oleh sensor ultrasonik HC-SR04. *Output* berupa durasi penyalan pompa peristaltik untuk nutrisi AB mix dan durasi penyalan vacuum suction diaphragm pump untuk level air.

Pada penelitian ini *Fuzzy Logic Controller* Metode Mamdani dimanfaatkan untuk mengendalikan nutrisi tanaman dan pH air. Terdapat 2 proses inferensi fuzzy yang berbeda untuk masing-masing pengendalian. Pengendalian nutrisi tanaman menggunakan *input* ppm air dan level air dengan *output* durasi motor peristaltik AB mix. Pengendalian pH menggunakan sensor pH dan level air dengan *output* durasi motor peristaltik larutan pH up atau pH down tergantung berapa nilai pH terukur dari set point 6,5. Penelitian ini menggunakan ESP 32 dengan sensor pH, TDS dan sensor ultrasonik.

### **3. TEORI PENDUKUNG**

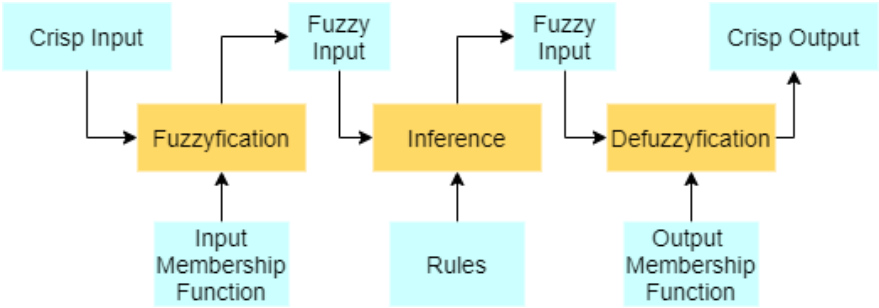
#### **A. Hidroponik**

Hidroponik secara sederhana merupakan cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah yang mampu dilakukan diatas pasir, kerikil, arang sekam atau bahkan hanya menggunakan air tanpa terdapat media apapun (Sutanto T., 2015). Sistem hidroponik tidak memiliki resiko banjir, erosi, kekeringan ataupun ketergantungan lainnya terhadap alam selain itu perawatannya tidak memakan banyak biaya dan mampu digunakan pada ruang terbatas (Susilawati, 2019). Pada sistem hidroponik jumlah nutrisi tanaman dan kadar pH air menjadi faktor penting dalam sistem hidroponik. Jumlah nutrisi tanaman harus disesuaikan dengan kebutuhan tiap tanaman agar tanaman tumbuh dengan optimal. Selain itu, kadar pH yang tidak sesuai mampu menyebabkan tanaman tumbuh terlambat, daun menguning atau bahkan mati (Susilawati, 2019). Menurut (Syariefa dkk., 2014) terdapat beberapa 3 tipe sistem hidroponik, yaitu NFT (*Nutrient Film Technique*), Aeroponik dan DWC (*Deep Water Culture*). Selain itu, terdapat pula sistem DFT (*Deep Film Technique*) (Meriyanto dkk., 2017).

#### **B. Fuzzy Logic Controller (FLC)**

Dalam bidang ilmu kecerdasan buatan Fuzzy Logic merupakan bagian dari teknik penyelesaian masalah dengan merepresentasikannya kedalam basis pengetahuan menggunakan logika.Fuzzy Logic yang

merupakan hasil pengembangan teori himpunan fuzzy digunakan untuk menyelesaikan masalah yang memiliki ketidakpastian (Nur H. dkk., 2020). *Fuzzy Logic* memiliki kemampuan untuk memodelkan fungsi-fungsi non-linier, mampu mengatasi permasalahan kompleks yang didasarkan pada bahasa formal / alami serta memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat, bahkan mampu merepresentasikan pengetahuan pakar ke dalam basis pengetahuannya tanpa memerlukan proses belajar (Santoso dkk., 2020). Alur kerja *Fuzzy Logic Controller* ditunjukkan oleh **Gambar 1**.



**Gambar 1. Alur Kerja Fuzzy Logic Controller**

**C. Mikrokontroler**

Mikrokontroler merupakan pengendali mikro yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk melaksanakan atau mengendalikan tugas-tugas tertentu (Ibadillah, A. F., & Alfita, R., 2017). mikrokontroler berupa chip mikrokomputer berupa IC (*Integrated Circuit*) yang biasanya digunakan dalam system skala kecil, murah dan tidak memerlukan perhitungan yang sangat kompleks (Dharmawan, H. A., 2017). Terdapat berbagai macam jenis mikrokontroler, diantaranya seperti ESP, PIC, dan ARM.

#### 4. METODOLOGI PENELITIAN

##### A. Perancangan Sistem Hidroponik NFT

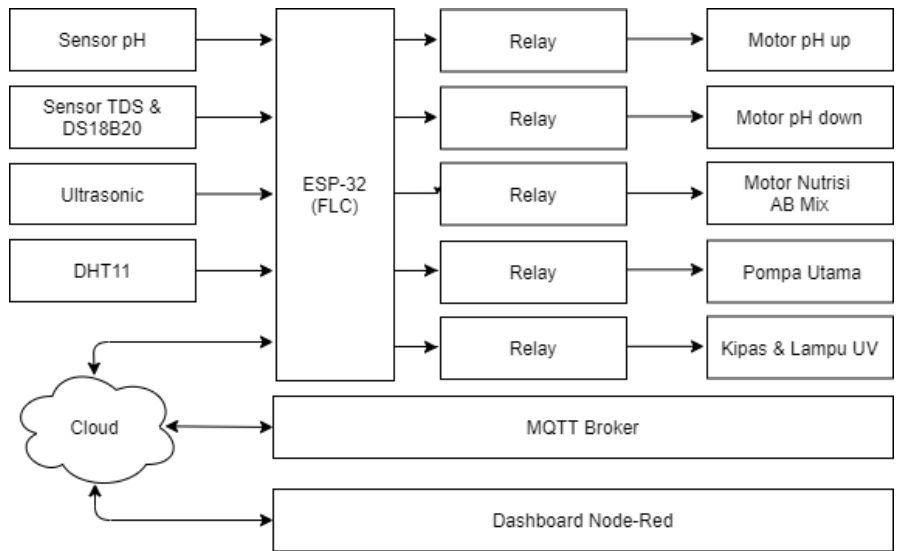
Perancangan mekanikal meliputi pembuatan lemari hidroponik dengan panjang 100 cm, lebar 40 cm dan tinggi 200 cm yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Lemari tersebut dibagi menjadi 5 lantai dengan jarak lantai pertama sampai ke-2 setinggi 75 cm dan lantai 2 – 5 setinggi 40 cm. Pada lantai 2- 4 setiap lantai memiliki 3 saluran hidroponik kit dengan total 15 lubang per lantai, 2 buah lampu UV, dan fan. Sedangkan lantai pertama berisikan bak penampung air nutrisi, kotak kendali, botol larutan nutrisi dan botol larutan pH.



**Gambar 2. Sistem hidroponik model NFT**

## B. Perancangan Elektronik

Perancangan sistem elektronik untuk implementasi Fuzzy Mamdani sebagai pengendali pH dan nutrisi tanaman memanfaatkan ESP-32 sebagai mikrokontroler dengan masukan dari beberapa sensor seperti sensor TDS, sensor ultrasonik dan sensor pH sebagai sensor utama serta beberapa sensor tambahan untuk pemantauan seperti sensor DS18B20 dan DHT11 seperti pada **Gambar 3**. Terdapat pula piranti penunjang dalam sistem elektronik seperti relay dan regulator tegangan. Aktuator utama yang dikendalikan didalam sistem yang dibuat yaitu 3 buah motor peristaltik untuk pH up, pH down, dan AB Mix. Data yang diterima oleh ESP-32 dari sensor dikirimkan ke *dashboard* Node-Red untuk sistem monitoring.



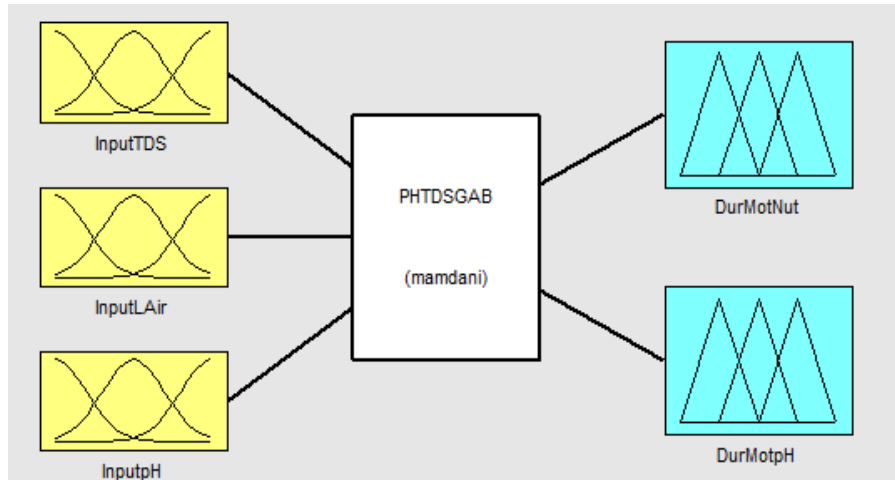
**Gambar 3. Diagram blok sistem elektronik**

## C. Perancangan Model Fuzzy Logic Controller (FLC)

Diagram blok perancangan FLC ditunjukkan pada **Gambar 4**. Pada proses *Fuzzyfication*, *input* FLC terdiri dari kadar ppm air (InputTDS), nilai error pH air dari *set point* 6.5 (InputpH) dan level air (InputLAir). Sedangkan *output* FLC terdiri dari durasi motor peristaltic untuk air nutrisi tanaman (DurMotNut) dan durasi motor peristaltik untuk larutan pH



(DurMotpH) baik larutan pH *up* maupun pH *down*. Metode fuzzy yang dipakai adalah Fuzzy Mamdani dengan fungsi keanggotaan menggunakan fungsi sigmoid untuk semua variabel.

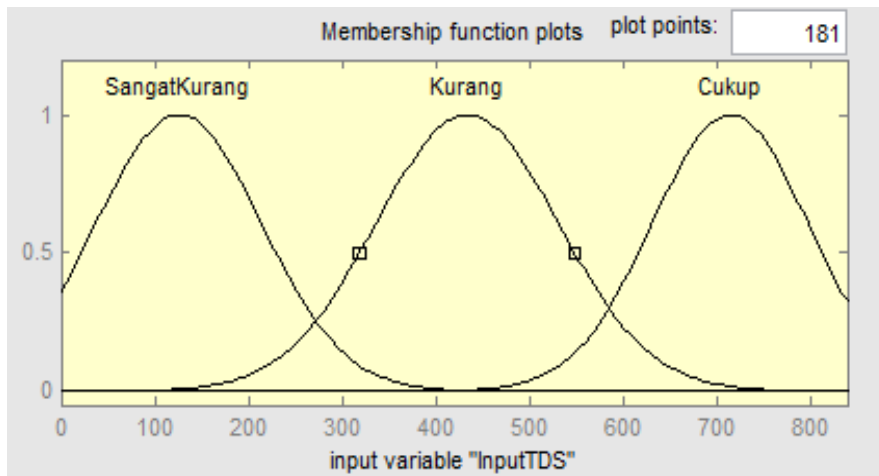


**Gambar 4. Model FLC Mamdani**

Berikut merupakan *membership function plot* atau himpunan fuzzy dari setiap variabel:

**1) Variabel input nutrisi tanaman (*InputTDS*)**

Variabel *input* nutrisi tanaman berada pada range 0 – 840 dan memiliki 3 kondisi yaitu SangatKurang, Kurang dan Cukup seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Himpunan Fuzzy InputTDS

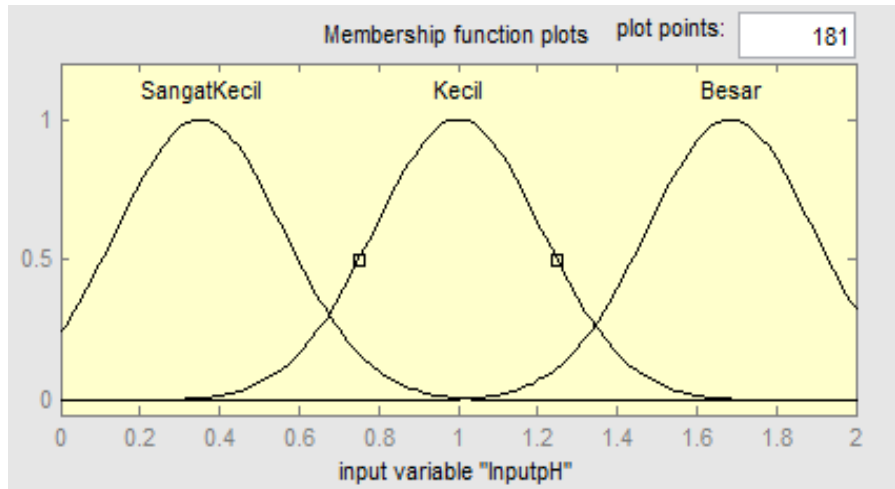
Pembagian domain dari setiap himpunan Fuzzy untuk variabel *input* nutrisi tanaman (*InputTDS*) ditunjukkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Pembagian Domain Membership InputTDS

Himpunan Fuzzy	Koefisien Sigmoid	Domain Tertinggi
SangatKurang	88,33	126
Kurang	97,77	434
Cukup	83,52	715

## 2) Variabel input Error PH (InputpH)

Variabel *input* error pH berada pada range 0 - 2 dan memiliki 3 kondisi yaitu SangatKecil, Kecil dan Besar seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6**.



**Gambar 6. Himpunan Fuzzy InputpH**

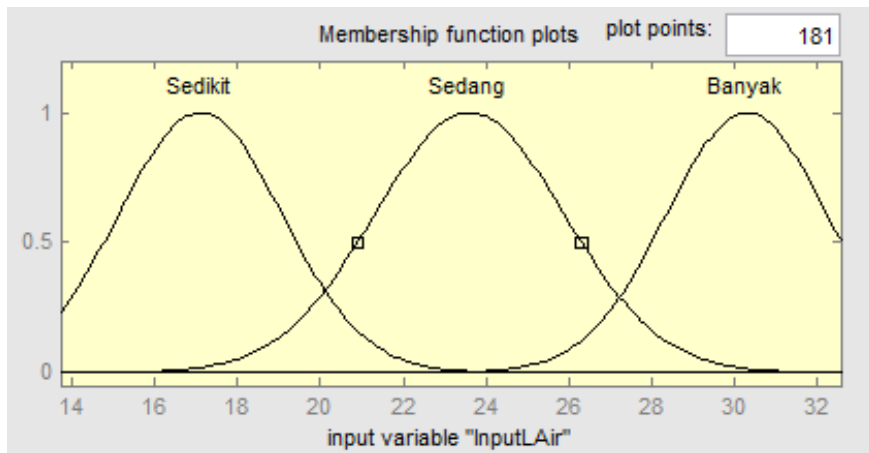
Pembagian domain dari setiap himpunan Fuzzy untuk variabel *input* error pH (*InputpH*) ditunjukkan pada **Tabel 2**.

**Tabel 2. Pembagian Domain Membership InputpH**

Himpunan Fuzzy	Koefisien Sigmoid	Domain Tertinggi
SangatKecil	0.21	0.3519
Kecil	0.2123	1
Besar	0.21	1.685

### 3) Variabel input level air (*InputLAir*)

Variabel *input* level air berada pada range 13,72 cm - 33,2 cm dan memiliki 3 kondisi yaitu Sedikit, Sedang dan Banyak seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 7**.



**Gambar 7. Himpunan Fuzzy InputLAir**

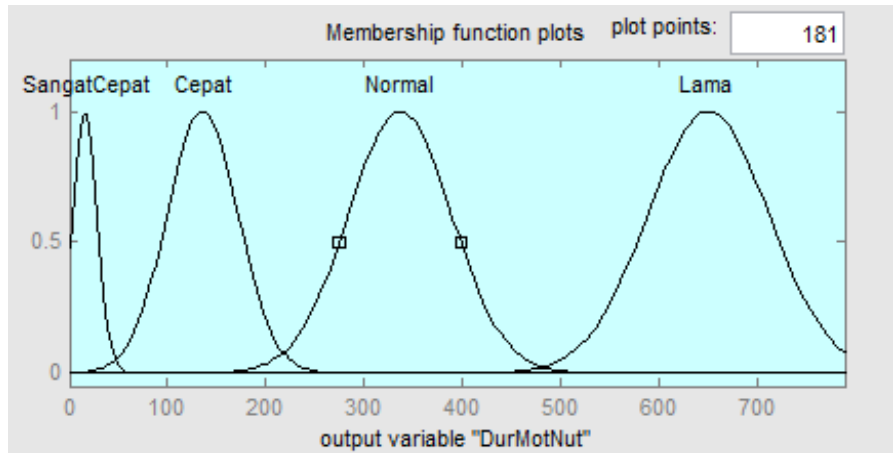
Pembagian domain dari setiap himpunan Fuzzy untuk variabel *input* level air (*InputLAir*) ditunjukkan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3. Pembagian Domain Membership InputLAir**

Himpunan Fuzzy	Koefisien Sigmoid	Domain Tertinggi
Sedikit	1,98	17,1
Sedang	2,303	23,6
Banyak	1,95	30,6

**4) Variabel output durasi motor peristaltik nutrisi tanaman (DurMotNut)**

Variabel *output* untuk durasi motor nutrisi berada pada range 0 – 788 detik dan memiliki 4 kondisi yaitu SangatCepat, Cepat, Normal dan Lama seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 9**.



**Gambar 2.** Himpunan Fuzzy DurMotNut

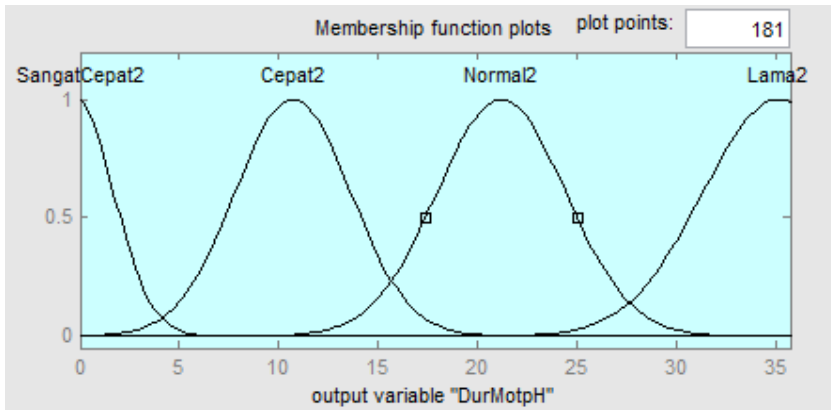
Pembagian domain dari setiap himpunan fuzzy untuk variabel *output* durasi motor nutrisi (DurMotNut) ditunjukkan pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Pembagian Domain Membership DurMotNut

Himpunan Fuzzy	Koefisien Sigmoid	Domain Tertinggi
SangatCepat	12,7	15,43
Cepat	36,2	135,3
Normal	52,55	336
Lama	61,58	649,5

**5) Variabel output durasi motor peristaltik larutan pH (DurMotpH)**

Variabel *output* untuk durasi motor pH berada pada range 0 – 35,71 detik dan memiliki 4 kondisi yaitu SangatCepat2, Cepat2, Normal2 dan Lama2 seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 10**.



**Gambar 3. Himpunan Fuzzy DurMotpH**

Pembagian domain dari setiap himpunan fuzzy untuk variabel *output* durasi motor pH (DurMotpH) ditunjukkan pada **Tabel 5**.

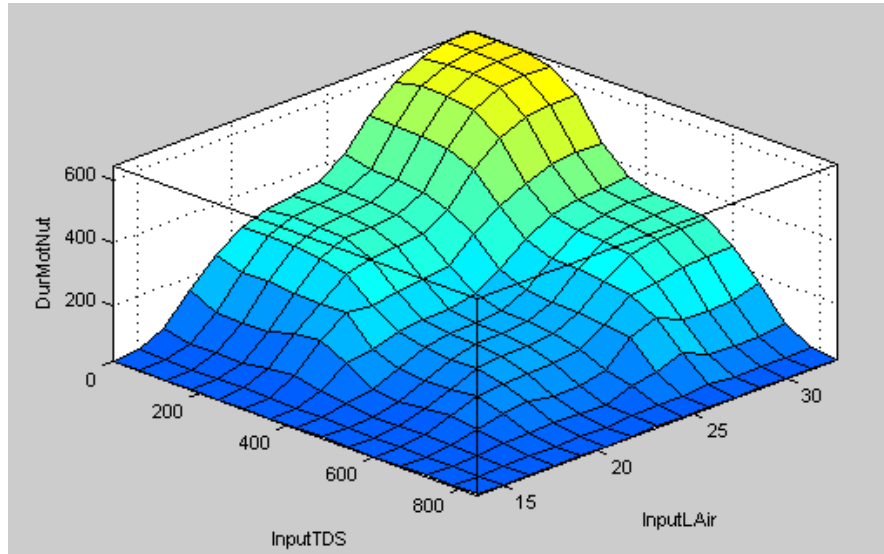
**Tabel 5. Pembagian Domain Membership DurMotNut**

Himpunan Fuzzy	Koefisien Sigmoid	Domain Tertinggi
SangatCepat2	1.892	-0.196
Cepat2	2.91	10.7
Normal2	3.25	21.1
Lama2	3.78	35.1

Terdapat 2 sistem *Inference Fuzzy* berdasarkan *rules fuzzy* masing masing yang sesuai untuk pengendalian nutrisi tanaman dan pengendalian pH. *Rules* pengendalian nutrisi tanaman ditunjukkan oleh **Tabel 6** dengan *surface rule* ditunjukkan pada **Gambar 11**.

