

**SISTEM *MONITORING* DAN PENGUKURAN KADAR pH,
JARAK DAN SUHU PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT
(POME) BERBASIS *DISPLAY DIGITAL* IoT**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah
satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur
Negeri Bangka Belitung



Dibuat oleh :

Ari Azto NIM 0032006

Dania Prameswari NIM 0032039

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023**

**SISTEM *MONITORING* DAN PENGUKURAN KADAR pH, JARAK DAN
SUHU PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT (*POME*) BERBASIS *DISPLAY*
*DIGITAL IoT***

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :

Ari Anto NIM 0032006

Dania Prameswari NIM 0032039

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2023

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM *MONITORING* DAN PENGUKURAN KADAR pH, JARAK DAN SUHU
PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT (*POME*) BERBASIS *DISPLAY DIGITAL*

IoT

Oleh:

Ari Anto NIM 0032006

Dania Prameswari NIM 0032039

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Aan Febriansyah, M.T

Pembimbing 2



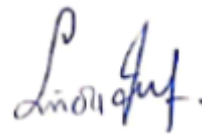
Zanu Saputra, M.Tr.T

Penguji 1



Qesirendi, M.T.

Penguji 2



Linda Fujiyanti, ST., MTI

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Ari Anto NPM : 0032006

Nama Mahasiswa 2 : Dania Prameswari NPM : 0032039

Dengan Judul : *SISTEM MONITORING DAN PENGUKURAN KADAR pH, JARAK DAN SUHU PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT (POME) BERBASIS DISPLAY DIGITAL IoT*

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 18 Maret 2023

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Ari Anto



Ari Anto

2. Dania Prameswari



Dania Prameswari

ABSTRAK

Dalam proses pengolahan limbah cair kelapa sawit (pome), salah satu metode yang digunakan adalah fermentasi anaerobik dengan melibatkan bakteri anaerobik untuk menghasilkan biogas. pome merupakan bahan utama dalam pembuatan biogas. Masalah yang ada di Pt Bangka Biogas Synergy yaitu pengukuran kadar pH dan kestabilan suhu masih dilakukan secara manual, yang menyebabkan keterbatasan dalam pengendalian karena waktu dan cuaca. Tujuan proyek akhir yaitu merancang, membuat sebuah alat untuk memonitoring ph, suhu dan jarak secara real time dan alat ini mempermudah pengukuran saat kondisi cuaca sedang hujan. Metode dalam pembuatan proyek akhir ini adalah konsultasi, survei, pengumpulan data, perancangan hardware, pembuatan hardware, pengujian software, pengukuran hardware dan perakitan hardware menggunakan nodeMcu ESP8266(IoT), pengujian sistem, dan terakhir pembuatan laporan proyek akhir. Dengan adanya proyek ini, suhu dan pH dapat dipantau melalui perangkat Android. Hasil pengujian yang akan diperoleh nilai suhu dan nilai pH yang sudah terkontrol yaitu ketika suhu $< 42^{\circ}\text{C}$ dan nilai PH $> 5,5$ maka, tidak terjadi pengontrolan. namun ketika nilai suhu dan PH $\geq 42^{\circ}\text{C}$ dengan nilai PH $< 5,5$ maka akan terjadi pengontrolan dan sistem akan bekerja mencapai nilai yang diinginkan yaitu nilai suhu 5,5.

Kata Kunci: limbah cair kelapa sawit (pome), Sensor Suhu DS18B20, Sensor pH 4502C, Sensor Ultrasonik HC-SR04, NodeMCU ESP8266, Android.

ABSTRACT

In the process of processing palm oil liquid waste (pome), one of the methods used is anaerobic fermentation by involving anaerobic bacteria to produce biogas. pome is the main ingredient in making biogas. The problem at Pt Bangka Biogas Synergy is that the measurement of pH levels and temperature stability is still done manually, which causes limitations in control due to time and weather. The purpose of the final project is to design, make a tool to monitor ph, temperature and distance in real time and this tool makes it easier to measure when the weather conditions are raining. The methods in making this final project are consultation, survey, data collection, hardware design, hardware manufacturing, software testing, hardware measurement and hardware assembly using nodeMcu ESP8266 (IoT), system testing, and finally making the final project report. With this project, temperature and pH can be monitored via an Android device. The test results that will be obtained are temperature and pH values that have been controlled, namely when the temperature $< 42\text{ }^{\circ}\text{C}$ and PH value > 5.5 then, no control occurs. but when the temperature and PH values $\geq 42\text{ }^{\circ}\text{C}$ with a PH value < 5.5 then control will occur and the system will work to achieve the desired value, namely the temperature value of 5.5.