**Tabel 6. Rules Fuzzy Pengendalian Nutrisi Tanaman**

		Jumlah Air		
		Sedikit	Sedang	Banyak
ppm	SangatKurang	SangatCepat	Normal	Lama
	Kurang	SangatCepat	Cepat	Normal
	Cukup	SangatCepat	SangatCepat	SangatCepat

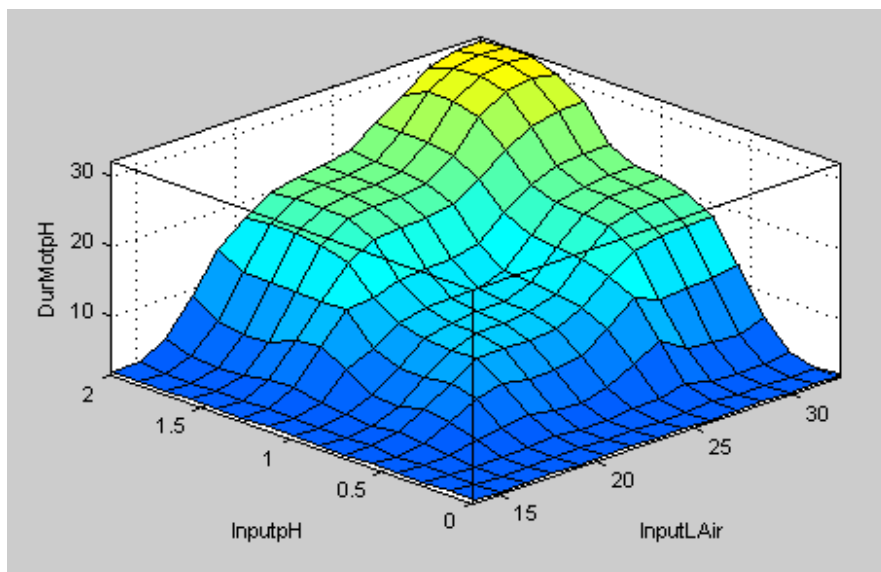


**Gambar 4. Surface Rules Pengendalian Nutrisi Tanaman**

Berdasarkan *rules* pada **Tabel 6** dan *surface* yang ada pada **Gambar 11**, dapat dikatakan semakin berkurang kadar ppm air dan semakin banyak jumlah air, maka semakin lama durasi motor peristaltik nutrisi aktif. Sebaliknya, semakin cukup kadar ppm air dan semakin sedikit jumlah air, maka semakin cepat durasi motor peristaltik nutrisi aktif. Sedangkan untuk *rules* pengendalian pH air ditunjukkan oleh **Tabel 7** dengan *surface rules* ditunjukkan pada **Gambar 12**.

**Tabel 7. Rules Fuzzy Pengendalian Nutrisi Tanaman**

		Jumlah Air		
		Sedikit	Sedang	Banyak
Selisih pH	SangatKecil	SangatCepat2	SangatCepat2	SangatCepat2
	Kecil	SangatCepat2	Cepat2	Normal2
	Besar	SangatCepat2	Normal2	Lama2



**Gambar 5. Surface Rules Pengendalian pH Air**

Berdasarkan *rules* pada **Tabel 7** dan *surface* yang ada pada **Gambar 12**, dapat dikatakan semakin besar nilai selisih pH dan semakin banyak jumlah air, maka semakin lama durasi motor peristaltik larutan pH aktif. Sebaliknya, semakin kecil nilai selisih pH dan semakin sedikit jumlah air, maka semakin cepat durasi motor peristaltik larutan pH aktif. Durasi tersebut berlaku untuk 2 motor peristaltik pH *up* dan motor peristaltik pH *down*.



## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pembuatan Sistem Hidroponik NFT

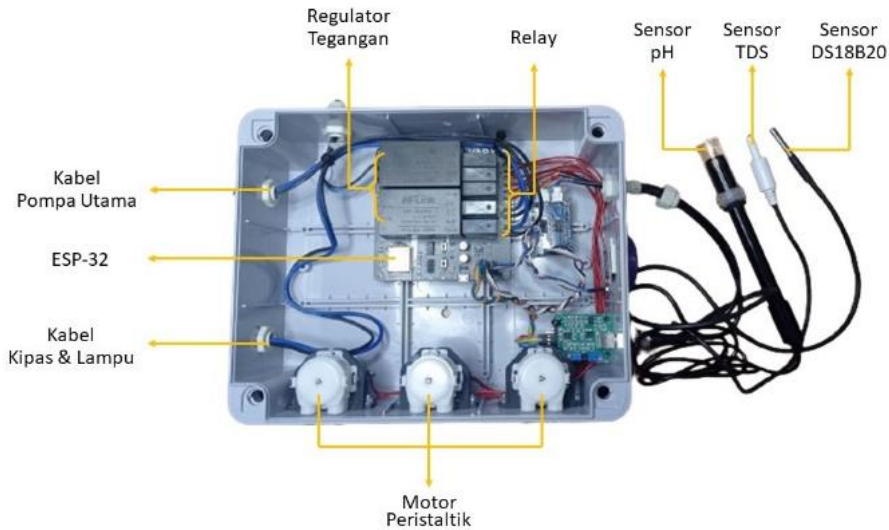
Hasil pembuatan sistem hidroponik dengan metode NFT (*Nutrient Film Technique*) ditunjukkan oleh **Gambar 13** berdasarkan rancangan yang ditunjukkan oleh **Gambar 2** sebelumnya.



**Gambar 6.** Purwarupa sistem hidroponik NFT

## B. Hasil Pembuatan Sistem Elektronik Akuisisi Data & Pengendali

Pembuatan sistem elektronik berupa rangkaian kendali utama berbasis mikrokontroler 32-bit ESP32, *switch relay*, motor pompa peristaltic, dan beberapa sensor untuk akuisisi data, yaitu: TDS, DS18B20, pH dan ultrasonic seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 14**.



**Gambar 7. Sistem elektronik akuisisi data & pengendali**

## C. Hasil Pengujian Sensor

Parameter pengujian adalah akurasi dan presisi pengukuran oleh sensor. Sensor yang diuji antara lain sensor jarak ultrasonic, sensor TDS, dan sensor pH. Pengujian dilakukan menggunakan 30 sampel uji kemudian dicari nilai rerata error nya. **Tabel 8** berikut menyajikan hasil pengujian dari ketiga sensor.

**Tabel 8. Hasil pengujian kinerja pengukuran oleh sensor**

No	Parameter Uji	Sensor Volume	Sensor TDS	Sensor pH
1	Jumlah sampel uji	30	30	30
2	Kesalahan akurasi pengukuran	0.14%	0.77%	0.78%

No	Parameter Uji	Sensor Volume	Sensor TDS	Sensor pH
3	Kesalahan presisi pengukuran	0.4%	0.18%	0.95%
4	Nilai akurasi pengukuran	99.86%	99.23%	99.22%
5	Nilai presisi pengukuran	99.6%	99.82%	99.78%

#### D. Hasil Pengujian *Fuzzy Logic Controller*

Pengujian FLC yang diterapkan pada sistem elektronik pengendalian nutrisi tanaman dan pH air dilakukan dengan 10 skenario berbeda setiap pengendaliannya. Data pengujian pengendalian nutrisi tanaman ditunjukkan oleh **Tabel 9** dan data pengujian pengendalian pH air ditunjukkan oleh **Tabel 10**.

##### 1) Hasil Pengendalian Tingkat Konsentrasi Larutan Nutrisi

Pengujian sistem kendali fuzzy untuk nutrisi tanaman dilakukan dengan mengukur kadar ppm air setelah proses kendali fuzzy berjalan. Sistem kendali dianggap bekerja sebagaimana mestinya apabila nilai ppm akhir berada pada range 560 – 840 ppm yang aman untuk tanaman selada.

**Tabel 9. Hasil pengujian kendali FLC konsentrasi nutrisi**

No.	Nilai Awal (ppm)	Level Air (cm)	Durasi Pompa (s)	Nilai Akhir (ppm)
1	140,30	23,20	333,21	740,00
2	245,96	23,18	288,05	677,00
3	351,00	19,09	127,20	748,00
4	463,85	28,44	333,36	656,00
5	492,46	30,36	329,54	751,00
6	573,92	26,50	198,66	789,00
7	704,65	20,84	40,32	804,00
8	731,08	25,52	57,20	763,00
9	742,02	27,69	17,78	798,00
10	759,89	22,6	22,52	746,00
<b>Rerata Konsentrasi Nutrisi</b>				<b>747,2</b>

Berdasarkan pengujian pada **Tabel 9** diketahui keseluruhan hasil ppm akhir berada pada rentang yang diinginkan yaitu 560 ppm –

840 ppm dengan rata-rata 747,2 ppm. Sehingga mampu disimpulkan bahwa sistem kendali fuzzy untuk pengendalian nutrisi tanaman berada pada rentang yang aman bagi tanaman selada dan dapat disimpulkan pula bahwa purwarupa mampu bekerja dengan baik.

## 2) Hasil Pengendalian Tingkat pH Larutan Nutrisi

Pengujian sistem kendali fuzzy untuk pH dilakukan dengan mengukur kadar pH setelah proses fuzzy berjalan. Sistem kendali dianggap bekerja sebagaimana mestinya apabila kadar pH akhir berada pada *range* 6 – 7 yang aman untuk tanaman selada.

**Tabel 10. Hasil pengujian kendali FLC pH konsentrasi nutrisi**

No.	Nilai Awal	Level Air (cm)	Durasi Pompa (s)	Nilai Akhir
1	6,25	30,04	1,76	6,42
2	5,61	29,38	20,30	6,89
3	7,51	29,38	17,66	7,22
4	7,23	26,79	13,61	6,91
5	4,91	24,56	13,61	6,38
6	6,16	25,84	3,23	6,44
7	6,29	19,37	1,71	6,49
8	5,69	22,58	5,52	6,29
9	6,87	21,41	2,43	6,79
10	7,32	20,83	9,75	6,54
<b>Rerata pH Nutrisi</b>				<b>6,63</b>

Berdasarkan pengujian pada **Tabel 10** diketahui 9 dari hasil pH akhir berada pada rentang 6 – 7 dengan 1 hasil pengujian yang tidak sesuai. Diperoleh juga rata-rata pH air sebesar 6,63. Sehingga mampu disimpulkan bahwa sistem kendali fuzzy untuk pengendalian pH nutrisi tanaman berada pada rentang yang aman bagi tanaman selada dan dapat disimpulkan pula bahwa purwarupa mampu bekerja dengan baik.

## 6. PENUTUP

Algoritma *Fuzzy Logic Controller* yang diterapkan pada purwarupa penelitian ini adalah jenis Mamdani yang mampu mengatur kadar konsentrasi nutrisi tanaman dan kadar pH air pada rentang pH yang aman

untuk tanaman selada dengan baik, yaitu kadar konsentrasi nutrisi sebesar 747,2 ppm untuk rentang aman 560 ppm – 840 ppm, dan kadar pH sebesar 6,63 untuk rentang aman 6 – 7. Berdasarkan percobaan diperoleh tingkat akurasi dan presisi sensor volume air sebesar 99.86% dan 99.6%, tingkat akurasi dan presisi sensor TDS sebesar 99.23% dan 99.82%, serta tingkat akurasi dan presisi sensor pH sebesar 99.22% dan 99.78%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Tahtawi, A. R., & Kurniawan, R. (2020). PH control for deep flow technique hydroponic IoT systems based on fuzzy logic controller. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 8(4), 323–329. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2020.13822>.
- Alam, R. L., & Nasuha, A. (2020). Alat Pengontrol Ph Air dan Monitoring Lingkungan Tanaman Hidroponik Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Internet Of Things. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(1), 11–20. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v5i1.34587>.
- Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler Konsep Dasar dan Praktis* (UB Press (ed.); 1st ed.). UB Press.
- Fitiani, E., & Fithri, N. (2021). Komparasi Simulasi Kontrol Suhu dan Level Air Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Sistem Fuzzy Mamdani dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). *Jurnal Ampere*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.31851/ampere.v6i1.5977>.
- Ibadillah, A. F., & Alfita, R. (2017). *Mikrokontroler dan Aplikasinya* (1st ed.). Media Nusa Creative.
- Meriyanto, Sepindjung, B., & Mandasari, R. (2017). Pengaruh Pemberian Larutan Nutrisi Hidroponik Dengan Berbagai Konsentrasi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada Merah (*Lactuca Sativa L.*) Dengan Sistem Deep Flow Technique (DFT). *Tri Agro*, 2, 38–41.

- Nur H, A., Elmunyah, H., & Rosita, D. (2020). Modul Ajar Fuzzy (A. Rendy T (ed.)). Ahlimedia Press.
- Prasetya, B., Boedi Setiawan, A., & Febrinda Hidayatulail, B. (2019). Fuzzy Mamdani Pada Tanaman Tomat Hidroponik (Mamdani Fuzzy on Hydroponics Tomato Plants). *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 3(2), 228.
- Santoso, B., Azis, A. I. S., & Zohrahayaty. (2020). *Machine Learning & Reasoning Fuzzy Logic (1st ed.)*. Deepublish.
- Suryatini, F., Pancono, S., Bhaskoro, S. B., & Muljono, P. M. S. (2021). Sistem Kendali Nutrisi Hidroponik berbasis Fuzzy Logic berdasarkan Objek Tanam. *TELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(2), 263. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i2.263>.
- Susilawati. (2019). *Dasar-dasar Bertanam Secara Hidroponik*. Unisri Press.
- Sutanto, T. (2015). *Rahasia Sukses Budi Daya Tanaman dengan Metode Hidroponik (1st ed.)*. Bibit Publisher.
- Syarief, E., Duryatmo, S., Angkasa, S., Apriyanti, R. N., Raharjo, A. A., Rizkika, K., Rahimah, D. S., Titisari, A., Setyawan, B., Vebriansyah, R., Fadhilah, R., Nugroho, H., & Awaluddin, M. (2014). *Hidroponik Praktis*. Trubus Swadaya.
- Umar, U.F., Akhmadi, N. Y., & Sanyoto. (2016). *Jago Bertanam Hidroponik untuk Pemula*. ArgoMedia Pustaka.

# **SISTEM PENDARATAN DARURAT PESAWAT UAV MENGUNAKAN PARASUT DALAM TIGA MODE**

Satyo Nuryadi, S.T., M.Eng.

Muhammad Yogi

Satyo.nuryadi@uty.ac.id, muhammadyogi944@gmail.com

## **ABSTRAK**

Proses pendaratan atau landing pada suatu pesawat tanpa awak merupakan hal yang kompleks karena membutuhkan pengendalian yang cukup banyak dari pesawat terbang disamping adanya kendala seperti pilot belum mahir menerbangkan pesawat, besarnya kecepatan angin secara mendadak, menabrak bangunan/pohon, kehabisan daya, kegagalan motor. Harga pesawat UAV tergolong mahal maka bila terjatuh akan menimbulkan kerugian materiil yang cukup besar sehingga diperlukan sebuah alat pengaman yang dapat meminimalisir kerusakan pesawat saat terjatuh. Alat pengaman tersebut berupa sebuah parasut yang akan terbuka secara otomatis ketika sebuah sensor mendeteksi parameter tertentu.

Penelitian ini berupa rancang bangun pesawat tanpa awak dan sistem buka parasut dengan tiga mode yaitu mode manual, otomatis dan *gyroscope*. Sistem menggunakan dua mikrokontroler berupa *pixhawk* sebagai autopilot dan *Arduino nano* sebagai sistem kendali parasut. Sensor yang digunakan adalah GPS untuk mengetahui titik koordinat dan sensor MPU6050 untuk memprediksi *crash* pada pesawat. Sistem parasut dapat dikendalikan secara manual oleh pilot, mampu bekerja secara otomatis melalui autopilot dan mampu bekerja berdasarkan nilai *gyroscope* yang sudah ditentukan nilainya. Pesawat tanpa awak berhasil melakukan landing dengan sempurna (bekerja 100%) pada masing-masing kondisi atau mode.

**Kata Kunci:** Pendaratan darurat, MPU6050, Parasut, Pixhawk, UAV.

## 1. PENDAHULUAN

Pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), adalah sebuah mesin terbang yang dikendalikan dari jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri dengan program tersendiri. Pesawat tanpa awak memiliki bentuk, ukuran, konfigurasi dan karakter yang bervariasi. Teknologi UAV sudah banyak di aplikasikan untuk pemantauan lingkungan dan keamanan, pengawasan meteorologi, riset cuaca, agrikultur, eksplorasi dan eksploitasi bahan-bahan mineral bahkan untuk kepentingan militer. Dibalik banyaknya kemampuan dan potensi yang dimiliki, Pesawat tanpa awak memiliki masalah serius. Pesawat dapat jatuh dengan tiba-tiba dengan banyak penyebab seperti pilot belum mahir menerbangkan pesawat, besarnya kecepatan angin, menabrak sisi bagian gedung atau pohon, kehabisan daya saat sedang terbang tinggi di udara, kegagalan motor, dan kondisi terburuk yang mungkin terjadi adalah *fly away*. Sebagai produk yang dibidang tidak murah, jika Pesawat jatuh maka akan menimbulkan kerugian materiil yang cukup besar dan juga dapat menyebabkan kecelakaan terhadap orang lain. Sehingga diperlukan sebuah alat pengaman yang dapat meminimalisir kerusakan Pesawat saat terjatuh. Alat pengaman tersebut berupa sebuah parasut yang akan terbuka secara otomatis ketika sebuah sensor mendeteksi parameter-parameter yang mengindikasikan pesawat dalam kondisi jatuh bebas. Penelitian ini menggunakan dua mikrokontroler Pixhawk 2.4.8 dan Arduino Nano sebagai perangkat pemrosesan utama, sensor *Gyroscope* untuk membaca gerak pesawat ketika kondisi *crash* kemudian perintah membuka parasut secara otomatis.

Penelitian ini dilakukan dengan merujuk pada referensi penelitian sebelumnya yaitu cara pengendalian UAV [1,2] menggunakan ardupilot [3], bentuk dan ukuran parasut [4], sensor pemicu keluarnya parasut berupa sensor tekanan udara [5] untuk membatasi ketinggian pesawat, sensor *accelerometer* [6,7] untuk mengetahui kecepatan pesawat yang mengindikasikan pesawat dalam kondisi jatuh, serta sensor GPS untuk mengetahui letak pesawat dengan menambahkan sensor GPS [5,6,7].



## Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

*Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* merupakan pesawat terbang yang di dalamnya tidak mengangkut awak atau pilot, namun dapat dikendalikan dari jarak jauh. Pesawat terbang ini dapat digunakan untuk berbagai kepentingan militer dan sipil, antara lain untuk mengintai daerah musuh, *survey* lahan baik itu pertanian, perkebunan dan pertambangan serta melakukan misi penyelamatan di daerah bencana. UAV memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan pesawat terbang konvensional, yaitu peningkatan kemampuan manuver, biaya pengoperasian dan perawatan yang rendah serta mengurangi resiko kecelakaan terhadap awak pesawat terbang.



**Gambar 1 Pesawat UAV Surveillance**

UAV syarat utamanya ialah dapat terbang dan dikendalikan oleh pilot di darat dari jarak jauh. Untuk itu *flight controller* pada pesawat terbang tanpa awak harus dapat dihubungkan dengan *controller* di darat agar pengaturan *flight controller* dapat dilakukan secara *real time*. Pesawat UAV banyak jenisnya, berdasarkan jenis sayapnya terbagi menjadi 2 jenis yaitu *Fixed Wing* dan *Rotary Wing*. Pesawat model *Fixed Wing* adalah pesawat yang memiliki bentuk sayap tetap atau tidak bergerak. Pesawat mendapatkan thrust dari gaya dorong motor yang menerpa bagian sayap yang memiliki bentuk airfoil tertentu dari depan sampai belakang sehingga menghasilkan gaya angkat. Pesawat model *rotary wing* memiliki sayap yang bergerak atau berputar atau baling-baling sehingga menghasilkan gaya angkat. Pergerakan pesawat diatur melalui perubahan sudut posisi baling-baling.

## 2. PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan pesawat UAV jenis *Fixed Wing*, dengan 3 mode pemicu pelepasan parasut yaitu mode manual, mode otomatis dan mode *gyroscope*. Tahapan penelitian dimulai dengan rancang bangun pesawat UAV berupa sistem mekanik, sistem elektronik, program pelontar parasut dan sistem auto pilot serta dilanjutkan dengan pengujian pelontaran parasut dengan 3 mode pemicu.

### Sistem Mekanik

Pembuatan gambar desain mekanik sistem ini menggunakan aplikasi Autocad. Perancangan ini meliputi komponen *body* pesawat yang digunakan sebagai peyangga bagi komponen – komponen pesawat seperti motor brushless, perangkat elektrik dan tabung pelontar parasut. Bahan dasar pembuatan wahana pesawat menggunakan Sterofoam, sedangkan untuk tabung pelontar parasut menggunakan tabung berbahan plastik.

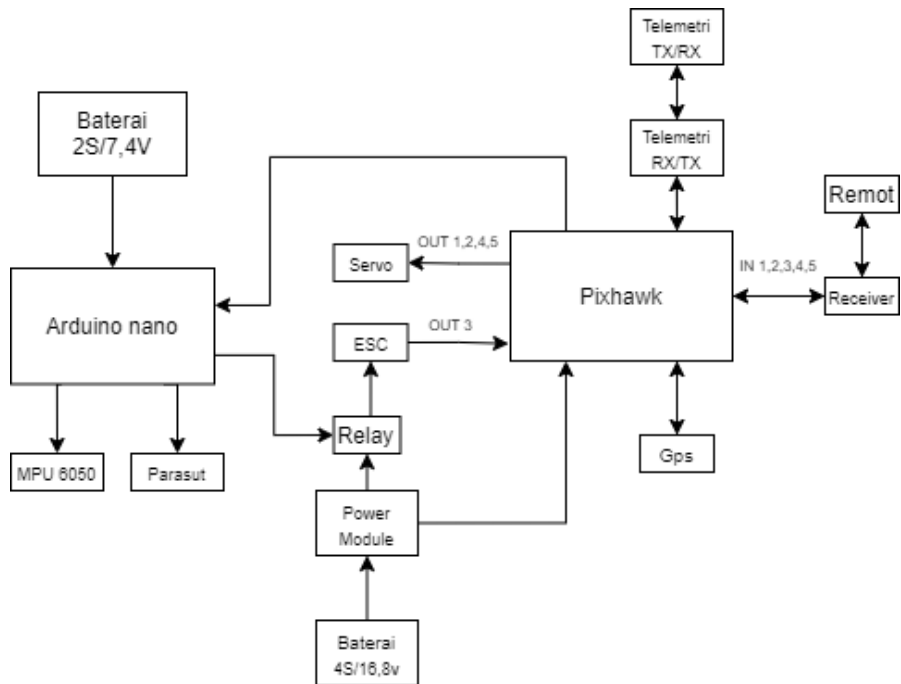


**Gambar 4 Wahana pesawat**



**Gambar 5 Tabung parasut**

## Sistem Elektronik

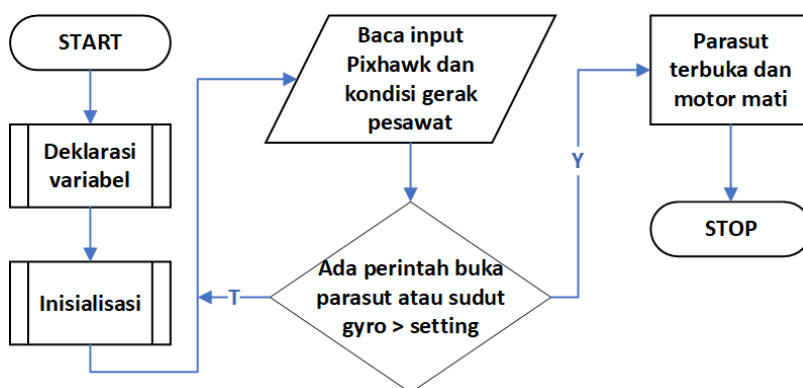


**Gambar 6 Blok diagram sistem**

Bagian elektronik sistem terdiri dari Arduino nano, pixhawk 2.4.8, ESC, *Motor Brushless*, Motor Servo, GPS Ublox Neo M8N, Modul Telemetri 933, Baterai 4s, sensor IMU MPU 6050, dan *Relay*. Sistem ini menggunakan dua buah pengontrol yang terdiri atas Pixhawk dan Arduino Nano. Pixhawk digunakan untuk pengendalian pesawat serta memberikan input ke Arduino Nano ketika pesawat diharuskan untuk melakukan landing. Input yang diberikan ke Arduino dilakukan ketika ada perintah landing secara manual atau ketika pesawat sudah menyelesaikan misi secara otomatis. Pixhawk menggunakan perangkat pendukung lain dalam mengendalikan pesawat seperti Servo yang digunakan untuk mengendalikan gerak *Roll*, *Pitch* dan *Yaw*, kemudian sensor GPS untuk mengetahui lokasi dari pesawat itu sendiri, Modul Telemetri untuk sistem komunikasi system kendali pesawat dengan GCS (Ground Control

Station), *Flight Controller* yang digunakan untuk menampilkan data-data sensor di GCS dan pesawat, Modul ESC (Electric Speed Control) sebagai mengatur kecepatan motor dan Motor Brushless sebagai pendorong pesawat serta *Receiver* untuk menerima perintah dari *remote control*. *Power supply* ini menggunakan baterai li-po/li-ion 4S (14.8 V – 16.8 V) yang secara langsung terhubung ke ESC melalui Relay 0.5 volt dan terhubung ke power module kemudian ke sistem autopilot. Arduino Nano digunakan untuk pengendalian parasut serta menghentikan motor pada pesawat tanpa awak berdasarkan perintah dari Pixhawk dan sensor *gyroscope*. Arduino ini menggunakan satu buah servo sebagai sistem pengunci parasut, sensor MPU6050 untuk membaca *gyroscope* dimana sensor ini digunakan untuk menganalisis suatu gerakan pesawat yang disebut *Crash*, serta modul Relay untuk mematikan motor pada pesawat.

### Program pelontar parasut



**Gambar 7 Diagram alir sistem**

Sistem dimulai dengan deklarasi variable yang terdiri atas penentuan tipe data, pemilihan pin input dan output Arduino serta pemilihan *library* untuk motor servo serta dilanjutkan membaca input. Input pada sistem berasal dari pixhawk dan sensor IMU. Perintah dari pixhawk akan dibaca oleh Arduino melalui pin digital dan sensor MPU6050 akan dibaca oleh Arduino melalui komunikasi serial I2C. Hal yang penting dalam program

ini adalah menentukan kondisi *crash*. Data pembacaan *gyroscope* digunakan untuk menentukan kondisi *crash* pada pesawat tanpa awak dimana pesawat dikatakan *crash* ketika nilainya adalah 180 derajat. Tahapan selanjutnya adalah membuka parasut dan mematikan motor. Sitem akan membuka parasut dan mematikan motor ketika terjadi beberapa kondisi diantaranya:

1. Ada perintah manual dari pilot untuk melakukan landing
2. Perintah dari autopilot ketika proses terbang telah selesai
3. Adanya kondisi crash pada pesawat

### **Sistem Autopilot**

Software ardupilot adalah sistem kendali yang dapat memandu sebuah pesawat dengan menentukan waypoint terlebih dahulu. Tahap perancangan autopilot pesawat ini menggunakan software Mission Planner. Dengan digunakannya software ini akan mempermudah pengguna dalam memonitoring pesawat. Pengaturan mode manual untuk membuka parasut dilakukan berdasar perintah dari pilot. Pengaturan mode otomatis untuk membuka tabung parasut berdasarkan waypoint di mission planer. Waypoint ini digunakan untuk jalur dari pesawat dan parasut akan terbuka. Pesawat tanpa awak akan bergerak dari waypoint 1 sampai waypoint terakhir secara berurutan. *Waypoint* terakhir yang nantinya akan fungsikan sebagai perintah pembuka parasut secara otomatis.

### **Hasil Uji Sistem Pendaratan Darurat Menggunakan Parasut**

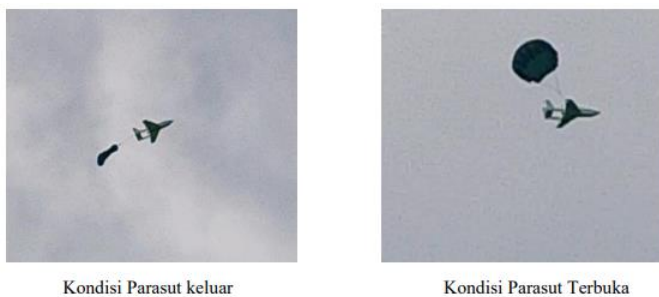
Pengujian pesawat tanpa awak dilakukan di lapangan Tiban, Sleman, Yogyakarta, dengan tiga mode yaitu Mode Manual, Otomatis dan *Gyroscope*.

1. Mode Manual

Pengujian manual merupakan pengujian sistem parasut yang dilakukan secara manual oleh seorang pilot ketika menghendaki pesawat tanpa awak melakukan landing dengan perintah switch A pada *remote control*. Pengujian ini dilakukan dengan cara menerbangkan pesawat tanpa awak hingga ketinggian tertentu kemudian mengaktifkan switch pada *remote control* untuk membuka sistem parasut tersebut. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem parasut dapat berkerja dengan

sempurna, ketika diberi perintah secara manual melalui Switch SWA pada *remote control*.

Pengujian sistem dilakukan tiga kali percobaan untuk melihat performa sistem buka parasut pada mode manual dengan melakukan percobaan pesawat tanpa awak berhasil membuka parasut secara sempurna pada mode manual seperti terlihat pada gambar 8. Pengujian ini akan diamati mulai dari proses pesawat tanpa awak melakukan take off kemudian bermanuver dan landing menggunakan parasut hingga mencapai ketanah. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 1



**Gambar 8 Parasut terbuka secara sempurna**

**Tabel 1 Hasil Pengujian Mode Manual**

Perintah Buka	Pengujian-ke					Keberhasilan
	1	2	3	4	5	
Ada	B	B	B	B	B	100%
Tidak	T	T	T	T	T	100%
Ket : T = Tabung parasut tertutup B = Tabung parasut terbuka, parasut keluar						

## 2. Mode Otomatis

Pengujian otomatis merupakan pengujian sistem parasut yang dilakukan dengan cara menerbangkan pesawat secara auto kemudian pesawat akan menyelesaikan misi sesuai waypoin yang buat, pada waypoint terakhir pesawat tanpa awak akan landing berdasarkan perintah dari waypoint tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan cara membuat jalur pesawat tanpa awak melalui software mission planer kemudian membuat

jalur misi sesuai ketentuan serta mengatur ketinggian penerbangan dan mengatur sistem buka parasut pada waypoint terakhir seperti terlihat pada gambar 9. Waypoint terakhir pada mode auto, pesawat akan landing dengan memberikan sinyal ke mikrokontroller kemudian secara otomatis pesawat mematikan *motor brushless* dan membuka parasut. Setelah melakukan pembuatan jalur dan mengatur mode buka parasut kemudian pesawat tanpa awak akan diterbangkan dengan aktifkan mode auto melalui *remote control*.



Pesawat take off dan Menuju ke waypoint 2

Pesawat landing di waypoint 5

**Gambar 9 Jalur Waypoint Pesawat**

**Tabel 2 Pengujian Mode Otomatis**

Kondisi	Pengujian-ke					Keberhasilan
	1	2	3	4	5	
Manuver	T	T	T	T	T	100%
Akhir Waypoint	B	B	B	B	B	100%
Ket : T = Tabung parasut tertutup B = Tabung parasut terbuka, parasut keluar						

### 3. Mode *Gyroscope*

Pengujian mode *gyroscope* merupakan pengujian sistem parasut yang bertujuan untuk mengetahui apakah sistem parasut dapat bekerja dengan baik ketika pesawat tanpa awak menghasilkan nilai sudut *gyroscope* yang diprediksikan akan terjadi crash.



Tanpa Gerakan

Gerakan Pitch

Gerakan Roll

**Gambar 10 Gerak pesawat**

Pengujian sistem yang dilakukan dengan cara mengaktifkan *gyroscope* melalui jumper sebelum pesawat tanpa awak diterbangkan. Ketika pesawat tanpa awak sudah diterbangkan secara manual, pilot akan mengganggu kestabilan terbang dari pesawat dengan cara memberikan perintah *pitch* dan atau *roll* secara maksimal dan mendadak (lihat gambar 10). Ketika sensor *gyroscope* membaca nilai  $350^{\circ}/s$  atau lebih maka sistem parasut terbuka.

Hasil Pengujian menunjukkan bahwa sistem parasut dapat bekerja dengan sempurna pada mode *gyroscope* sesuai nilai yang sudah diatur dan pesawat berhasil melakukan landing dengan sempurna menggunakan parasut. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3 Pengujian Mode Gyroscope**

Nilai minimum Gyro		Pengujian-ke					Keberhasilan
		1	2	3	4	5	
Pitch	Terpenuhi	B	B	B	B	B	100%
	Tidak terpenuhi	T	T	T	T	T	100%
Roll	Terpenuhi	B	B	B	B	B	100%
	Tidak terpenuhi	T	T	T	T	T	100%

Ket : T = Tabung parasut tertutup  
 B = Tabung parasut terbuka, parasut keluar

Keseluruhan pengujian sistem buka parasut pada pesawat tanpa awak dapat baik mode manual, mode otomatis maupun mode *gyroscope* dapat disimpulkan bahwa pesawat tanpa awak landing dengan sempurna



menggunakan parasut. Sistem tersebut berjalan dengan baik dimana parasut mampu membuka dengan sempurna dan pesawat tidak mengalami kerusakan baik secara sistem atau wahana pesawat ketika mencapai ketanah.

### **Kesimpulan**

Purwarupa sistem keamanan auto landing pada pesawat UAV menggunakan dua mikrokontroler yang dapat bekerja dengan baik. Sistem parasut mampu bekerja sesuai perintah baik pada mode manual, otomatis maupun mode gyroscope serta parasut terbuka dengan sempurna tanpa halangan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Afsah, U. (2018), Pengujian Parasut menggunakan Pesawat Uav Skywalker X8 pada saat Landing dengan Kondisi Engine Off, Skripsi, S.T, Teknik Penerbangan, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta, Yogyakarta.
- Basem, A. Marius, S. Gintautas, N. Gintautas, N. Rytis, M. Robertas, D. (2018), Design of fully Automatic Drone Parachute System with Temperature Compensation Mechanism for Civilian and Military Applications, Journal of Advanced Transportation,
- Hardy, S.S Vecky, C. P. Pinrolinvic, D.K.M (2018), Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Vol 7(1), 2301 – 8402
- Nugroho, I. A. (2017), Perancangan dan Pembuatan Pesawat Terbang Tanpa Awak yang dapat Dioperasikan secara Otomatis untuk Monitoring, Skripsi, S.T, Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta, Yogyakarta.
- Tuuk, P.R. C. Poekoel, C.V. Jane, L. (2018), Implementasi Pengendali PID Untuk Kestabilan Posisi Terbang Wahana Tanpa Awak, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Vol7(1), 2301 – 8402
- Umang, S. Verma, .D. A. S., (2018), Design and Simulation of Autonomous Parachute System for Unmanned Aerial Vehicle,

International Journal of Advance Engineering and Research  
Development, Vol 5(6), 2348 – 4470

Uswatun, P. (2016), Rancang Bangun Parasut Otomatis dan Sistem Pengiriman Sms pada Quadcopter, Skripsi, S.T, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

# **PENERAPAN ALGORITMA YOLO UNTUK MENDETEKSI JENIS PAKAIAN**

Rodhiyah Mardhiyyah, S.Kom., M.Kom.  
Banu Aziz Nasrulchoir

## **1. PENDAHULUAN**

*Computer Vision* merupakan salah satu bagian dari ilmu pengetahuan *Artificial Intelligence* memungkinkan komputer untuk mempelajari tentang bagaimana komputer dapat mendeteksi atau mengenali objek dengan cara yang sama seperti manusia. Umumnya, sebuah instansi memiliki aturan dalam berpakaian ataupun penggunaan atribut bagi setiap pegawai yang berada di lingkungannya. Salah satu tujuan dibuatnya adalah untuk meningkatkan ketertiban dan kedisiplinan setiap pegawai dalam berpakaian. Teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan tujuan perusahaan dalam hal disiplin dalam berpakaian di lingkungan instansi dimana objek yang dideteksi bisa disesuaikan dengan peraturan perusahaan. Misalnya di universitas, umumnya civitas akademika dilarang menggunakan kaos oblong, celana pendek, rok mini, dan sandal namun pelanggaran dalam berpakaian sering terjadi yaitu mahasiswa memakai kaos oblong atau pakaian tanpa kerah. Agar sistem dapat mendeteksi objek berupa jenis pakaian yang dipakai oleh civitas akademika baik yang sesuai peraturan maupun yang tidak sesuai peraturan maka perlu diidentifikasi objek-objek yang diperbolehkan maupun yang dilarang dengan melakukan *training dataset*.

## **2. PEMBAHASAN**

Dalam membangun aplikasi deteksi pakaian diperlukan beberapa tahapan agar aplikasi dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Adapun tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

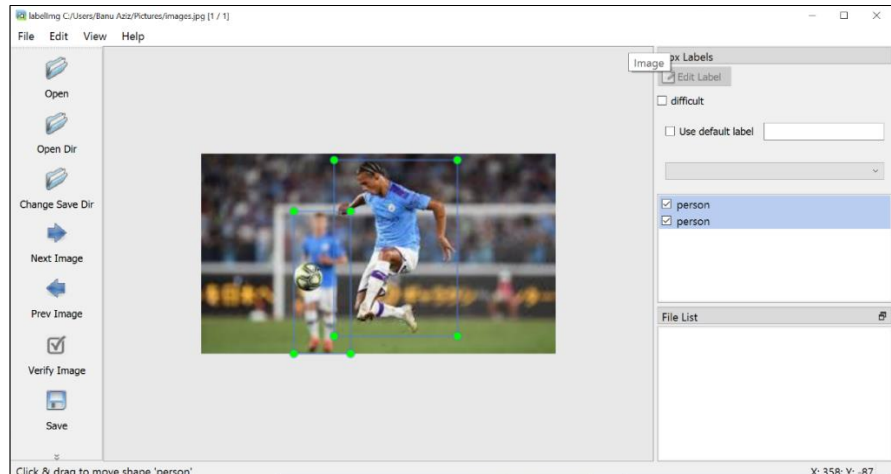
### **1. Pengumpulan dataset**

Dataset merupakan sekumpulan data yang bersifat himpunan data yang berasal dari data-data yang dikumpulkan dan siap untuk dikelola

menjadi sebuah informasi baru dengan menggunakan teknik pembelajaran supervised learning. Dataset yang digunakan berupa data hasil penelusuran google dimana citra tersebut diseleksi dan dipilih berdasarkan kriteria yang sesuai dan layak untuk digunakan sebagai dataset. Dataset dibuat dengan mengumpulkan data yang sesuai dengan kebutuhan dengan cara dan teknik tertentu guna keperluan analisis. Data yang dikumpulkan adalah gambar dengan objek berupa berbagai jenis pakaian baik yang sesuai dengan peraturan maupun yang tidak sesuai. Proses pengumpulan image dilakukan menggunakan OIDv4 (*Open Image Dataset Version 4*) Toolkit dimana toolkit tersebut merupakan library python yang dapat digunakan untuk mengunduh dataset dari *OpenImage Dataset v6* beserta label dalam jumlah yang banyak. Adapun jenis pakaian yang digunakan sebagai dataset adalah kaos oblong, kaos berkerah, kemeja, jas, jaket, celana panjang, celana pendek, sandal, dan sepatu.

## 2. Anotasi

Anotasi data bertujuan untuk memberikan label pada gambar dengan memberikan kotak pembatas (*bounding box*) dan nama kelas pada setiap objek. Anotasi data dilakukan menggunakan LabelImg. LabelImg merupakan program yang bersifat *open source* dan digunakan untuk *image annotation* (pelabelan gambar) yang akan dijadikan sampel atau dataset dalam sistem deteksi objek dengan format YOLO dan PascalVOC. LabelImg dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman python, sehingga untuk menjalankan *user interfacenya* membutuhkan instalasi python dan *library* PyQt di komputer. Gambar 1 merupakan tampilan LabelImg.



**Gambar 1. Antarmuka LabelImg**

### 3. Training dataset

Training dataset adalah bagian dataset yang dilatih dengan algoritma tertentu untuk membangun model dan membuat prediksi atau menjalankan fungsi dari sebuah algoritma Machine Learning. Training dataset dilakukan menggunakan *Google Colab* atau *Google Colaboratory* dimana *Google Colab* merupakan layanan dari *Google* yang dapat digunakan untuk menulis, menyimpan, menjalankan maupun membagikan program yang telah ditulis melalui *Google Drive*.

### 4. Implementasi

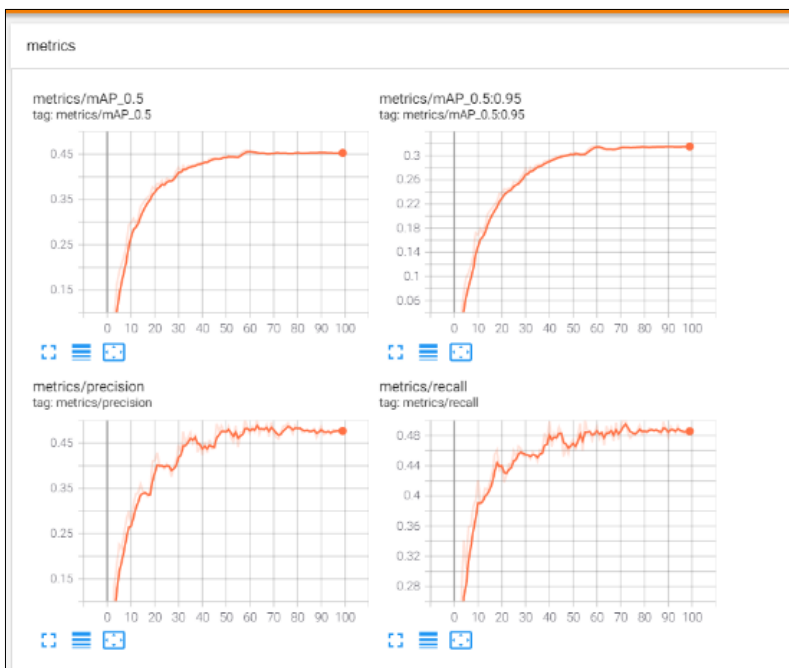
Implementasi algoritma yaitu menerapkan algoritma *You Only Look Once (YOLO)* dalam melakukan deteksi klasifikasi pakaian. Implementasi dilakukan dengan mengimplementasikan hasil desain ke dalam perangkat lunak menggunakan bahasa yang dapat dibaca oleh computer. Algoritma yang digunakan pada deteksi jenis pakaian ini adalah *YOLOv5s*.

### 5. Pengujian

Tahap uji coba dilakukan untuk mengetahui hasil pendeteksian objek dari aplikasi yang dibuat. Uji coba yang dilakukan yaitu dengan mendeteksi objek berupa pakaian menggunakan kamera. Objek yang dideteksi yaitu kemeja, kaos berkerah maupun tidak berkerah, jas, jaket, celana, sandal, dan sepatu. sehingga akan dilakukan beberapa uji coba.

### 3. HASIL PELATIHAN

Pada saat melakukan proses *training* dataset maka muncul bobot yang akan digunakan sebagai nilai atau parameter saat deteksi objek. Setiap bobot memiliki ukuran masing-masing pada setiap model YOLOv5. Selain bobot hasil *training* dataset, terdapat data-data yang dihasilkan setelah proses *training* dataset. Data-data tersebut berupa informasi tentang nilai *precision*, *recall*, mAP (*Mean Average Precision*), *confusion matrix* dan lain-lain. Presisi (*precision*) merupakan ukuran akurat dari suatu prediksi yaitu presentase prediksi benar. *Recall* merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar positif. Sedangkan mAP (*Mean Average Precision*) merupakan nilai rata-rata dari rata-rata presisi. Data-data yang berisi informasi tersebut divisualisasikan dalam bentuk gambar. Berikut grafik dari nilai mAP, *Precision* dan *Recall* yang ditampilkan pada Gambar 2.









**Gambar 2. Grafik Nilai mAP, *Precision*, Dan *Recall* Hasil *Training* Dataset**







Melalui grafik pada Gambar 2, terlihat bahwa nilai  $mAP@0.5$  terakhir pada epoch ke-100 yaitu 0.45 dan nilai  $mAP@0.5:0.95$  pada epoch ke-100 yaitu 0.32.  $mAP$  digunakan untuk membandingkan *bounding box* kebenaran dasar (*data training*) dengan *bounding box* yang terdeteksi dan mengembalikan skor. Sehingga semakin tinggi skor, semakin akurat model dalam mendeteksi objek. Kemudian selain nilai  $mAP$ , yaitu grafik nilai *precision* dan *recall* yang mana pada grafik tersebut hasil yang didapatkan untuk nilai *precision* yaitu 0.48 pada epoch ke-100 sedangkan *recall* yaitu 0.49 pada epoch ke-100.

#### 4. HASIL PENGUJIAN

Pada proses pengujian yang dilakukan secara *realtime* dengan pengambilan gambar melalui webcam dengan beberapa objek yang dideteksi. Objek tersebut berupa jenis pakaian yang dipakai dengan berbagai jarak pengambilan gambar. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan akurasi dalam pendeteksian objek. Jarak yang digunakan dalam pengujian ini, antara lain jarak 2-3 meter, jarak 3 – 5 meter, dan jarak 5 – 6 meter. Contoh hasil pengujian deteksi objek seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1. Pengujian dengan berbagai jarak deteksi**

No	Foto Pengujian		
	2-3 meter	3-5 meter	Lebih dari 5 meter
1			
2			

No	Foto Pengujian		
	2-3 meter	3-5 meter	Lebih dari 5 meter
3			
4			

Pengujian dilakukan dengan mengkombinasikan jenis pakaian antara pakaian atasan, pakaian bawahan, dan alas kaki dengan 20 kali pengujian dan 3 kategori jarak pengujian sehingga total objek yang dideteksi pada pengujian ini adalah 60 objek. Secara keseluruhan jumlah keberhasilan deteksi objek pakaian dengan berbagai jarak berdasarkan hasil pengujian seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Deteksi Objek dengan Berbagai Jarak**

Parameter	Jarak 2-3 meter		Jarak 3-4 meter		Jarak 5-6 meter	
	Terdeteksi	Tidak	Terdeteksi	Tidak	Terdeteksi	Tidak
Kaos	5	0	5	0	5	0
Kaos berkerah	4	0	4	0	4	0
Kemeja	4	0	4	0	4	0
Jas	4	0	4	0	3	1
Jaket	4	0	4	0	3	1
Celana panjang	9	0	9	0	9	0
Celana pendek	10	0	10	0	10	0
Sepatu	10	1	11	0	11	0
Sandal	9	0	8	1	4	5



Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa pada jarak 2-3 meter terdapat satu objek yang tidak terdeteksi yaitu sepatu. Pada jarak 3 – 5 juga terdapat satu objek yang tidak terdeteksi yaitu sandal. Sedangkan pada jarak 5 – 6 meter terdapat beberapa objek yang tidak terdeteksi yaitu jaket, jas, dan sandal tetapi objek sandal merupakan objek yang paling banyak tidak terdeteksi. Berdasarkan hasil pengujian tabel XX maka tingkat keberhasilan pengujian seperti pada Tabel 3 dimana deteksi objek pada jarak 2-3 dan 3-5 meter memiliki tingkat keberhasilan 98,33 %. Kemudian pada jarak 5-6 meter memiliki tingkat keberhasilan deteksi 88,33%.

**Tabel 3. Hasil Keberhasilan Pengujian Dengan Jarak**

Jumlah Objek	Jarak 2-3 Meter		Jarak 3 – 5 Meter		Jarak 5 – 6 Meter	
	Terdeteksi	Tidak	Terdeteksi	Tidak	Terdeteksi	Tidak
60 Objek	59	1	59	1	53	7
$presentase (\%) = \frac{jumlah\ terdeteksi}{jumlah\ total} \times 100$						
Presentase	98,33%		98,33%		88,33%	

### Penutup

Penerapan algoritma YOLO (*You Only Look Once*) untuk mendeteksi jenis pakaian yang digunakan adalah YOLOv5s dimana pada hasil pengujian deteksi objek dengan jarak 2-3 meter dan 3-5 meter memiliki tingkat keberhasilan sebesar 98,33% dengan objek yang tidak terdeteksi berupa sepatu dan sandal. Sedangkan pada jarak 5-6 meter memiliki tingkat keberhasilan sebesar 88,33% dengan objek yang tidak terdeteksi berupa sandal, , jas, dan jaket.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. (2017). *Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, Neural Network, dan Deep Learning*. Jurnal Teknologi Indonesia.
- Aningtias, P. R., Sumin, A., & Wirawan, S. (2020). *Pembuatan Aplikasi Deteksi Objek Menggunakan TensorFlow Object Detection API dengan Memanfaatkan SSD MobileNet V2 Sebagai Model Pra -*

- Terlatih*. Jurnal Ilmiah KOMPUTASI, 19(3), 421–430.
- Budi, A., Suma'inna, S., & Maulana, H. (2016). *Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA)*. Jurnal Teknik Informatika, 9(2), 166–175.
- Budiarjo, D. D. (2020). *Implementasi Sistem Cerdas Pada Otomatisasi Pendeteksian Jenis Kendaraan Di Jalan Raya*. Skripsi, Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Semarang, Semarang.
- Dewi, S. R. (2018). *Deep Learning Object Detection Pada Video Menggunakan Tensorflow Dan Convolutional Neural Network*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 1–60.
- Harfi, M. A. R. I., & Prasetya, D. A. (2020). *Prototipe Pendeteksi Masker Pada Ruangan Wajib Masker Untuk Kendali Pintu Otomatis Berbasis Deep Learning Sebagai Pencegahan Penularan Covid-19*. Simposium Nasional RAPI XIX, 47–55.
- Harismawan, A. F., Kharisma, A. P., & Afirianto, T. (2018). *Analisis Perbandingan Performa Web Service Menggunakan Bahasa Pemrograman Python, Php, Dan Perl Pada Client Berbasis Android*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 2(1), 237–245.
- Ilyas, M. (2020). *Deteksi Pelanggaran Berkendara Dengan Metode YOLO (You Only Look Once)*. Bandung.
- Kurniawan, H., Setiyono, B., & Isnanto, R. R. (2005). *Aplikasi Penjawab Pesan Singkat Automatis Dengan Bahasa Python*. Makalah Seminar Tugas Akhir S1, Jurusan Teknik Elektro Terpublikasi, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Lambacing, M. M., & Ferdiansyah. (2020). *Rancang Bangun New Normal Covid-19 Masker Detektor Dengan Notifikasi Telegram Berbasis Internet of Things*. Jurnal DINAMIK, 25(2), 77–84.
- Luthfi, A. (2021). *Pendeteksi Senjata berbahaya Pada Percobaan Tindakan Kriminal Dengan Menggunakan Metode YOLO (You*

*Only Look Once*). Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.

- Mashita, S. N. (2020). *Implementasi Deep Learning Object Detection Rambu K3 Pada Video Menggunakan Metode Convolutional Neural Network ( CNN ) Dengan Tensorflow (Studi Kasus: Rambu Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Jalur Evakuasi dan Alat Pemadam Api pada Gedung FMIPA UII)*. Skripsi, Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Monitawati, R., Suwandi, & Dyah K, Bethaningtyas, H. (2019). *Tracking Seragam Militer Berbasis Image Processing Secara Real Time*. Jurnal e-Proceeding of Engineering, 6(1), 1364–1369.
- Mukhti, I. N. P., Suwandi, & Bethaningtyas, H. (2016). *Sistem Otomasi Dalam Penyortiran Tomat Dengan Image Processing Menggunakan Metode Deteksi Rgb*. Universitas Telkom.
- Mulyawan, H., Samsono, M. Z. H., & Setiawardhana. (2013). *Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image Processing Secara Real Time*. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, (ITS) Surabaya., 1–5.
- Nurkamid, M., & Sutejo. (2017). *Metode Kecerahan Citra Kontras Citra Dan Penajaman Citra Untuk Peningkatan Mutu Citra*. Jurnal Universitas Muria Kudus, January, 1–26.
- Pramestya, R. H. (2018). *Deteksi Dan Klasifikasi Kerusakan Jalan Aspal Menggunakan Metode Yolo Berbasis Citra Digital*. Program Strata-2, Fakultas Matematika, Komputasi dan Sains Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Pratikno, A. S. (2017). *Implementasi Artificial Intelligence dalam Memetakan Karakteristik, Kompetensi, dan Perkembangan Psikologi Siswa Sekolah Dasar Melalui Platform Offline Conference*. Universitas Negeri Yogyakarta, September 2017, 18–27.

- Putra, M. I. (2019). *Sistem Rekomendasi Kelayakan Kredit Menggunakan Metode Random Forest pada BRI Kantor Cabang Pelaihari*. Skripsi, Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya.
- Putra, P. H. (2020). *Rancang Bangun Prototype Pengolahan Citra Mobil Untuk Mendeteksi Slot Parkir Yang Kosong Dengan Menggunakan Model Ssd (Single Shot Detector) Berbasis Raspberry Pi*. Skripsi, Teknik Multimedia dan Jaringan, Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.
- Rosdiana, D. (2017). *Tracking Objek Bergerak Dengan Algoritma K-Means*. Jurnal TEDC, 11(1), 31–36.
- Sabilla, I. A. (2020). *Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Jenis Dan Kesegaran Buah Pada Neraca Buah*. Tesis, Departemen Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
- Sitohang, A., & Taufik, I. (2018). *Pendeteksian Wajah Manusia Pada Citra Digital Menggunakan Template Matching*. Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP), 1(2), 81–86.
- Syukri, & Samsuddin. (2018). *Pengujian Algoritma Artificial Neural Network (ANN) Untuk Prediksi Kecepatan Angin*. Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi, 2(1), 43–47.
- Tobi, M. D. (2015). *Rancang Bangun Purwarupa Sistem Pendeteksi Kendaraan Menggunakan Pustaka Opencv*. Electro Luceat, 1(1).
- Wasril, A. R., Ghozali, M. S., & Mustafa, M. B. (2019). *Pembuatan Pendeteksi Obyek Dengan Metode YOLO (You Only Look Once) Untuk Automated Teller Machine (ATM)*. Majalah Ilmiah UNIKOM, 17(1), 69–76.
- Yusuf, F. (2017). *Pendeteksian Nomor Polisi Kendaraan Bermotor Berbasis Citra Digital Menggunakan Metode Binerisasi Dan Tempale Matching*. Jurnal Teknosains, 11(1), 63–70.

# **PENERAPAN IOT PADA WEBSITE PEMANTAUAN LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

**Ari Sugiharto, S.Si., M.Eng.**

**Ahmad Ceris Nanda**

*Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Sains & Teknologi*

*Universitas Teknologi Yogyakarta*

*Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta*

*E-mail : ari.sugiharto@uty.ac.id*

## **ABSTRAK**

*Batik Indonesia semakin berkembang tidak hanya sebagai budaya tetapi juga sebagai identitas dan jati diri bangsa setelah memperoleh pengakuan dari United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Industri batik semakin berkembang seiring penjualan batik yang meningkat. Akan tetapi industri batik memiliki efek samping berupa limbah cair sehingga dapat mengancam kondisi lingkungan jika tidak diperlakukan terlebih dulu hingga cukup aman untuk dibuang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem pemantauan tingkat polutan limbah cair industri batik dengan memanfaatkan teknologi sensor dan Internet of Things (IoT) berbasis website. Perangkat keras yang digunakan adalah NodeMcu, Sensor Turbidity, Sensor suhu DS18B20, Sensor MQ-135. Antarmuka pada website ini disusun dengan menggunakan sublime text dengan pemrograman CSS dan Bootstrap sebagai penyusun tampilan halaman, serta Java Script sebagai fungsi pada setiap tampilan. Pemantauan air limbah batik didapatkan dari hasil baca sensor dengan presentase rata-rata eror sensor suhu 1,92%, rata-rata error sensor tingkat kekeruhan 0,89%, serta rata-rata eror sensor yaitu 0,35%.*

**Kata kunci :** Batik, Pemantauan, Website, IoT

## **1. PENDAHULUAN**

Sektor industri merupakan sektor percepatan laju ekonomi. Industri batik adalah salah satu industri penggerak ekonomi. Batik Indonesia semakin berkembang tidak hanya sebagai budaya tetapi juga sebagai identitas dan jati diri bangsa setelah memperoleh pengakuan dari United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Sentra produksi batik di Indonesia tersebar di beberapa daerah seperti di Yogyakarta, Solo, Klaten, Madura, dan daerah lain termasuk diluar pulau Jawa.

Sebagai contoh peranan berkembangnya industri batik terhadap kemajuan sektor ekonomi dapat dilihat data di salah satu sentra industri batik terbesar di Jawa Tengah, yaitu Kota Pekalongan. Kota Pekalongan merupakan salah satu kota di Jawa Tengah yang memiliki jumlah UMKM yang cukup banyak dan didominasi oleh industri garmen dan batik, yaitu sebesar 90,10% dari keseluruhan jumlah industri yang ada di Kota Pekalongan. Berdasarkan data dari Disperindag Provinsi Jawa Tengah, Kota Pekalongan memiliki jumlah industri batik skala kecil sebanyak 714 industri, lebih banyak dibandingkan dengan kota-kota penghasil batik lain di Jawa Tengah.

Aktivitas Industri batik pekalongan memberikan kontribusi terhadap PDRB Kota Pekalongan. Melalui sektor Perdagangan memberikan sumbangan tertinggi terhadap struktur perekonomian di Kota Pekalongan yaitu sebesar 22,72%, sementara sektor Industri Pengolahan yang sebagai sektor unggulan penunjang perekonomian sebesar 21,43%. Kontribusi tersebut memberikan dampak pada nilai PDRB Kota Pekalongan yang tercatat pada tahun 2017 PDRB Kota Pekalongan dengan perhitungan Atas Dasar Harga Konstan (ADHK) mencapai 9,28 triliun rupiah meningkat dibandingkan tahun 2016 yang hanya mencapai 8,50 triliun rupiah. (Sumber: DPMPTSP Kota Pekalongan).

Keberhasilan ekonomi harus seimbang dengan indeks lingkungan, namun pada kenyataannya yang terjadi adalah indeks ekonomi berbanding terbalik dengan indeks lingkungan. Kondisi ekonomi masyarakat khususnya pelaku industri batik meningkat akibat penjualan batik yang meningkat, akan tetapi kondisi lingkungan semakin menurun. Kontribusi industri batik terhadap pertumbuhan ekonomi di Kota Pekalongan,

membuat semangat untuk terus meningkatkan hasil produksi batik. Namun, aktivitas bisnis industri batik ternyata memberikan dampak terhadap kerusakan lingkungan. Hal ini dikarenakan pada proses produksi batik terdapat tahapan pewarnaan yang menghasilkan limbah cair. Meskipun umumnya produsen batik sudah berusaha untuk mengolah dulu limbah cair tersebut sebelum dialirkan ke sungai, namun tingkat polutan pada hasil pengolahannya belum terukur dengan baik. Sehingga potensi kerusakan lingkungan akibat pencemaran limbah cair di sungai masih beresiko terjadi.

Ukuran tingkat polutan pada limbah cair antara lain pada sifat fisiknya, yaitu kekeruhannya. Kekeruhan merupakan suatu kondisi di air yang disebabkan oleh adanya materi tersuspensi, sehingga terjadi hamburan dan penyerapan sinar cahaya (Spellman, 2003). Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi maka semakin tinggi nilai kekeruhan. Akan tetapi, tingginya nilai padatan tersuspensi tidak selalu diikuti dengan tingginya nilai kekeruhan (Effendi, 2003).

Standar air untuk layak dikonsumsi harus dengan maksimum yang diperbolehkan sebesar 5 NTU (Nephelometric Turbidity Unit, satuan kekeruhan air) (Menkes, 2010). Sedangkan standar air untuk penggunaan selain konsumsi dijelaskan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal 3 September 1990, yaitu tingkat kekeruhan air bersih yang bisa digunakan sebesar 25 NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Tingkat kekeruhan air yang melebihi 25 NTU menyebabkan air tersebut tidak bisa digunakan dalam kegiatan sehari-hari. Berdasarkan peraturan tersebut berarti limbah cair hasil produksi batik harus diolah hingga terukur tingkat kekeruhannya tidak melebihi 25 NTU, baru dapat dialirkan ke sungai agar tidak mencemari lingkungan.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, maka diperlukan adanya penelitian untuk merancang sistem pemantauan pencemaran air limbah batik berbasis Internet of Thing. Dengan adanya sistem ini, diharapkan pengguna baik masyarakat, pihak industri, maupun pemerintah yang berwenang dapat bersama-sama melakukan pemantauan kondisi air sungai melalui antarmuka website yang dirancang. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat diperoleh perumusan masalah

yaitu bagaimana perkembangan teknologi dibidang IoT yang memungkinkan masyarakat dapat lebih mudah mendapatkan informasi terkait tingkat polutan limbah cair dari produksi batik.

Penelitian perancangan sistem pemantauan tingkat polutan air limbah batik memanfaatkan teknologi berbasis IoT dibatasi dalam cakupan berbagai hal sebagai berikut:

- a. Menggunakan modul *NodeMCU* yang berguna sebagai mikrokontroler sekaligus berfungsi untuk mengirimkan parameter pencemaran ke internet atau website.
- b. Parameter pada sistem pemantauan yang dibuat adalah mengukur tingkat kekeruhan, suhu, dan gas pada limbah cair dari produksi batik.
- c. Menggunakan sensor turbidity, sensor suhu DS18B20 dan sensor gas MQ-135.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

### **2.1. Jalan Penelitian**

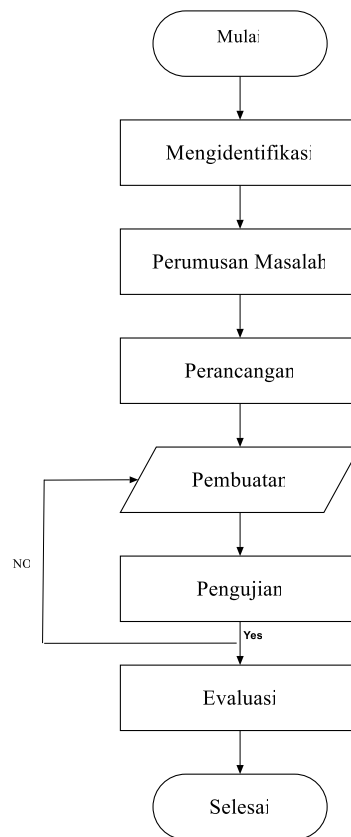
Jalan penelitian merupakan langkah peneliti dalam mengatasi masalah yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian perancangan system pemantauan tingkat polutan air limbah batik berbasis *internet of thing*. Dalam penelitian ini ini langkah dimulai dengan studi pustaka, analisa kebutuhan, perancangan alat, pembuatan alat, dan pembuatan laporan ini dengan masing-masing penjelasan sebagai berikut:

- a. Dalam mengidentifikasi pada penelitian ini dengan menentukan objek dan pokok permasalahan yang akan di teliti, mencari isu-isu yang mencakup dengan objek penelitian
- b. Perumusan masalah dengan mengumpulkan ide-ide dan pokok permasalahan yang akan di gunakan sebagai penelitan sehingga dapat menentukan apa yang akan di teliti dan bagaimana cara menyelesaikannya.
- c. Dalam perancangan alat sendiri di mulai dengan mengumpulkan informasi tentang bahan objek yang akan di buat dan membuat desain yang sesuai dengan website yang akan dibuat sebagai penelitian agar dapat hasil yang maksimal.
- d. Dalam proses pembuatan itu sendiri dimulai dengan membangun



alat tersebut kemudian membuat aplikasi yang akan digunakan sebagai *output*.

- e. Proses pengujian dimulai dengan menguji alat tersebut apakah berfungsi dengan benar kemudian dari alat tersebut mengirimkan data ke data base, untuk aplikasi digunakan sebagai menampilkan data dari database kemudian dikelola sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan jika sesuai maka lanjut ke tahap evaluasi jika tidak maka harus dibuat lagi agar sesuai dengan apa yang diinginkan.
- f. Dalam evaluasi, akan dinilai keberhasilan dari alat dan aplikasi dan apakah sesuai dengan yang diharapkan. *Flowchart* jalan penelitian seperti pada gambar 1.



**Gambar 1: Flowchart jalan penelitian**

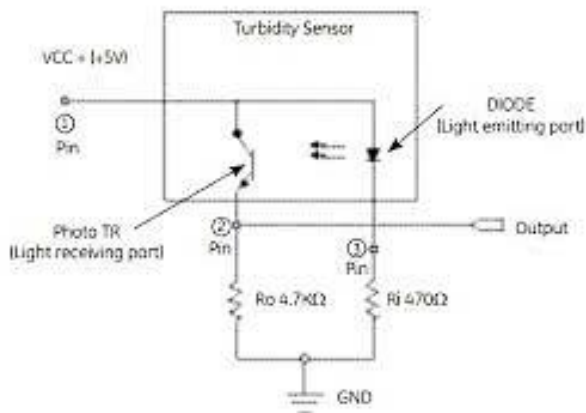
## 2.2. Bahan Penelitian

### 2.2.1. NodeMcu

Merupakan modul turunan pengembangan dari modul platform IoT (*Internet of Things*) keluarga ESP8266 tipe ESP-12, Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “*Connected to Internet*”. Selain itu ukuran board modulnya diperkecil sehingga compatible digunakan membuat prototipe projek di breadboard. Serta terdapat pin yang dikhususkan untuk komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*) dan PWM (*Pulse Width Modulation*).

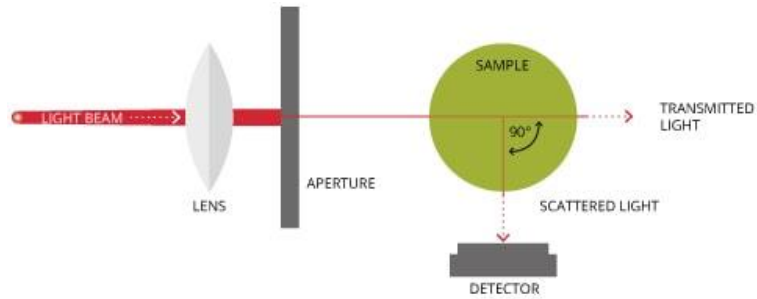
### 2.2.2. Sensor Turbidity

Pada dasarnya sensor kekeruhan mempunyai dua bagian penting yang berfungsi untuk pendeteksian tingkat kekeruhan zat cair, yaitu *transmitter* dan *receiver* yang keduanya mempunyai hubungan untuk pendeteksian. *Transmitter* pada sensor kekeruhan berfungsi untuk mengirimkan cahaya yang akan diterima oleh *receiver*, kemudian cahaya yang tembus melewati zat cari diterima oleh *receiver* diubah dalam bentuk data analog yang digunakan sebagai data tingkat kekeruhan zat cair. Rangkaian sensor turbidity terlihat seperti gambar 2



**Gambar 2: Rangkaian sensor turbidity**

Sensor beroperasi pada prinsip bahwa ketika cahaya dilewatkan melalui sampel air, jumlah cahaya yang ditransmisikan melalui sampel tergantung pada jumlah tanah di dalam air. Saat permukaan tanah meningkat, jumlah cahaya yang ditransmisikan berkurang. Cara kerja sensor terlihat seperti gambar 3



**Gambar 3: Cara kerja sensor**

### 2.2.3. Sensor MQ-135

*MQ-135 Air Quality Sensor* adalah sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi gas amonia ( $\text{NH}_3$ ), natrium-dioksida ( $\text{NO}_x$ ), alkohol/ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), benzena ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), gas belerang/sulfurhidroksida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan asap / gas-gas lainnya di udara. Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistensi analog di pin keluarannya. Pin keluaran ini bisa disambungkan dengan pin ADC (*analog-to-digital converter*) di mikrokontroler/pin analog input Arduino dengan menambahkan satu buah resistor saja (berfungsi sebagai pembagi tegangan/*voltage divider*).

### 2.2.4. Sensor suhu DS18B20

Sensor *DS18B20* waterproof merupakan sensor pengukur temperatur atau suhu yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler. Sensor ini memiliki keluaran digital sehingga tidak membutuhkan rangkaian ADC, tingkat keakurasian serta kecepatan dalam mengukur suhu memiliki kestabilan yang lebih baik dari sensor suhu lainnya.

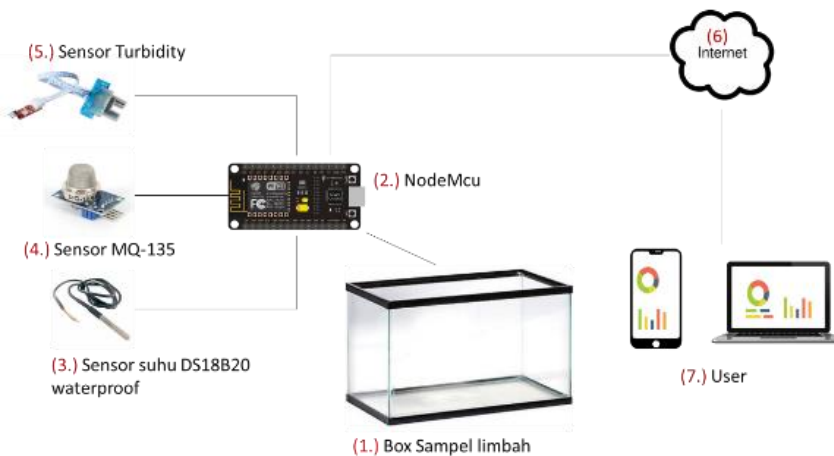
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dalam pengimplementasian sistem pada website berupa tahapan untuk membuat perancangan menjadi sistem yang dapat digunakan sesuai kebutuhan. Hasil penelitian dengan judul *Penerapan Iot Pada Website Pemantauan Limbah Cair Industri Batik* ini adalah terbentuknya sebuah sistem yang terintegrasi dengan perangkat keras seperti *NodeMcu*, *Sensor Turbidity*, *Sensor suhu DS18B20*, dan *Sensor MQ-135*. Beberapa fitur yang tersedia dalam website yang disediakan antara lain:

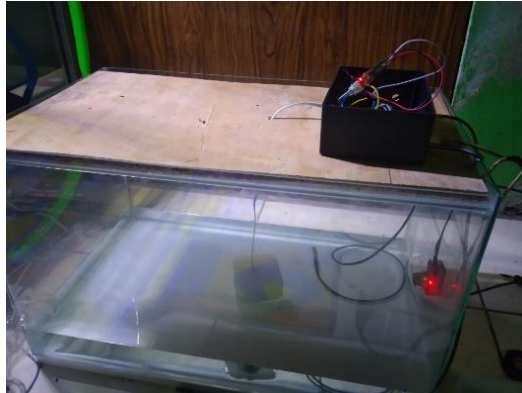
- a. Peringatan perubahan warna masing-masing sensor sesuai parameter yang telah ditetapkan
- b. Data yang ditampilkan dalam bentuk grafik
- c. Data Riwayat ditampilkan menggunakan tabel

#### 3.1. Perancangan Mekanik

Pada gambar 4 menunjukkan alur kerja alat dan gambar 5 menunjukkan perancangan mekanik yang terdiri dari berbagai komponen alat yang digunakan pada Box untuk tempat sampel limbah. Rangkaian sensor akan diletakkan di atas tutup box untuk mengerjakan proses pemantauan.



**Gambar 4: Alur kerja alat**



**Gambar 5: Rangkaian mekanik**

### 3.2. Pengujian Sensor

Pembahasan dalam hasil perancangan Penerapan Iot Pada Website Pemantauan Limbah Cair Industri Batik berisi tentang hasil uji coba perangkat yang terkait dengan tingkat akurasi dan presisi baca sensor. Berikut adalah hasil uji coba dari komponen perangkat keras yang telah terhubung pada website yang digunakan untuk pemantauan limbah batik.

Pada alat ini pengujian terhadap limbah mengikuti standar dari kementerian keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-51/MENLH/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri. Pada alat ini ditentukan 3 parameter sebagai standar kelayakan buang dari suatu limbah ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

**Tabel 1: Standar kementerian**

Parameter	Standar
Sensor Suhu	30 °C
Sensor Turbidity	25 Ntu
Sensor Mq-135	30%

#### 3.2.1. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pada pengujian sensor suhu *DS18B20 waterproof* yang terhubung *NodeMCU ESP8266* dimaksudkan agar dapat diketahui selisih antara modul sensor suhu *DS18B20* dengan thermometer. Pada jalur data sensor

suhu diberi resistor sebesar  $4.7k \Omega$ . Apabila resistor tersebut tidak diberi maka keluaran sensor akan menjadi  $-127 \text{ }^\circ\text{C}$ . Percobaan pada tabel 2 menggunakan air pewarna batik

**Tabel 2: Perbandingan sensor**

Percobaan	DS18B20 ( $^\circ\text{C}$ )	Thermometer ( $^\circ\text{C}$ )	Selisih	Persentase
1	28	27,5	0,5	1,81%
2	28,33	27,5	0,83	3,01%
3	28,66	28	0,66	2,35%
4	27,96	28	0,04	0,14%
5	28,66	27,5	0,84	3,05%
Rata-rata			0,57	1,92%

Dari hasil perhitungan temperature air yang dicampur pewarna batik memiliki eror dibawah  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  dengan presentase rata-rata error sebesar 1,92%

### 3.2.2. Pengujian Sensor Turbidity dan MQ-135

Pengujian sensor turbidity sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal 3 September 1990 menjelaskan, tingkat kekeruhan air bersih yang bisa digunakan yaitu 25 NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Tingkat kekeruhan air yang melebihi 25 NTU maka air tersebut tidak bisa digunakan dalam kegiatan sehari-hari. Pada pengujian baca sensor turbidity pengukuran dilakukan pada beberapa jenis air diantaranya air bersih tanpa tercampur limbah, air pewarnaan. Untuk tabel hasil pengujian setiap baca sensor dapat dilihat pada table perbandingan 3 dan tabel 4.

**Tabel 3: Perbandingan sensor turbidity dan mq-135**

Percobaan	Air jernih (L)	Limbah Batik			Sensor	
		Naphthol (gr)	Garam Diazonium (gr)	TRO (gr)	Turbidity (Ntu)	MQ-135 (ppm)
1	1	5	10	1,5	816,04	3800
2	2	10	20	3	1288,36	4000
3	3	25	30	4,5	1798,09	4000

Percobaan	Limbah Batik				Sensor	
	Air jernih (L)	Napthol (gr)	Garam Diazonium (gr)	TRO (gr)	Turbidity (Ntu)	MQ-135 (ppm)
4	4	30	40	6	2255,27	4300
5	5	35	50	7,5	2474,45	4500

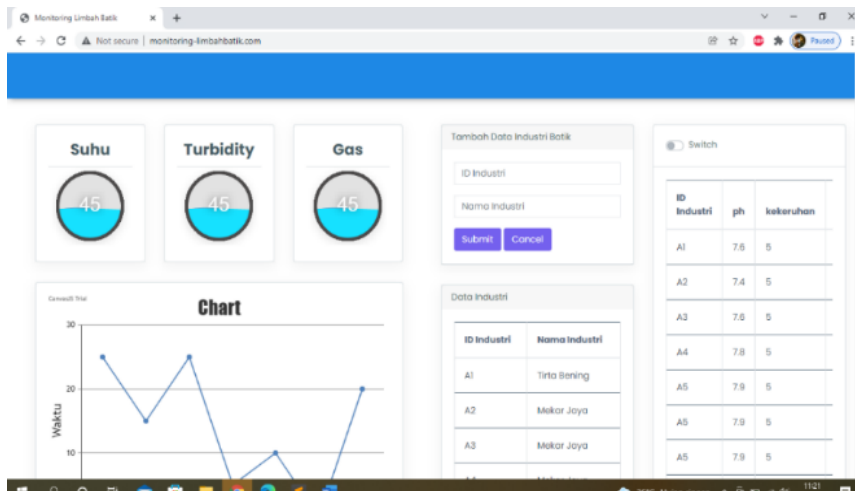
**Tabel 4: presentase turbidity dan mq-135**

Percobaan	Persentase	
	Turbidity	MQ-135
1	0,02%	0,07%
2	0,61%	0,07%
3	0,99%	0,11%
4	1,31%	0,04%
5	1,53%	0,06%
Rata-rata	0,89%	0,35%

### 3.3. Pembangunan Website

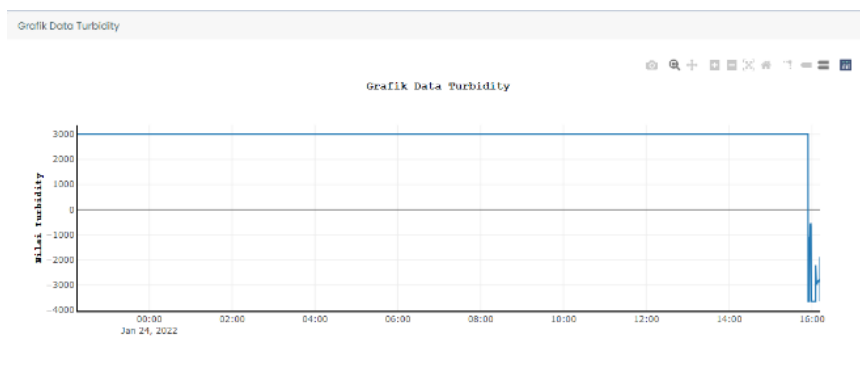
Website bertujuan sebagai media tampil (*user interface*) dari alat yang dibuat. Tampilan website ini berisi data-data dari parameter dari limbah batik yang berbentuk data digital dan grafik.

Antarmuka pada website ini disusun dengan menggunakan sublime text dengan pemrograman CSS dan Bootstrap sebagai penyusun tampilan halaman dan Java Script sebagai fungsi pada setiap tampilan. Hasil pengembangan antarmuka pada website tampak seperti pada gambar 6.



**Gambar 6: Dashboard**

Data grafik diambil dari riwayat pengujian sensor, penyajian bentuk grafik ini bertujuan supaya mempermudah pengguna memahami deteksi limbah, data yang diambil dari tiga sensor yaitu sensor kekeruhan, sensor suhu, sensor gas. Data grafik seperti pada gambar 7.



**Gambar 7. Data Grafik**



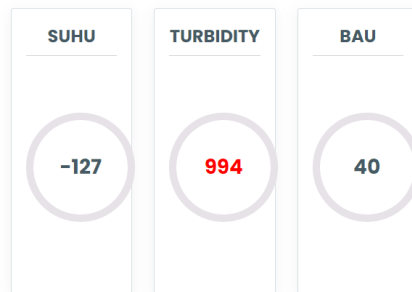
Data riwayat pengujian tiga sensor pada limbah batik disajikan dalam bentuk tabel, di dalam tabel berisi hari, jam tanggal, serta hasil yang diperoleh sesuai waktu pengukuran. Tampilan Riwayat sensor seperti pada gambar 8.



Data Suhu			
Hari	Jam	Tanggal	Suhu
Selasa	21:07:54	2022-01-11	0.0
Selasa	21:08:00	2022-01-11	-127.0
Selasa	21:08:07	2022-01-11	-127.0
Selasa	21:08:13	2022-01-11	-127.0
Selasa	21:08:19	2022-01-11	-127.0
Selasa	21:08:25	2022-01-11	-127.0

**Gambar 8. Riwayat Sensor**

Data yang masuk berupa data digital dari sensor secara *real-time*. Pada website ini juga terdapat tanda pada tampilannya: jika data pada setiap sensor melebihi dari parameter maka tampilan data sensor akan berwarna merah, sedangkan jika angka sensor aman akan berwarna hitam. Perbedaan tampilan data sensor berdasarkan parameter tampak seperti pada gambar 9.



**Gambar 9. Parameter Sensor**

### 3.4. Pengujian Sistem

Data yang masuk berupa data digital dari sensor secara real-time, pada halaman ini juga terdapat tanda pada tampilannya jika data pada setiap sensor naik dari parameter yang sudah ada tampilan data sensor akan berwarna merah sedangkan jika angka sensor aman akan berwarna hitam. Table pengujian sistem terlihat seperti pada table 5.

**Tabel 5: Pengujian sistem**

Percobaan	Suhu DS1820B (°C)	Turbidity (Ntu)	Gas MQ-135 (ppm)	Yang diharapkan	Hasil
1	27,30	816,04	38	Notifikasi Merah	Memberikan Notifikasi
2	27,33	1288,36	40	Notifikasi Merah	Memberikan Notifikasi
3	26,95	1798,09	40	Notifikasi Merah	Memberikan Notifikasi
4	28,33	2255,27	43	Notifikasi Merah	Memberikan Notifikasi
5	28,66	2474,45	45	Notifikasi Merah	Memberikan Notifikasi

## **4. PENUTUP**

### **4.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian ini dengan judul Perancangan Sistem Pemantauan Pencemaran Air Limbah Batik Berbasis *Internet of Things* dapat diperoleh kesimpulan yaitu sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil pengujian sistem perangkat keras dan perangkat lunak dapat terkoneksi dengan baik sehingga menghasilkan prototipe yang dapat digunakan untuk pemantauan air limbah batik.
- b. Pengukuran limbah batik terdiri dari tiga parameter yaitu mendeteksi dengan menggunakan sensor *Turbidity* atau kekeruhan, sensor suhu *DS18B20 waterproof* sebagai deteksi suhu air limbah dan sensor gas *MQ-135* pengukur gas atau bau pada limbah batik
- c. Pemantauan air limbah mendapatkan hasil baca sensor dengan presentase rata-rata error suhu 1,92% untuk air limbah pewarna batik dan rata-rata error untuk *Turbidity* yaitu 0,89% sedangkan *MQ-135* yaitu 0,35%

### **4.2 Saran**

Berikut adalah saran yang bermanfaat bagi pengembang Penerapan Iot Pada Website Pemantauan Limbah Cair Industri Batik berikutnya yaitu:

- a. Menambahkan jumlah sensor agar mendapatkan hasil pemantauan lebih baik dengan akurasi yang lebih baik pula.
- b. Menambahkan jenis sensor baru misal seperti sensor ph atau sensor lain agar hasil pemantauan lebih kompleks lagi
- c. Menambahkan fitur notifikasi darurat apabila hasil dalam pengukuran limbah tidak normal.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Alya Rizkiya, Ahmad. 2018. *Sistem Pemantauan Limbah Cair Tekstil Berbasis Website*. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.

Febriyanti, cyntia puspa dan Elizabeth Titiek Winanti. 2020. *Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Sidoarjo Menjadi Air Bening Non-Konsumsi Menggunakan Integrasi Flocculation*

- Coagulation dan Constructed Wetland*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Hendrawati, Trisiani Dewi Dkk. 2019. *Sistem Pemantauan Kualitas Air Sungai di Kawasan Industri Berbasis WSN dan IoT*. Sukabumi: Politeknik Sukabumi.
- Herdiansyah, Raditya Rifky. 2018. *Sistem Pemantauan Air Limbah Industri berbasis internet Menggunakan Thingspeak*. Kudus: Universitas Muria Kudus.
- Herliana, A. dan Rasyid. (2016). *Sistem Informasi Pemantauan Pengembangan Software Pada Tahap*. Jurnal Informatika. 1: 41–50.
- Hermawan, A. M. 2015. *Perancangan Sistem Basis Data*. Jakarta: Elex media Komputindo.
- Isnianto, Hidayat Nur dan Muhammad Arrofiq. 2016. *Implementasi IoT Untuk Pemantauan Tingkat Kekeruhan Aliran Air Melalui Wi-Fi ESP 6288 Berbasis Arduino*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Solichin, A. 2016. *Pemrograman web dengan PHP dan MySQL*. Jakarta: Universitas Budi Luhur.
- Trianti, L. 2017. *Pemanfaatan Limbah Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Seledri (Apium Graveolens L) Sebagai Penunjang Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. Aceh: UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Wahyudi, K. Dkk. 2017. *Sistem Informasi Manajemen Pekerjaan Panel Listrik Berbasis Web di PT. Yoel Tricitra*. Jurnal Infra. 5(1): 73-77.

# PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS UNTUK PEMANTAUAN ALAT PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN TANAMAN

Suyud Widiono, S.Pd., M.Kom<sup>1</sup>

Setiawan Surya Putra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Komputer, Universitas Teknologi Yogyakarta

<sup>1</sup> ohmyud@gmail.com, <sup>2</sup> setiawansurya1111@gmail.com

## ABSTRAK

Penyiraman dan pemupukan tanaman yang dilakukan oleh petani ataupun pemilik tanaman masih banyak dilakukan dengan cara manual, sehingga hal ini menyebabkan kurangnya efektifitas dan efisiensi baik dari sisi waktu maupun alat dan bahan penyiraman dan pemupukan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka sangat penting keberadaan Sistem Pemantauan Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Berbasis Internet of Things. Pada perancangan sistem ini, alat akan memberikan data secara langsung seperti data kelembaban tanah, waktu penyiraman tanaman, waktu pemupukan tanaman dan gambar keadaan tanaman menggunakan Smartphone Android. Pada perancangan ini telah berhasil di ujicobakan pemantauan serta penyiraman dan pemupukan baik secara otomatis maupun manual dengan membaca data kelembaban tanah dan pemupukan sesuai jadwal yang telah di tentukan. Hasilnya adalah sistem ini memberikan kecukupan air dan pupuk yang tepat untuk tanaman, dengan dilengkapi fitur pengiriman informasi sebagai notifikasi ke smartphone android milik petani atau pemilik tanaman untuk selalu dapat memantau tanamannya kapanpun dan dimanapun selama ada koneksi internet.

**Kata kunci** : Penyiraman, Pemupukan, Otomatis, Internet of Things, tanaman.

## 1. PENDAHULUAN

Penyiraman dan pemupukan yang dilakukan oleh pemilik tanaman masih banyak dilakukan secara manual, yaitu dengan memegang alat penyiraman untuk menyirami tanaman satu persatu lalu harus menunggu sampai semua tanamannya cukup air, begitu pula dengan cara pemupukannya, dengan membawa alat pemupuk yang berisi pupuk lalu memberinya pupuk satu persatu tanamannya. Penyiraman dan pemupukan yang dilakukan secara manual tersebut memiliki kendala jika terjadi sewaktu-waktu penyiraman dan pemupukan tidak tepat atau terlambat, maka akan muncul permasalahan, karena jika tanaman tidak mendapat perawatan yang cukup air dan cukup pupuk, maka tanaman akan layu dan mati, atau kurang baik dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Selain itu, untuk menjaga agar tanaman tetap dalam keadaan cukup unsur hara dari dalam tanah, maka tanah agar tetap lembab adalah suatu hal yang sangat penting, karena tanaman pada umumnya membutuhkan tanah dalam kondisi yang lembab.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka sangat penting keberadaan suatu alat yang dapat membantu secara otomatis melakukan kegiatan penyiraman dan pemupukan tanaman pada tanah. Sistem penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis ini berkerja dengan menggunakan Pompa Air yang dikendalikan dengan menggunakan modul elektronik yang disebut Wemos D1. Pemilik tanaman dapat menggunakan perangkat otomatis ini untuk mengurangi kerugian air saat dilakukan pengairan, begitu pula pada saat pemupukan otomatis, alat ini menggunakan metode timer yang berkerja untuk mengendalikan Solenoid Valve yang dikondisikan dengan pewaktu real time pada Wemos D1, sehingga proses pemupukan tanaman dapat dilakukan sesuai jadwal pemupukan yang telah ditentukan, yaitu setiap tujuh hari sekali.

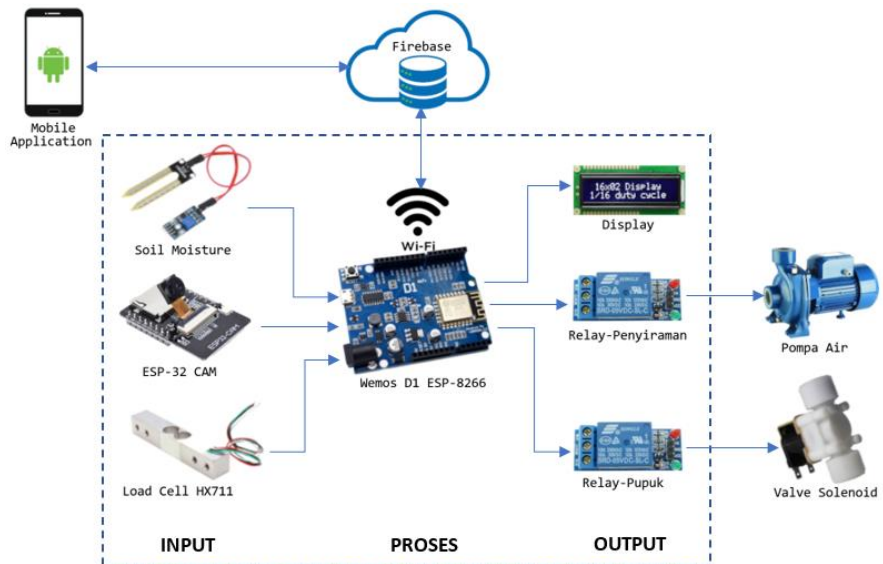
Pemanfaatan Teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk Monitoring Alat Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman bekerja secara otomatis real time memberikan informasi secara langsung kondisi kelembapan tanah, penyiraman tanaman, pemupukan tanaman dan berat pupuk cair melalui Smartphone Android serta dilengkapi dengan media Video Streaming yang dapat diakses pada satu aplikasi yang sama untuk kebutuhan pemilik tanaman yang ingin melihat keadaan atau kondisi tanamannya. Selain

dapat dipantau melalui media smartphone, alat ini juga dapat memantau kelembapan tanah dan berat pupuk cair melalui layar LCD untuk mengantisipasi apabila jika menggunakan smartphone sedang terjadi masalah.

## 2. PEMBAHASAN

Perancangan Alat Penyiraman dan Pemupukan Tanaman dengan menerapkan Teknologi IoT memiliki target pengguna yaitu petani atau pemilik tanaman. Sistem yang dibangun ini dilengkapi fitur pemupukan otomatis yang disertai notifikasi jika pupuk habis, fitur penyiraman yang disertai pengecekan kondisi kelembaban tanah, serta fitur penyiraman dan pemupukan ini dilengkapi dengan sistem monitoring dengan modul kamera agar petani atau pemilik tanaman dapat melihat kondisi tanamannya. Notifikasi dan monitoring tersebut dikirimkan langsung ke Smartphone Android milik petani atau pemilik tanaman. Berikut adalah gambaran sistem yang dibangun.

### 1. Arsitektur Sistem



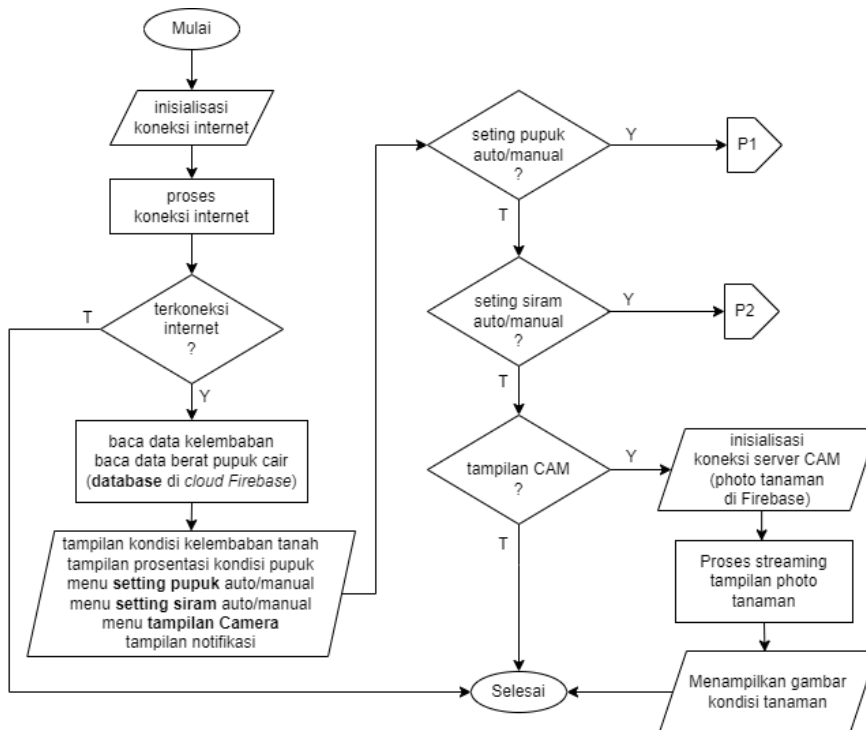
Gambar 1. Arsitektur Sistem

Keterangan gambar 1 dijelaskan pada tabel 1 berikut:

**Tabel 1. Keterangan Arsitektur Sistem**

No.	Peralatan	Kegunaan
1	Wemos D1	Kontroler untuk aktifitas sensor dan penyimpanan ke Database Cloud Firebase.
2	Esp 32 Cam	sebagai kamera untuk memantau kondisi tanaman.
3	Load Cell	digunakan untuk memantau berat pupuk cair.
4	Solenoid Valve	sebagai kran yang membuka dan menutup pupuk cair.
5	Lcd 16x2	Layar penampil data dan notifikasi real-time.
6	Waterpump	pompa air untuk proses pengairan.
7	Soil Moisture	Mengukur kelembapan tanah.

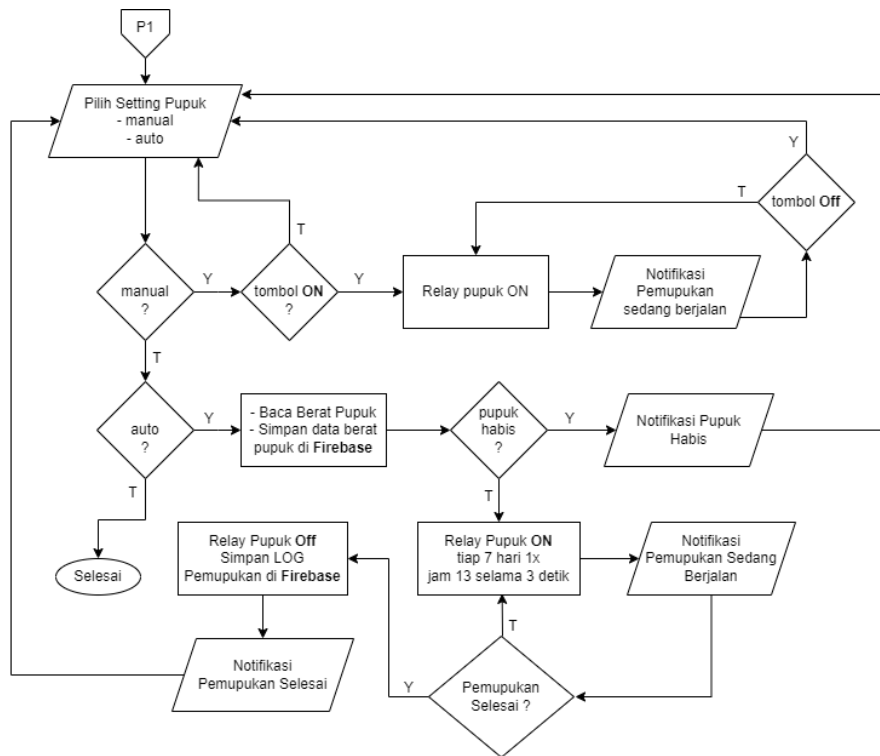
## 2. Cara Kerja Sistem



**Gambar 2. Flowchart Sistem Penyiraman dan Pemupukan Tanaman**



Gambar 2 menggambarkan aliran proses sistem terutama pada alur aplikasi yang bekerja pada Android. Aplikasi di Android setelah dijalankan akan menampilkan kondisi kelembaban tanah, kondisi pupuk dan notifikasi. Selanjutnya petani dapat memilih menu pemupukan, penyiraman, dan kondisi tanaman yang terdapat di tampilan tersebut. Selanjutnya dalam flowchart tersebut terdapat simbol **P1**, dan **P2** yang merupakan symbol dari flowchart yang menunjukkan ada sambungan gambar di halaman lain.

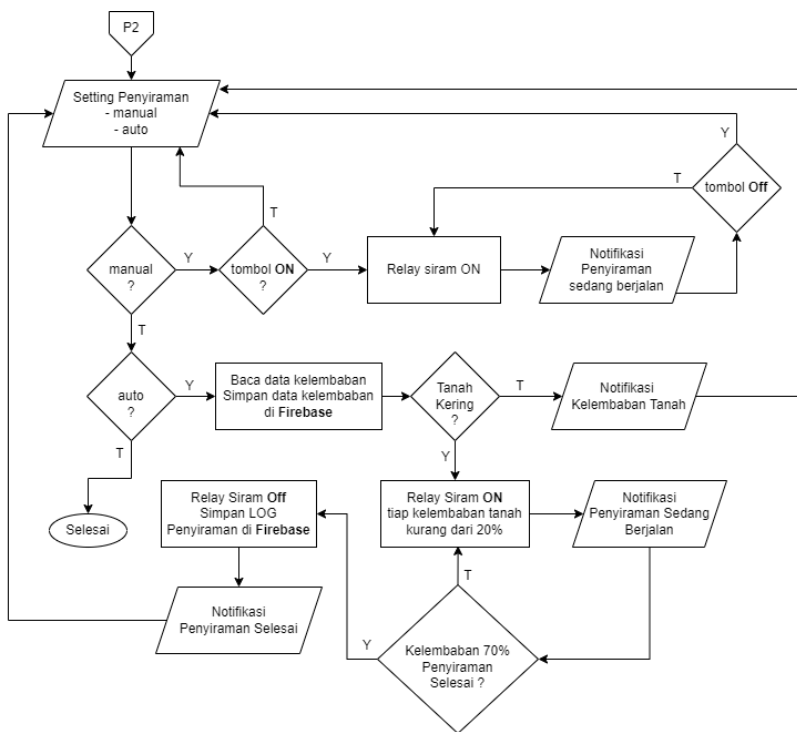


**Gambar 3. Flowchart Sistem bagian Pemupukan Tanaman**

**Gambar 3** merupakan sambungan dari Gambar 2 yang di tunjukan dari symbol **P1**, yang menjelaskan proses jika pengguna memilih menu Pemupukan. Dari gambar tersebut dapat diketahui menu pemupukan dapat dilakukan secara manual atau otomatis. Jika pengguna memilih manual,

maka akan muncul tombol ON/Off. Jika tombol ON di pilih maka Relay pemupukan akan ON hal ini akan membuka kran Selenoid Valve agar pupuk mengalir, serta menampilkan proses pemupukan sedang berjalan. Jika tombol dipilih Off, maka kran Selenoid Valve akan menutup dan proses pemupukan berhenti.

Selanjutnya jika pengguna memilih untuk seting otomatis, maka sistem pada Android akan membaca data yang berada di database cloud Firebase. Jika terbaca pupuk habis, maka akan memunculkan notifikasi bahwa pupuk habis, namun jika tidak maka Relay Pupuk akan ON setiap 7 hari sekali selama 3 detik pada pukul 13.00 serta memberikan notifikasi bahwa pemupukan sedang berjalan. Jika proses pemupukan selesai maka sistem akan menyimpan LOG di dalam database Firebase untuk dijadikan laporan, serta memberitahukan juga notifikasi bahwa proses pemupukan telah selesai.

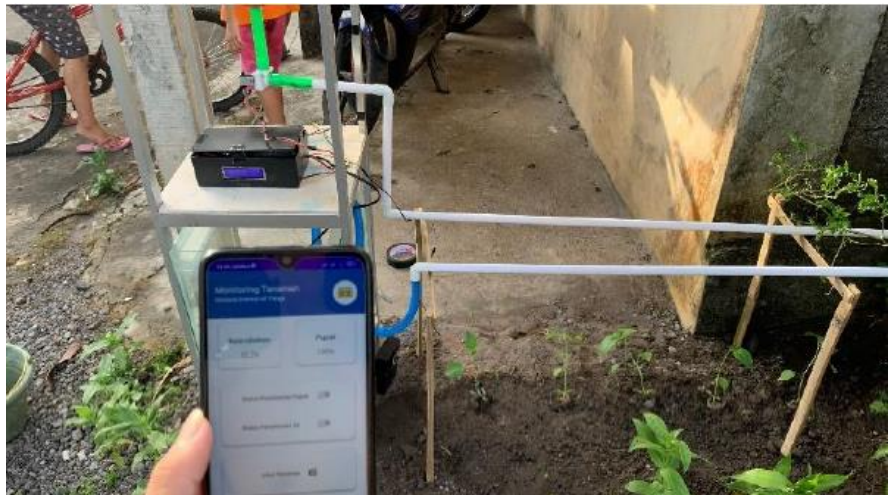


**Gambar 4. Flowchart Sistem bagian Penyiraman Tanaman**

**Gambar 4** merupakan sambungan dari Gambar 2 yang di tunjukan dari symbol **P2**, yang menjelaskan proses penyiraman. Proses penyiraman juga dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis. Jika pengguna memilih manual, maka akan muncul tombol ON/Off. Jika tombol ON di pillih maka Relay Penyiraman ON dan pompa air akan menyala, serta menampilkan proses pengairan sedang berjalan. Jika tombol dipilih Off, maka pompa pengairan berhenti.

Jika pengguna memilih otomatis, maka sistem membaca data kelembaban yang berada di database cloud Firebase. Jika tanah kering, maka Relay Pengairan ON jika data kelembaban kurang dari 20% serta memberikan notifikasi. Sampai pada data kelembaban 70% maka proses penyiraman akan berhenti sekaligus menyimpan LOG di Firebase untuk dijadikan laporan, serta memberitahukan juga notifikasi bahwa proses penyiraman telah selesai.

### 3. Hasil Percobaan



**Gambar 5. Uji Coba Alat**

Uji coba alat dilakukan untuk penyiraman tanaman di pekarangan, dengan hasil ditunjukkan dalam table-tabel berikut ini:

**Tabel 2. Hasil Uji Coba Sensor Kelembaban Tanah**

No.	Soil Moisture Sensor	Soil Meter	Error (%)
1.	47.70	47.71	0.02
2.	48	48.88	1.80
3.	48.09	48.97	1.80
4.	48.29	50.44	4.26
5.	48.39	49.07	1.39
6.	48.49	49.36	1.97
<b>Rata-rata error</b>			<b>1.57</b>

Pada tabel 2 diatas hasil pengujian sensor kelembaban tanah (Soil Moisture) yang di kalibrasi dengan menggunakan Soil meter menunjukkan beberapa selisih error. Pada percobaan pertama menunjukkan selisih 0.01 dan error 0,02, percobaan kedua menunjukkan selisih 0,88 dan error 1,80%, percobaan ketiga menunjukkan selisih terdapat selisih 0,88 dan error 1,80%, percobaan keempat menunjukkan selisih 2,15 dan error 4,26%, percobaan kelima menunjukk selisih 0,68 dan error 1,39%, percobaan keenam menunjukkan selisih 0,97 dan error 1,97%.

**Tabel 3. Hasil Uji Coba Sensor Berat**

No.	Load Cell (gram)	Timbangan (gram)	Error
1.	58.50	60	2.5
2.	96.44	100	3.5
3.	154.70	160	3.3
4.	192.63	200	3.7
5.	344.10	350	1.6
<b>Error</b>			<b>13.32</b>

Pada tabel 3 hasil pengujian sensor berat (load cell) yang dibandingkan dengan timbangan menunjukkan selisih error. Pada percobaan pertama menunjukkan selisih 1,5 dan error 2,5, percobaan kedua menunjukkan selisih 3,56 dan error 3,5, percobaan ketiga menunjukkan selisih 5,3 dan error 3,3, percobaan keempat menunjukkan selisih 7,37 dan error 3,7, percobaan kelima menunjukkan selisih 5,9 dan error 1,6.

**Tabel 4. Hasil Uji Coba Stream Video**

No.	Saat Refresh	Protokol	FPS	Hasil
1.	Refresh 1	Video Stream	16	Stabil
2.	Refresh 2	Video Stream	16	Stabil
3.	Refresh 3	Video Stream	16	Stabil
4.	Refresh 4	Video Stream	16	Stabil

Pada tabel 4 pengujian video stream ESP 32 Cam, merupakan kamera minimalis yang mendukung di gunakan untuk percobaan dengan controller Wemos D1 maupun keluarga Arduino yang lainnya. Dari table tersebut dapat dilihat dari saat refresh, mulai dari refresh 1, refresh 2, refresh 3 dan refresh 4 rata-rata stabil menggunakan FPS pada nilai 16.

### **3. PENUTUP**

Hasil percobaan Sistem Monitoring Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Berbasis Internet of Things ini diperoleh hasil baca sensor yang digunakan menampilkan notifikasi penyiraman dan pemupukan dengan tingkat akurasi baca sensor > 90%. Akses video stream menggunakan ESP 32 Cam sebagai IP Cam dapat terhubung dengan baik dengan rata-rata 20 FPS tergantung kualitas koneksi jaringan internetnya. Percobaan sebaiknya dengan menambahkan sensor-sensor lain seperti suhu udara dan pH tanah sehingga sistem dapat memberikan bantuan lebih kepada petani atau pemilik tanaman.

### **REFERENSI**

- Aji, Alfian Wahyu. (2018). Sistem Penyiraman Otomatis Vertical Garden Dengan Arduino Berbasis Web. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Akhmad W.D. (2017). Rancang Bangun Sistem Pengairan Tanaman Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah. Yogyakarta: Jurnal Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.
- Azizah N., Thamrin. (2021). Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Bawang Merah Secara Otomatis Pada Greenhouse Menggunakan

- Internet of Things (IoT). *Vote Teknika, Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika* Vol. 9, No. 4, Desember 2021.
- Darmawan I.W.B., Kumara I.N.S., Khrisne D.C. (2021). Smart Garden Sebagai Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Berbasis Teknologi Cerdas. *Jurnal Spektrum* Vol. 8, No. 4 Des. 2021.
- Husdi. (2018). Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc-28 Dan Arduino Uno. Gorontalo: Universitas Ichsan Gorontalo.
- Lutfiyana, Hudallah N, Suryanto A. (2017). Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi. Universitas Negeri Semarang. *Jurnal Teknik Elektro* Vol. 9 No. 2 Desember 2017.
- Mardika A.G., Kartadie R. (2019). Mengatur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Y1-69 Berbasis Arduino Pada Media Tanam Pohon Gaharu. *JOEICT (Jurnal of Education and Information Communication Technology)* Vol. 03, No. 02 Agustus 2019.
- Mardika A.G., Kartadie R. (2019). Mengatur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Y1-69 Berbasis Arduino Pada Media Tanam Pohon Gaharu. *JOEICT (Jurnal of Education and Information Communication Technology)* Vol. 03, No. 02 Agustus 2019.
- Mulyana A., Sofyan S. (2015). Alat Ukur Parameter Tanah dan Lingkungan Berbasis Smartphone Android. *Scientific Journal of Informatics* Vol. 2, No. 2, November 2015.
- Mursalin, Satria Bimo. Hasta dan Zulkifli. (2020). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Ilmiah Informatika Global* Vol 11 No 01.
- Pratama M. Rifky. (2019). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT). Medan: Universitas Sumatera Utara.

- Ramadhani M.F., Fadilah I.R., Ernanda R. (2019). Monitoring Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Mawar Berbasis IoT. Politeknik Harapan Bersama Tegal.
- Setiawan S.P. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Berbasis Internet of Things. Yogyakarta: Universitas Teknologi Yogyakarta.
- Solikudin I., Syahrerini S. (). Alat Penyiraman Tanaman Anggrek Berbasis Internet of Things. *Procedia of Engineering and Life Science* Vol. 1. No. 1 March 2021.
- Solikudin I., Syahrerini S. (). Alat Penyiraman Tanaman Anggrek Berbasis Internet of Things. *Procedia of Engineering and Life Science* Vol. 1. No. 1 March 2021.
- Tarigan, Siska Andriani BR. (2019). Perancangan Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Soil Moisture. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Widyasari, Vina Septiana dan Pandu Azas Bagindo. (2019). Rancang Bangun Alat Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Secara Otomatis Dengan Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things. Tangerang: Universitas Islam Syekh Yusuf Tangerang.

## **RUMPON CERDAS SEBAGAI MEDIA INFORMASI PENANGKAPAN IKAN**

***Ridwan Budi Prasetyo<sup>(1)</sup>, Bayu Sutejo<sup>(1)</sup>, Retnosyari Septiyani<sup>(2)</sup>***

<sup>(1)</sup> Badan Riset dan Inovasi Nasional, BRIN, Gedung B.J. Habibie,  
Jl. M.H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340, Indonesia

<sup>(2)</sup> Universitas Ahmad Dahlan, UAD  
Jalan Pramuka No. 42, Sidikan Yogyakarta

### **ABSTRAK**

*Rumpon sebagai media penarik dan pengumpul ikan telah lama dikembangkan oleh nelayan sebagai sarana mempermudah penangkapan ikan. Dengan adanya rumpon, nelayan tidak perlu lelah mencari ikan kesana kemari, cukup mendatangi rumpon yang dipasangnya. Rumpon tradisional umumnya dibangun dengan bantuan ranting-ranting pohon atau pelepah kelapa. Rumpon cerdas yang dikembangkan memanfaatkan rumpon yang ada dan kemudian dilengkapi dengan modul peralatan elektronik yang berfungsi untuk melaporkan keberadaan ikan yang terdapat di sekitar rumpon. Rumpon cerdas diharapkan bisa membantu nelayan dalam menentukan pilihan, rumpon mana dari sekian rumpon yang ada harus didatangi untuk diambil ikannya. Sistem rumpon cerdas terbagi dalam dua modul, pertama modul yang dipasang di sekitar rumpon. Kedua, modul server yang berada di darat. Modul yang terpasang di rumpon berfungsi untuk menghitung jumlah ikan yang berlalu lalang disekitar rumpon, dimana untuk selang waktu tertentu hasilnya dikirimkan ke modul yang berada di daratan. Server berfungsi untuk menerima data-data kuantitatif keberadaan ikan dari modul-modul rumpon yang dimonitor, serta melayani permintaan data melalui layanan SMS. Pada prinsipnya, peralatan ini berfungsi untuk mengumpulkan data kuantitatif ikan yg berada di sekitar rumpon. Hasil percobaan menunjukkan bahwa keberadaan ikan terbanyak di rumpon pada siklus waktu sama yaitu jam 01.00-02.00, sekitar 176 ekor dan terendah pada jam 05.00-06.00 sekitar 10 ekor. Hal ini sangat menolong terutama dalam*



hal efisiensi waktu dan penghematan bahan bakar, juga meningkatkan jumlah tangkapan ikan.

### **ABSTRACT**

*FADs as a media drawer and the collecting fish tool have been developed by fishermen as a means of catching fish easier. With the FADs, fishermen do not need looking for fish where and when, just go to the installation of FADs. Traditional FADs are generally built from of the branches of a tree or a coconut midrib. Intelligent FADs is a usual FAD equipped with the module of electronics equipment which is used to report the present levels of abundance of fish around FADs. Intelligent FADs is expected to help fishermen in the choice, which one of the many FADs are to be visited to take fish. The results showed that the presence of the fish most at FADs at the same time the cycle is at 1:00 to 2:00 a.m., about 176 fish and the lowest at about 10 tail at 5:00 to 6:00 a.m. It is very helpful especially in terms of time efficiency and fuel saving, also increases the amount of fish catch.*

Kata kunci : Modul Teknologi Informasi, *Rumpon Cerdas*, *Teknologi Penangkapan Ikan*

### **1. PENDAHULUAN**

Wilayah Indonesia dimana dua per tiga wilayahnya terdiri dari lautan, merupakan sumberdaya laut yang kaya akan jumlah dan jenis ikan. Sejalan dengan kemajuan teknologi, masyarakat nelayan mencari metoda dan cara agar proses penangkapan ikan menjadi lebih mudah dan cepat. Salah satu cara yang sering dipakai oleh nelayan ialah dengan pemasangan rumpon di laut. Rumpon berfungsi untuk menarik perhatian ikan agar selalu berkumpul di sekitarnya. Dengan adanya rumpon, nelayan menjadi lebih praktis dalam mencari arah tujuan penangkapan ikan, cukup dengan menuju tempat pemasangan rumponnya.

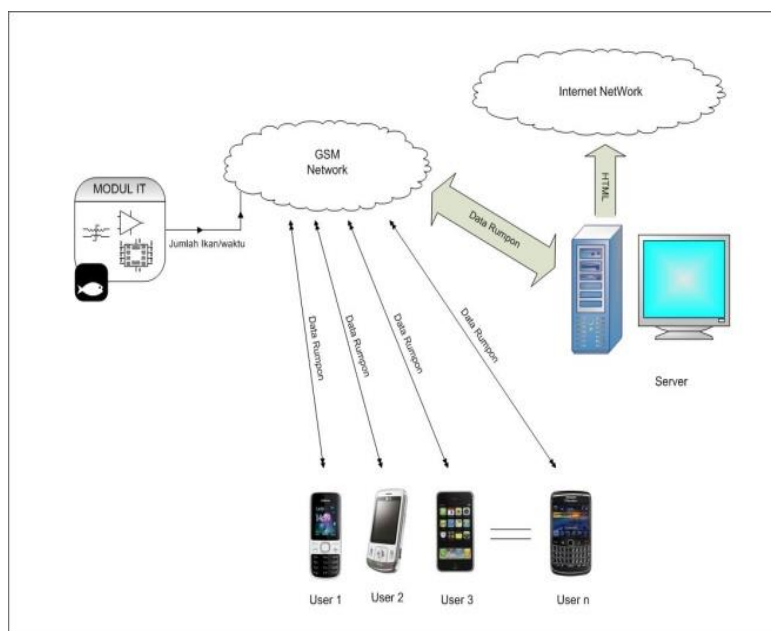
Umumnya kelompok nelayan memasang lebih dari 2 unit rumpon untuk area memancing ikan. Permasalahan mulai timbul bila nelayan mulai banyak memasang rumpon dan jarak antar rumpon berjauhan.

Nelayan dihadapkan pada pilihan rumpon yang mana yang paling banyak ikannya yang harus didatangi untuk penangkapan / penjarangan ikan. Berlatar belakang inilah maka dikembangkanlah rumpon cerdas yang dapat melaporkan jumlah keberadaan ikan ikan disekitar rumpon.

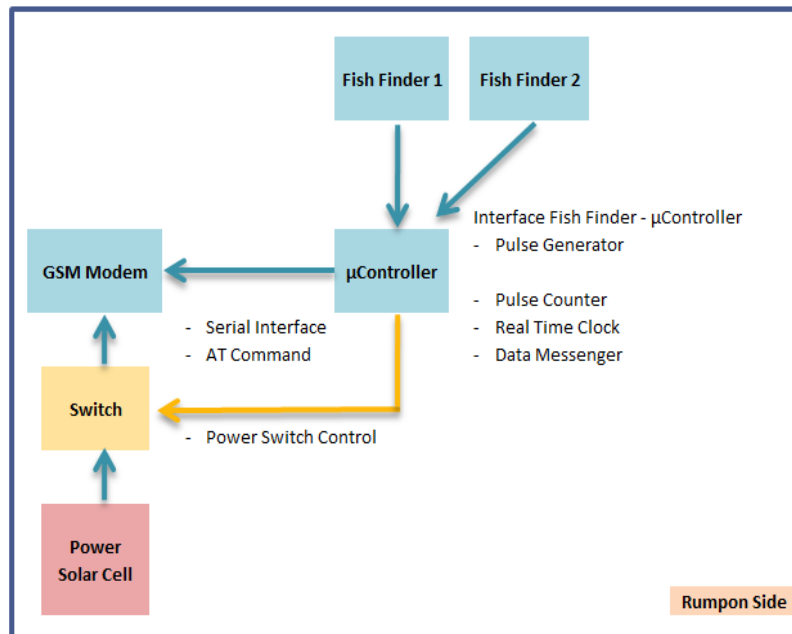
## 2. BAHAN DAN METODE

Pada kegiatan penelitian ini, kegiatan dititik beratkan pada pembuatan modul sistem teknologi informasi, sedangkan rumpon yang dipakai adalah rumpon yang biasa dipergunakan nelayan untuk mencari ikan sehari-hari.

Modul ini terbagi dalam dua bagian yaitu pertama modul yang dipasang di sekitar rumpon dan kedua adalah modul server yang berada di darat. Modul yang terpasang di rumpon berfungsi untuk menghitung jumlah ikan yang berlalu langang disekitar rumpon, dimana untuk selang waktu tertentu hasilnya akan dikirimkan teratur dan kontinyu ke modul server .



**Gambar 1. Sistem Informasi rumpon cerdas**



**Gambar 2. Sistem Akusisi Modul Rumpon**

Modul rumpon dibekali oleh peralatan akusisi yang terdiri dari :

- Fish Finder / Alat Pendeteksi Ikan
- Sistem daya
- Controller
- GSM Modem

Sistem daya berfungsi untuk memberikan daya listrik terhadap fish finder dan *controller* serta modem GSM. Power supply ini berujud panel surya dan accu. Sedangkan fish finder berfungsi untuk mendeteksi keberadaan ikan dibawah transduser. Komponen system informasi berupa *Controller* yang juga merupakan jantung dari bekerjanya system ini berfungsi untuk :

- Mencatat jumlah data (frekuensi) keberadaan ikan.
- Mengirimkan data kuantitatif keberadaan ikan (frekuensi) melalui jaringan GSM ke modul server.

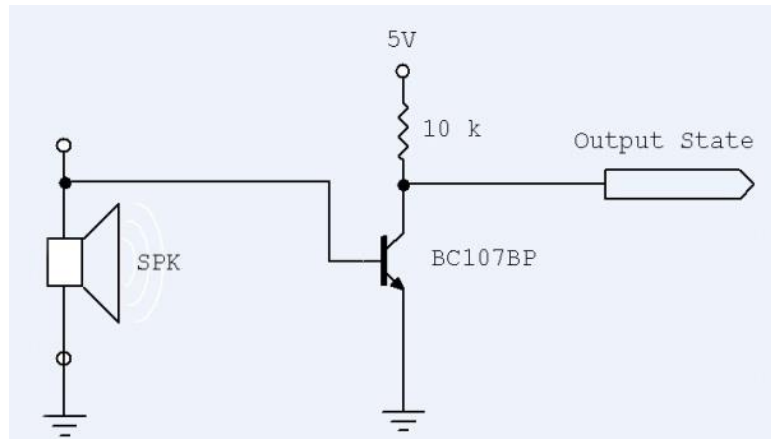
- Memberikan laporan terhadap semua gangguan yang mungkin terhadap system, seperti : pencurian, sistem gagal, dsb.

Modem GSM berfungsi sebagai sarana komunikasi antara modul rumpon dengan modul *server* melalui jaringan GSM. Untuk modul *server* (darat), terdiri dari peralatan seperti : Komputer Server dan GSM Modem sebagai receiver.

Server berfungsi untuk menerima data-data kuantitatif keberadaan ikan dari modul-modul rumpon yang dimonitor, serta melayani permintaan data melalui layanan SMS individu atau User. Pada prinsipnya, peralatan ini berfungsi untuk mengumpulkan data kuantitatif ikan yang berada di sekitar rumpon.

Pada umumnya, fish finder sederhana tidak dilengkapi dengan piranti output data, Informasi keberadaan ikan yang terdeteksi hanya muncul di monitor dengan suara ‘beep’ (sound) yang muncul sebagai tanda. Modifikasi atau pengembangan teknologi pada fish finder perlu dilakukan. Harus dicari cara agar kita bisa mendapatkan data jumlah ikan dari peranti fish finder sederhana ini.

Salah satu alternatif ialah menggunakan fasilitas “*beep*” suara speaker sebagai *interfacing* data keberadaan ikan dibawah transduser. Datangnya sinyal suara kemudian diubah menjadi *pulse* atau *state*, lalu di hitung frekuensinya. Data frekuensi ini kemudian dikirim ke kontroler. Sinyal suara ‘beep’ akan dikonversikan oleh rangkaian transistor dan resistor menjadi level tegangan yang dapat dibaca oleh mikrokontroller. Keluaran converter dapat dihubungkan langsung dengan terminal input daripada kontroler, sehingga untuk selanjutnya bagian program yang akan menghitung jumlah pulsa yang dikeluarkan oleh converter selama selang waktu tertentu.



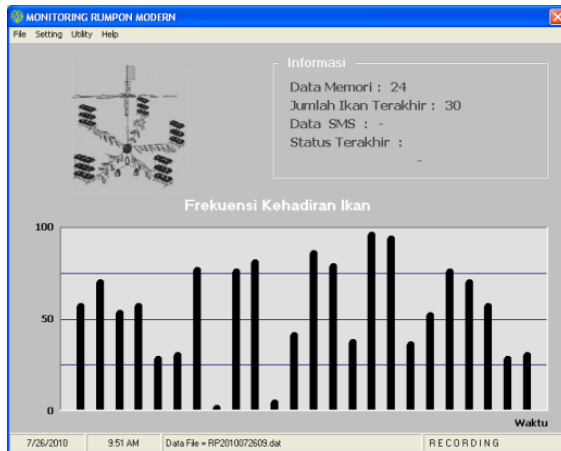
**Gambar 3. Converter sinyal suara ke level tegangan digital**

### 3. RUMPON CERDAS

Modul server yang berada didarat terdiri dari alat-alat pendukung sebagai berikut :

- Komputer unit (PC)
- Modem GSM dengan SIM Card
- Software Aplikasi

Spesifikasi teknis komputer yang dipakai tidak memerlukan spesifikasi yang tinggi. Alat modem yang dipakai adalah modem yang mempunyai serial port dengan SIM card dari provider yang mempunyai kualitas dan jangkauan sinyal yang baik. Aplikasi Server dibangun dengan platform bahasa pemrograman visual basic.



**Gambar 4. Aplikasi Modul Server berupa data ikan setiap jam**

Modul server dibangun dengan kemampuan untuk dapat melakukan fungsi utama sebagai berikut :

- Menyimpan semua data yang berasal dari rumpon, data ini meliputi tanggal, waktu, dan data frekuensi ikan
- Menampilkan data data yang berasal dari rumpon baik secara numerik maupun secara grafis.
- Memberikan fasilitas dan sarana untuk user/pengguna lain untuk mendapatkan data kesuburan ikan dalam tenggang waktu tertentu dengan menggunakan fasilitas SMS.
- Mencatat setiap user/pengguna/tamu yang masuk dalam bentuk log file.
- Memberikan peringatan (alarm) bila ada gangguan terhadap sistem, khususnya modul rumpon.

Data yang dikirimkan oleh rumpon berdurasi setiap sejam sekali, dan data yang diterima oleh modul server akan disimpan dan ditampilkan di display monitor.

*User* atau pengguna umum bila ingin mendapatkan informasi keberadaan ikan di sekitar rumpon ini, dapat mengirimkan SMS ke nomor modul server mendapatkan informasi keberadaan ikan di sekitar rumpon ini, dapat mengirimkan SMS ke nomor modul server, dengan mengirimkan

isi teks : “Info”. Selanjutnya modul server akan membalas *user* tadi dengan SMS yang berisi keterangan atau data kesuburan ikan pada rumpon tersebut untuk selang waktu 5 jam terakhir. Contoh bila kita mengirimkan SMS pada jam 1.20 siang maka server akan memberikan data kesuburan ikan mulai dari jam 9 pagi sampai jam 1 siang.

Data jumlah ikan yang melewati suatu area tertentu yang dicatat oleh kontroler tidak berkorelasi langsung dengan jumlah ikan yang hadir, sebab ikan yang lewat tidak menutup kemungkinan merupakan ikan yang sama. Data ini selanjutnya harus dikoreksi dengan mengevaluasi melalui kegiatan penangkapan ikan disekitar rumpon.

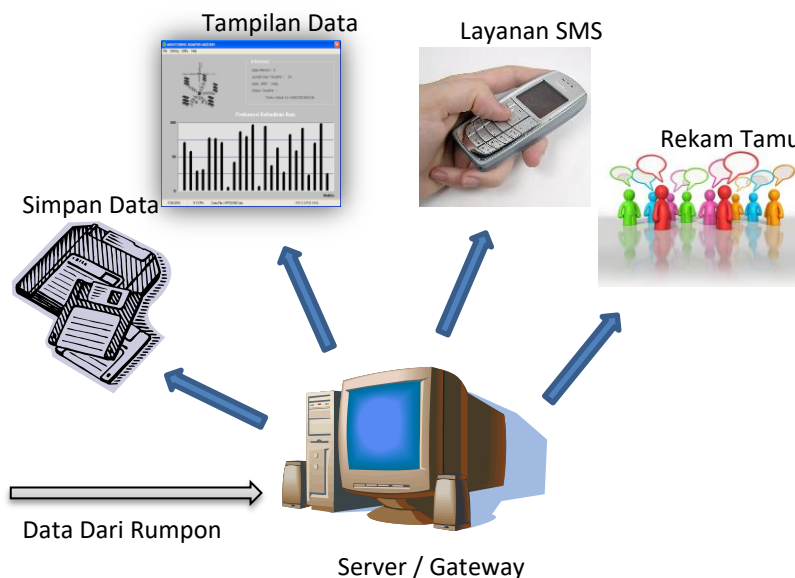


**Gambar 5. Contoh Tampilan Informasi di Telepon Genggam (HP)**

Selama selang waktu tertentu controller akan menyimpan data jumlah ikan untuk kemudian dikirimkan ke server melalui jaringan GSM. Misalnya tiap 1 jam sekali, controller memberikan data jumlah ikan yang melewati fish finder ke server di darat. Server kemudian akan membuat statistik data ikan dari rumpon ini. Bila terdapat 10 rumpon yang diamati,

maka server akan membuat statistik / karakteristik jumlah ikan pada masing-masing rumpon. Selanjutnya dari statistik ini dapat dilihat rumpon mana yang paling banyak ikannya. *Homeland Server* bisa memberikan informasi ini kepada para nelayan / pengguna lain melalui layanan SMS, sehingga penyampaian informasi menjadi lebih praktis, efisien dan berguna. Nilai tambah yang diharapkan dengan pengembangan sistem ini ialah :

- Penghematan BBM nelayan
- Peningkatan jumlah tangkap ikan
- Efisiensi waktu dan tenaga
- Sistem Informasi yang murah melalui jaringan GSM/GPRS
- Sebagai alat monitoring kekayaan sumberdaya ikan
- Bisa dikembangkan sebagai wahana wisata pancing.



**Gambar 6. Fungsi Homeland Server**

#### **4. UJI COBA MODUL RUMPON CERDAS**

Uji coba modul sistem informasi rumpon cerdas telah dilakukan di pantai. Ujicoba rumpon ini bekerja sama dengan Kelompok Nelayan.



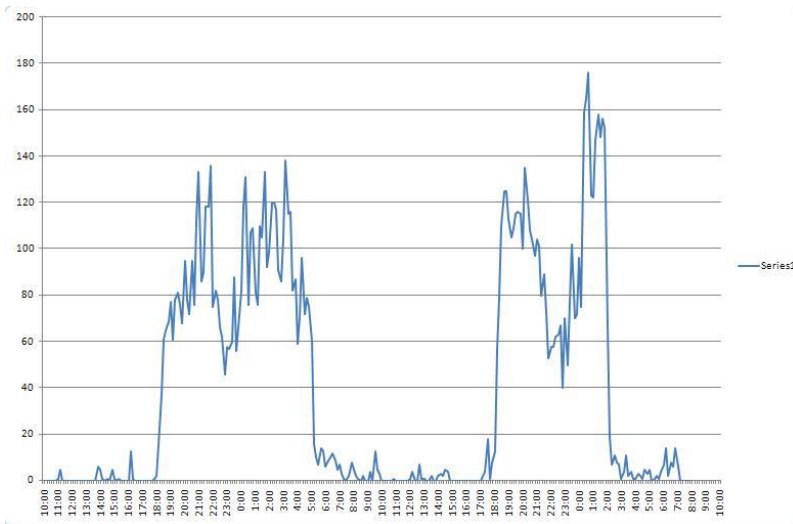
Terdapat beberapa rumpon tradisional yang dipergunakan masyarakat nelayan sebagai alat bantu penangkapan ikan di perairan laut Lovina Bali. Rumpon sederhana yang dipergunakan berupa bahan pelepah kelapa yang ditenggelamkan sampai kedalaman kurang lebih 30 meter. Pada bagian atas rumpon merupakan rakit yang berfungsi sebagai pelampung atau buoy yang terbuat dari bambu. Rakit yang juga sebagai tanda posisi buoy tersebut yang pada bagian bawahnya dihubungkan tali plastic diameter 1 cm dengan pemberat (sinker) pada dasar laut dengan kedalaman laut sekitar 100 meter. Rumpon yang digunakan dalam ujicoba rumpon cerdas pada posisi lintang bujur  $115^{\circ} 0' 10,6'' E$ ;  $8^{\circ} 9' 3,778'' S$

Peralatan modul rumpon dipasang di atas rakit tersebut selama 2 hari untuk mengetahui jumlah ikan yang berkumpul disekitar rumpon. Hasil percobaan dapat dilihat pada Gambar 8, bahwa grafik menunjukkan bahwa rekaman data keberadaan ikan telah diprogram setiap jam. Pada hari pertama peralatan terpasang mulai jam 10.00, keberadaan ikan pada jam 11.00 terdeteksi sebanyak 7 *record*/pencatatan kehadiran dan pada jam 12.00 dan 13.00 tidak ada ikan yang terdeteksi. Pada jam 14.00, 15.00, dan 16.00 terdeteksi sebanyak 8-12 *record*, jam 17.00 tidak ada ikan yang terdeteksi. Setelah matahari terbenam pada jam 18.00 keberadaan ikan yang terdeteksi meningkat tajam sebanyak 67 *record*. Pada jam 19.00, 20.00, 21.00 ikan terdeteksi sebanyak 70 sampai 136 *record*. Namun pada jam 22.00 dan 23.00 ikan yang terdeteksi mengalami penurunan, menjadi sekitar 44 *record*. Pada jam 00.00 ikan yang terdeteksi naik kembali meningkat sampai 89 *record*, kemudian naik lagi jumlahnya menjadi 135 *record* pada jam 01.00. Selanjutnya jam 02.00 ikan yang terdeteksi turun menjadi 120 *record*. Kemudian pada jam 03.00 dan 04.00 ikan yang terdeteksi mengalami kenaikan berjumlah 138 *record* (terbanyak), kemudian jam 05.00 turun menjadi 96 *record*.

Setelah matahari terbit sekitar jam 06.00 ikan yang terdeteksi menurun hingga berjumlah sekitar 10 *record*. Setelah itu ikan yang terdeteksi sangat kecil dari jam 07.00 sampai dengan jam 16.00.



**Gambar 7. Rakit dan pemasangan modul rumpon cerdas di pantai**



**Gambar 8. Data hasil pengamatan keberadaan ikan**

Catatan data hari kedua jam 17.00, mulai terdeteksi sebanyak 17 *record*. Seperti pada hari pertama setelah matahari terbenam ikan yang terdeteksinaik menjadi 124 *record*. Pada jam 19.00 - 21.00 ikan terdeteksi sebanyak 116- 135 *record*. Selanjutnya pada jam 22.00-23.00 ikan yang terditeksi mengalami penurunan, menjadi 40 *record*. Pada jam 00.00 ikan yang terdeteksi naik kembali berjumlah 100 *record*, kemudian naik lagi jumlahnya menjadi 178 *record* pada jam 01.00. Selanjutnya jam 02.00 *record* yang terditeksi turun menjadi 158 *record*. Namun pada jam 03.00 dan seterusnya menurun sangat dratis. Dari data hasil pengamatan terlihat bahwa pada saat-saat tertentu, keberadaan ikan dengan siklus yang sama. Hal ini membantu nelayan saat yang tepat untuk menangkap ikan di rumpon. Ikan ikan mulai aktif pada malam hari mungkin terkait dengan melimpahnya plankton pada malam hari.



**Gambar 9. Hasil penangkapan ikan**

## **5. KESIMPULAN**

- Teknologi system informasi untuk mendukung usaha penangkapan ikan dengan alat bantu rumpon telah berhasil diujicobakan di perairan pantai.

- Berdasarkan data yang terkumpul jumlah ikan meningkat tajam pada malam hari.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- A.K. Singh, Manish Tiwari, "DIGITAL PRINCIPLES, Foundation of Circuit Design and Application", New Age International, New Delhi, 2006
- Andersen J and Paul D Gates. 1996. South Pasific Commission Fish Aggregating Device (FAD) Manual. Vol 1 Planning FAD Programmes. Coastal Fisheries Programme Capture Section. UNDP-AusAid-ODA. Auckland New Zealand.
- Anonim, 1992. Pedoman Teknis Peningkatan Produksi dan Efisiensi penangkapan Ikan Pelagis Melalui Penerapan Teknologi Rumpon. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Arief Ramadhan, "Microsoft Visual Basic 6, Seri Penuntun Praktis", Elex Media Komputindo, 2004, Jakarta
- Billy S. Hollis, "Visual Basic 6 Design, Specification and Objects", Prentice Hall PTR.
- Grove, R.S., CJ Sonu and M. Nakamura. 1991. Design and Engineering of Manufactured Habitat for Fisheries Enhancement. Academic Press, Inc
- Mackenzie, "The 8051 Microcontroller", Pearson Education, India.
- Nishit Narang, Sumit Kasera, "Mobile Networks : GSM and HSCSD, Architecture, Protocols, Procedures and Services", McGraw-Hill Professional, New Delhi, 2007

# ANALISIS REMAINING LIFE ASSESSMENT (RLA) TRANSFORMATOR DENGAN METODE TOTAL DISSOLVED COMBUSTIBLE GAS (TDCG) DAN ROGER'S RATIO MENGGUNAKAN APLIKASI VISUAL STUDIO

Ikrima Alfi, S.T., M.Eng.<sup>(1)</sup> Ery Priyanto<sup>(2)</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Teknologi Yogyakarta  
ikrima.alfi@uty.ac.id

## ABSTRAK

Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Proses penuaan dan gangguan atau ketidaknormalan operasi trafo akan menghasilkan senyawa-senyawa gas yang disebut sebagai *fault gas* dalam minyak transformator. Apabila kadar gas dalam minyak trafo melebihi ambang batas maka akan menurunkan kualitas isolasi dari minyak trafo tersebut dan akhirnya dapat menyebabkan kegagalan isolasi pada trafo. Ketika kegagalan isolasi terjadi, maka akan beresiko pada pemadaman sistem dan memerlukan biaya yang besar untuk melakukan *maintenance* (perawatan). Untuk itu diperlukan pengecekan minyak trafo secara berkala.

*Dissolved Gas Analysis* (DGA) digunakan untuk mendeteksi kandungan gas terlarut pada minyak trafo, Hasil pengujian DGA ini digunakan untuk mengetahui indikasi gangguan pada trafo. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisis gangguan trafo, diantaranya metode TDCG (*Total Dissolved Combustible Gas*) dan Roger's Ratio. Penelitian ini akan menganalisis minyak trafo di PLTU Pacitan Jawa Timur dengan metode TDCG dan *Roger's Ratio*. Metode tersebut diimplementasikan ke dalam aplikasi Visual Studio agar menjadi lebih informatif dan mudah digunakan.

Berdasarkan analisis Roger's Ratio pada transformator UAT (*Unit Auxiliary Transformer*) Unit 1 di PT PJB UBJOM Pacitan Jawa Timur diperoleh beberapa indikasi gangguan berupa *flash over* tanpa diikuti daya,

*arching* dengan diikuti daya dan arus pusar pada belitan. Berdasarkan analisis TDCG diperoleh bahwa minyak berada pada kondisi 1 atau kondisi 2 sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi minyak transformator masih dalam keadaan baik dan layak untuk digunakan.

**Kata kunci:** Minyak trafo, TDCG, Roger's ratio, visual studio

## 1. PENDAHULUAN

Transformator daya merupakan komponen yang sangat penting dan mahal pada sistem tenaga listrik. Operasional transformator yang berlangsung 24 jam kontinyu membutuhkan perhatian yang ekstra agar transformator mempunyai keandalan yang baik. Komponen transformator yang wajib dilakukan pemantauan adalah minyak transformator (Haz et al., 2022).

Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator (Haz et al., 2022). Separuh bagian bahan isolasi tersebut diwajibkan memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, sedangkan sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan, sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak transformator diharapkan akan mampu melindungi transformator dari gangguan.

Proses penuaan dan gangguan atau ketidaknormalan operasi, akan menghasilkan senyawa-senyawa gas yang disebut sebagai *fault gas* dalam minyak transformator (Iskandar et al., 2021; Kholqi, 2019). Apabila kadar gas dalam minyak trafo melebihi ambang batas maka akan menurunkan kualitas isolasi dari minyak trafo tersebut (Siswanto et al., 2022) dan akhirnya dapat menyebabkan kegagalan isolasi pada trafo. Ketika kegagalan isolasi terjadi, maka akan beresiko pada pemadaman sistem dan memerlukan biaya yang besar untuk melakukan maintenance (perawatan). Oleh karena itu, perlu dilakukan tindakan perawatan dan pengecekan untuk mendeteksi kerusakan pada transformator secara berkala (Yunus, 2020).

Untuk mendeteksi kandungan gas pada minyak trafo, dapat dilakukan pengujian *Dissolved Gas Analysis* (DGA)(Abu-Siada, 2019;

Kholqi, 2019; Mardiyanto & Joko, 2019; Siswanto et al., 2022; Yunus, 2020). Hasil pengujian DGA ini digunakan untuk mengetahui indikasi gangguan trafo dengan menggunakan beberapa metode, diantaranya dengan metode TDCG (*Total Dissolved Combustible Gas*) dan Rasio Roger (Iskandar et al., 2021; Kholqi, 2019; Siswanto et al., 2022).

Penelitian ini akan menganalisis minyak trafo di PLTU Pacitan Jawa Timur dengan metode TDCG dan *Roger's Ratio*. Metode tersebut diimplementasikan ke dalam aplikasi Visual Studio agar menjadi lebih informatif dan mudah digunakan.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **1. Pengambilan Sampel Minyak Transformator**

Prosedur pengambilan sampel minyak transformator disesuaikan standar IEEE std.C.57-104.1991, IEC 60599 IK Pengambilan sampel minyak uji DGA P3BJBTEK/IKA/05-00. Standar ini mengharuskan bahwa sampel minyak yang diambil tidak boleh terdapat gelembung udara sama sekali. Proses pengujian harus dilakukan segera setelah pengambilan sampel dilakukan, bertujuan untuk meminimalisir pengaruh temperatur lingkungan dan sinar matahari yang dapat mempengaruhi jumlah konsentrasi gas terlarut.

### **2. Pengujian Minyak Transformator**

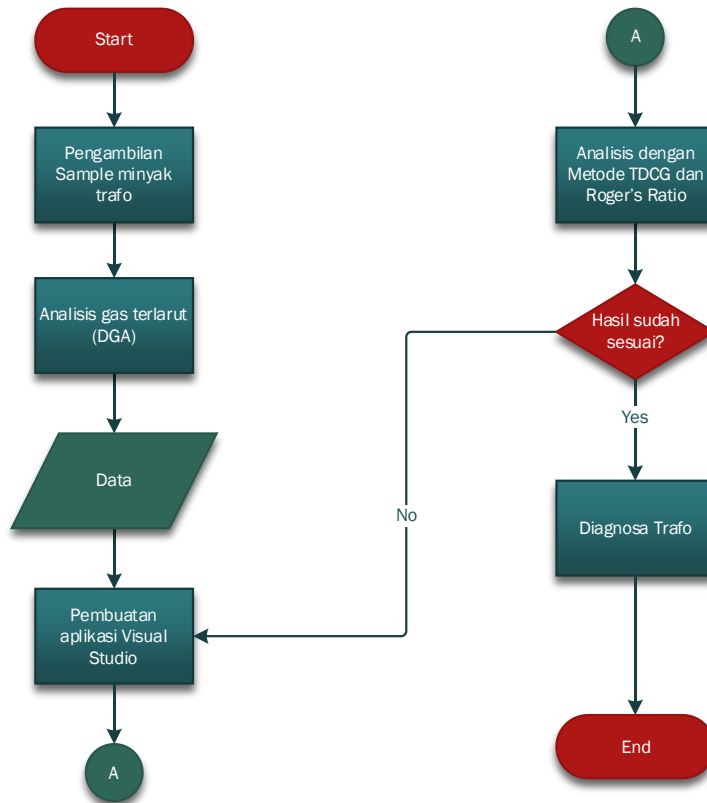
Pengujian sampel gas diambil dari unit minyak transformator kemudian gas-gas terlarut (*dissolved gas*) tersebut diekstrak. Gas yang telah diekstrak lalu dipisahkan, diidentifikasi komponen-komponen individunya, dan dihitung kuantitasnya (dalam satuan part per Million - ppm) untuk mengetahui kandungan gas terlarut dalam minyak isolasi transformator. Pengujian dilakukan menggunakan alat Kelman Transport X DGA untuk mengukur kandungan gas-gas terlarut seperti gas *Hydrogen*, *Methane*, *Acetylene*, *Ethylene*, *Ethane*, *Carbon Monoxide*, dan *Carbon Dioxide*.

### **3. Membuat Aplikasi Visual Studio**

Membuat aplikasi untuk analisis minyak trafo dengan metode TDGC dan Roger Ratio.

#### 4. Analisis menggunakan aplikasi Visual Studio

Menginputkan data gas terlarut hasil dari pengujian minyak trafo ke dalam aplikasi visual studio menggunakan metode TDCG dan Roger's Ratio. Hasil keluaran aplikasi menunjukkan kondisi trafo.



**Gambar 8. Flowchart Penelitian**

### 3. HASIL & PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, penulis meneliti kandungan gas yang terdapat pada transformator UAT (*Unit Auxiliary Transformer*) unit 1 di PLTU Pacitan pada tahun 2018 - 2019. Data ini digunakan untuk menentukan kelayakan dari minyak transformator yang diuji. Berikut sample data yang didapat dari tahun 2018-2019



**Tabel 4. Data Gas Terlarut pada Minyak Trafo PLTU Pacitan Tahun 2018-2019**

Sampling date	Hydrogen (H <sub>2</sub> )	Methane (CH <sub>4</sub> )	Ethylene (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	Ethane (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	Acetylene (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	Carbon Monoxide (CO)	Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> )
26/6/2018	7	10	2	0	0	1442	3608
9/9/2018	17	13	1	1	1	874	3618
12/10/2018	27	10	1	0	0	1218	2603
28/11/2018	5	3	4	4	0	115	814
21/12/2018	5	1	12	10	0.5	68	607
22/1/2019	5	2	5	4	0.5	98	985
19/2/2019	5	3	11	11	0	150	1235
19/3/2019	5	5	5	7	0	169	1372

### 1. Analisa TDCG (*Total Dissolved Combustible Gas*)

Metode TDCG merupakan metode awal untuk mengetahui sejauh mana tingkat konsentrasi dari masing – masing fault gas antara lain CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (Gouda et al., 2019). Metode ini digunakan untuk memprediksi kondisi operasi pada transformator. Metode ini berdasarkan standar IEEE C57-104<sup>TM</sup>-2008 (IEEE Std C57.104TM-2008 (Revision of IEEE Std C57.104-1991), IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers, 2009), IEC 60599 (IEC 60599: Mineral Oil-Filled Electrical Equipment in Service-Guidance on the Interpretation of Dissolved and Free Gases Analysis, 2015), dan ASTM D-3612 (Standard Test Method for Analysis of Gases Dissolved in Electrical Insulating Oil by Gas Chromatography 1, 2009). Dari data sampel yang didapatkan akan dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan sehingga dapat ditentukan kondisi trafo yang diuji.

$$\text{Nilai TDCG} = H_2 + CH_4 + C_2H_2 + C_2H_4 + C_2H_6 + C_O \quad (1)$$

**Tabel 5. Batas Konsentrasi Gas Terlarut dan Nilai TDCG.**

Status	Batas Konsentrasi Gas Terlarut (ppm)							
	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	TDCG
Kondisi 1	100	120	35	50	65	350	2.500	720
Kondisi 2	101-700	121-400	50	51-100	66-100	351-750	2.500-4000	721-1920
	701-1800	401-1000		51-80	101-200	101-150	571-1400	4.001-10.000
Kondisi 4	>1800	>1000	>80	>200	>150	>1400	>10000	>4630

Keterangan:

Kondisi 1: Mengindikasikan bahwa trafo beroperasi normal

Kondisi 2: Mengindikasikan nilai fault gas mulai tinggi, lakukan investigasi lanjutan terhadap kenaikan level fault gas

Kondisi 3: Mengindikasikan terjadi dekomposisi dari minyak dan selulosa. Berbagai kegagalan mungkin sudah terjadi. Lakukan perawatan lebih lanjut.

Kondisi 4: Mengindikasikan trafo mengalami dekomposisi dari minyak dan selulosa yang sudah meluas

Hasil Pengujian Transformator UAT (*Unit Auxiliary Transformator*) menggunakan Aplikasi Visual Studio



**Gambar 9. Perhitungan TDCG Pada 26 Juni 2018**



**Gambar 10. Perhitungan TDCG Pada Bulan 28 November 2018**

## 2. Metode *Roger's Ratio*

Metode roger's ratio merupakan salah satu cara untuk menganalisis gas terurai dari suatu minyak transformator. Metode ini membandingkan nilai satu gas dengan gas yang lain. Gas-gas yang digunakan dalam analisis *roger's ratio* adalah  $C_2H_2/C_2H_4$  yang disebut R2 ,  $CH_4/H_2$  yang disebut R1 dan  $C_2H_4/C_2H_6$  yang disebut R5. Kemudian rasio tersebut dimasukkan ke dalam tabel standar yang telah ditetapkan.

**Tabel 6. Digit Code Roger Ratio**

RASIO	RANGE	CODE
CH <sub>4</sub> /H <sub>2</sub>	≤ 0,1	5
	> 0,1 <1	0
	≥ 1 <3	1
	≥ 3	2
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> /CH <sub>4</sub>	< 1	0
	≥ 1	1
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	< 1	0
	≥ 1 < 3	1
	≥ 3	2
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	< 0,5	0
	≥ 0,5 < 3	1
	≥ 3	2

**Tabel 7. Diagnosis Roger Ratio**

Kode Rasio Gas				Diagnosis
CH <sub>4</sub> : H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> : CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> : C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> : C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	
0	0	0	0	Normal
5	0	0	0	<i>Partial Discharge</i>
1-2	0	0	0	<i>Over heating ringan (&gt;150°C)</i>
1-2	1	0	0	<i>Over heating (150°C-200°C)</i>
0	1	0	0	<i>Over heating (200°C-300°C)</i>
0	0	1	0	<i>Over heating pada konduktor secara umum</i>
1	0	0	0	Arus pusar pada belitan
1	0	2	0	Arus pusar pada tangki dan inti, <i>over heating</i> pada sambungan
0	0	0	1	<i>Flash over</i> tanpa diikuti daya
0	0	1-2	1-2	<i>Arching</i> dengan diikuti daya
0	0	2	2	Adanya <i>sparking</i> yang kontinu
5	0	0	1-2	<i>Partial discharge</i> berkaitan dengan gas CO

Berikut hasil analisis menggunakan metode Roger's Ratio

**PERHITUNGAN DGA ROGER RATIO PLTU PACITAN**

	Sampel	Sampel	Hasil	CODE
CH <sub>4</sub> / H <sub>2</sub>	10	7	1.428571	1
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> / CH <sub>4</sub>	0	10	0	0
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> / C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0	0	0	0
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> / C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	2	0	0	0

DIGIT CODE  
1,0,0,0

KETERANGAN  
OVER HEATING RINGAN (>150C) atau ARUS PUSAR PADA TANGKI DAN INTI

**Gambar 11. Perhitungan Roger Ratio Pada 26 Juni 2018**



**Gambar 12. Perhitungan Roger Ratio pada 12 Oktober 2018**

Berikut rekap hasil assesment trafo UAT Unit 1 PLTU Pacitan.

**Tabel 8. Analisis Hasil Assesment Transformator UAT Unit 1 di PLTU Pacitan**

Tanggal	TDCG	Roger Ratio	HASIL
26/06/2018	1461 (Kondisi 2)	Arus Pular Pada Belitan	CUKUP BAIK dengan indikasi Arus Pular Belitan dan Mix Of Thermal and Fault
09/09/2018	1475 (Kondisi 2)	Arching Dengan diikuti Daya	CUKUP BAIK Dengan Indikasi Arching Diikuti Daya dan Mix Of Thermal and Fault
12/10/2018	1256 (Kondisi 2)	Trafo Dalam Keadaan Normal	BAIK Dengan Indikasi Arching Diikuti Daya dan Mix Of Thermal Fault
28/11/2018	131 (Kondisi 1)	Flash Over Tanpa Diikuti Daya	BAIK Dengan Indikasi Flash Over Tanpa Diikuti Daya dan High Energy Discharge
21/12/2018	96.5 (Kondisi 1)	Arching Dengan Diikuti Daya	BAIK Dengan Indikasi Arching Diikuti Daya dan High

			Energy Discharge
22/01/2019	114.5 (Kondisi 1)	Tidak Terdiagnosis	BAIK Dengan Indikasi High Energy Discharge
19/02/2019	180 (Kondisi 1)	Flash Over Tanpa Diikuti Daya	BAIK Dengan Indikasi Flash Over Tanpa Diikuti Daya dan High Energy Discharge
19/03/2019	191 (Kondisi 1)	Tidak Terdiagnosis	BAIK Dengan Indikasi Mix Thermal And Fault

## PENUTUP

Dari pembahasan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan pada Transformator UAT (*Unit Auxiliary Transformer*) Unit 1 di PT PJB UBJOM Pacitan Jawa Timur, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dari analisis TDCG diperoleh bahwa minyak pada transformator UAT berada pada kondisi 1 atau kondisi 2 sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi minyak transformator masih dalam keadaan BAIK dan layak untuk digunakan
2. Berdasarkan analisis Roger Ratio memperoleh beberapa indikasi gangguan berupa *flash over* tanpa diikuti daya , *arching* dengan diikuti daya dan arus pusar pada belitan.
3. Berdasarkan hasil pengujian DGA yang telah dilakukan pada transformator UAT pacitan dari tahun 2018 hingga tahun 2019 maka dapat diketahui bahwa kondisi transformator UAT Unit 1 Pacitan dalam keadaan baik dan layak digunakan.

Penelitian yang telah dilakukan pada transformator unit 1 PT PJB UBJOM Pacitan ini masih belum sempurna, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya disarankan:

1. Untuk memperbanyak parameter pengujian dan metode analisis lainnya untuk mengembangkan penelitian ini.
2. Membahas proses *purification* pada minyak isolasi transformator untuk meningkatkan kualitas minyak transformator.

## REFERENSI

- Abu-Siada, A. (2019). Improved consistent interpretation approach of fault type within power transformers using dissolved gas analysis and gene expression programming. *Energies*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/en12040730>
- Standard Test Method for Analysis of Gases Dissolved in Electrical Insulating Oil by Gas Chromatography 1, ASTM International (2009). [www.spic.ir](http://www.spic.ir)
- Gouda, O. E., El-Hoshy, S. H., & Tamaly, H. H. E. L. (2019). Condition assessment of power transformers based on dissolved gas analysis. *IET Generation, Transmission and Distribution*, 13(12), 2299–2310. <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2018.6168>
- Haz, F., Rizki Akbar, M., Giri, D., & Setia, A. (2022). *Diagnosis Kondisi Minyak Transformator Menggunakan Teknik Dissolved Gas Analysis*. 21(01), 12–21. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- IEEE Std C57.104<sup>TM</sup>-2008 (Revision of IEEE Std C57.104-1991), IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers, Pub. L. No. IEEE Std C57.104<sup>TM</sup>-2008 (2009).
- IEC 60599: Mineral Oil-Filled Electrical Equipment in Service-Guidance on the Interpretation of Dissolved and Free Gasses Analysis, Pub. L. No. IEC 60599, IEC (2015).
- Iskandar, H. R., Taryana, E., Hidayat, M. R., & Putra, G. S. (2021). Studi Kelayakan Operasi Berdasarkan Uji Dissolve Gas Analysis pada Transformator Distribusi 150 kV Gardu Induk Cibabat Cimahi. *KILAT*, 10(1), 10–21. <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i1.963>
- Kholqi, A. D. B. (2019). *Analisa Keadaan Minyak Isolasi Transformator 70 Kv dengan Metode Dissolved Gas Analysis (DGA) dan Tegangan Tembus (Break Down Voltage) pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di PT. PJB UP Brantas Sub-Unit PLTA Mendalan*. Universitas Jember.
- Mardiyanto, D. C., & Joko. (2019). Analisis Keadaan Minyak Isolasi Transformator Daya Menggunakan Metode Fuzzy Logic

- Berdasarkan Data Dissolved Gas Analysis (DGA). *Jurnal Teknik Elektro*, 8(2), 411–419.
- Siswanto, A., Rohman, A., Suprijadi, S., Baehaqi, M., & Arifudin, A. (2022). Analisis Karakteristik Minyak Transformator Menggunakan Pengujian Dissolved Gas Analysis(DGA) pada IBT 1 Gardu Induk. *Foristek*, 12(1), 30–42. <https://doi.org/10.54757/fs.v12i1.142>
- Yunus, D. (2020). *Analisis Pengujian Minyak Transformator Daya 150 kV Dengan Metode Koefisien Korelasi*. Institut Teknologi PLN.



---

## PROFIL PENULIS

---

	<p><b>MS Hendriyawan A, S.T., M.Eng., Ph.D.</b> Penulis adalah dosen di Program Studi Teknik Elektro Universitas Teknologi Yogyakarta. Selain mengajar, penulis juga aktif melakukan penelitian dibidang Robotika, Otomasi industri, <i>Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)</i>, <i>Internet of Things (IoT)</i>, dan <i>Artificial Intelligence (AI)</i>.</p>
	<p><b>Satyo Nuryadi, S.T., M.Eng.</b> Penulis adalah dosen di Program Studi Teknik Elektro Universitas Teknologi Yogyakarta. Selain mengajar, penulis juga aktif melakukan penelitian dibidang <i>Internet of Things (IoT)</i>, dan <i>Artificial Intelligence (AI)</i>, Robotika, <i>Smart Industrial Control</i></p>
	<p><b>Rodhiyah Mardhiyyah, S.Kom., M.Kom.</b> Penulis adalah dosen di Program Studi Teknik Komputer Universitas Teknologi Yogyakarta. Selain mengajar, penulis juga aktif melakukan penelitian di bidang Robotika dan <i>Internet of Things (IoT)</i>, dan <i>Machine Learning</i>.</p>
	<p><b>Ari Sugiharto, S.Si., M.Eng.</b> Penulis adalah dosen di Program Studi Teknik Komputer Universitas Teknologi Yogyakarta. Selain mengajar, penulis juga melakukan penelitian terkait dengan bidang telekomunikasi, robotik, <i>augmented reality (AR)</i>, <i>Internet of Things (IoT)</i>, dan <i>embedded system</i>.</p>

	<p><b>Suyud Widiono, S.Pd., M.Kom</b>  Penulis adalah dosen di Program Studi Teknik Komputer Universitas Teknologi Yogyakarta. Penulis juga mendapatkan sertifikasi MTCNA (<i>Mikrotik Certified Network Associate</i>) trainer, NVIDIA <i>Deep Learning Institute</i>, <i>Senior Web &amp; Mobile Programmer</i>, <i>Computer Network Engineer</i>, <i>Cloud &amp; On-Promise Server Administrator</i>, dan juga sebagai <i>IT Consultant</i>.</p>
	<p><b>Ridwan Budi Prasetyo, S.T., M.Eng.</b>  Perekayasa Ahli Muda di Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika Badan Riset dan Inovasi Nasional. Bidang Penelitian : Aplikasi Energi Baru Terbarukan di Pesisir dan Pelabuhan serta Aplikasi Teknologi Tepat Guna untuk Masyarakat.</p>
	<p><b>Ikrima Alfi, S.T., M.Eng.</b>  Penulis adalah dosen di Program Studi Teknik Elektro Universitas Teknologi Yogyakarta. Selain mengajar, penulis juga melakukan penelitian terkait <i>Energy Conversion</i>, <i>Electrical Power Transmission and Distribution</i>, dan <i>Power Systems</i>.</p>

# APLIKASI TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER

Implementasi Teknologi  
Elektronika dan Perangkat Lunak  
bagi Masyarakat 5.0

Buku ini menyampaikan kajian ilmiah tentang bagaimana menerapkan teknologi elektronika dan perangkat lunak untuk membantu mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat modern (society 5.0). Solusi yang diberikan berupa kombinasi teknologi elektronika terprogram dalam bentuk sistem terbenam (*embedded system*) dan perangkat lunak yang menjadi bagian utama sistem kendali cerdas atau sistem IoT (*Internet of Things*), selain itu juga memaparkan penerapan perangkat lunak kecerdasan buatan yang dapat membantu menentukan keputusan.

**Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)**

Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581

Telp/Fax : (0274) 4533427

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

✉ [cs@deepublish.co.id](mailto:cs@deepublish.co.id)

📘 Penerbit Deepublish

📱 @penerbitbuku\_deepublish

🌐 [www.penerbitdeepublish.com](http://www.penerbitdeepublish.com)



Kategori : Teknik Elektronika

ISBN 978-623-02-5201-3



9 786230 252013