Keywords: palm oil liquid waste (pome), Temperature Sensor DS18B20, Ultrasonic sensor HC-SR04, NodeMCU, Android.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan Hidayah-nya, sehingga kami dapat menyelesaikan karya tulis proyek akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Karya tulis proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah ditetapkan selama 3 tahun menempuh pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pengalaman yang penulis dapatkan selama melaksanakan Program magang pada pembuatan alat dan makalah proyek akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang yang telah berperan sehingga dapat terselesaikannya proyek akhir, sebagai berikut :

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D selaku direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
2. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T, selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Ocsirendi, M.T. selaku Kepala Prodi DIII Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Aan Febriansyah, M.T, selaku pembimbing 1 dan Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T selaku pembimbing 2 dalam proyek akhir ini.
5. Seluruh staf pengajar dan karyawan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Keluarga besar PT BANGKA BIOGAS SYNERGY (BBS) yang telah ikut serta pada proyek akhir ini.
7. Keluarga besar penulis yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral maupun materi dan semangat.
8. Teman - Teman mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang

telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir.

9. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan proyek akhir yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Karena yang benar hanya datang dari Allah SWT dan yang salah datang dari penulis sendiri.

Penulis sangat mengharapkan segala petunjuk, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya. Besar harapan penulis semoga makalah proyek akhir dan alat yang dibuat dapat memberikan manfaat bagi pihak yang berkepentingan pada khususnya dan baik bagi perkembangan ilmu teknologi pada umumnya.

Sungailiat, 18 Maret 2023



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Proyek Akhir	3
BAB II.....	4
LANDASAN TEORI	4
2.1. Referensi dari penelitian sebelumnya.....	4
2.2. Kelapa Sawit.....	4
2.3. Limbah Cair Kelapa Sawit (<i>POME</i>).....	5
2.4. Biogas	6
2.5. Fermentasi Anaerob.....	7
2.6. IoT (Internet of Things).....	9
2.7. Sensor Suhu DS18B20	10
2.8. Sensor PH 4502C	11
2.9. Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	13
2.10. NodeMCU V3 esp8266	14
BAB III.....	16
METODE PELAKSANAAN.....	16
3.1. Flowchart	16

3.2.	Konsultasi, Survei, Pengumpulan Data dan Pengolahan Data	18
3.3.	Perancangan, Pembuatan dan Pengujian <i>Hardware</i> Elektrik.....	19
3.4.	Pembuatan dan Pengujian <i>Software</i>	19
3.5.	Perakitan <i>Hardware</i> Elektrik.....	20
3.6.	Pengujian Sistem	20
3.7.	Pembuatan Laporan Proyek Akhir	21
3.8.	Blok Diagram <i>Hardware</i>	21
BAB IV		23
PEMBAHASAN		23
4.1.	Pembuatan <i>Hardware</i> Elektrik	23
4.2.	Perancangan Desain Kontruksi.....	26
4.3.	Pembuatan Kontruksi	27
4.4	Pengujian <i>Hardware</i> Elektrik.....	29
4.4.1	Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	29
4.4.2	Pengujian Sensor pH 4502C	40
4.4.3	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	53
4.4.4	Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C Di PT	61
4.5.	Pembuatan <i>Software</i> Aplikasi.....	67
BAB V.....		72
PENUTUP.....		72
5.1.	Kesimpulan.....	72
5.2.	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN		75

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Skema Rangkaian Hardware Sensor Suhu DS18B20	31
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit (<i>POME</i>).....	33
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Suhu Air.....	35
Tabel 4. 4 Skema Rangkaian Hardware Sensor pH 4502C.....	41
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian pH Limbah Cair Kelapa Sawit (<i>POME</i>).....	46
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian pH Air	48
Tabel 4. 7 Skema Rangkaian Hardware Sensor Ultrasonik HC-SR04	54
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Ketinggian Air	57
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian sensor suhu DS18B20 dan sensor pH 4502C	65
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian sensor suhu DS18B20 dan sensor pH 4502C	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kelapa Sawit	5
Gambar 2. 2 Limbah Cair Kelapa Sawit (<i>POME</i>)	6
Gambar 2. 3 Biogas.....	7
Gambar 2. 4 Skema Fermentasi Anaerobik	8
Gambar 2. 5 Skema Sistem IoT	9
Gambar 2. 6 Skema Sensor Suhu DS18B20	10
Gambar 2. 7 Sensor Suhu DS18B20	11
Gambar 2. 8 Sensor PH 4502C	12
Gambar 2. 9 Sensor Ultrasonik HC-SR04	13
Gambar 2. 10 NodeMCU V3 ESP8266	14
Gambar 3. 1 Flowchart Proses Pembuatan Proyek Akhir	18
Gambar 3. 2 Blok Diagram Hardware	22
Gambar 4. 1 Rangkaian Hardware keseluruhan.....	24
Gambar 4. 2 Hardware Elektrik Proyek Akhir.....	25
Gambar 4. 3 Desain rancangan konstruksi monitoring dan pengukuran	26
Gambar 4. 4 desain tempat monitoring dan pengukuran	27
Gambar 4. 5 konstruksi monitoring dan pengukuran limbah cair.....	28
Gambar 4. 6 Rangkaian Hardware Sensor Suhu di NodeMcu	30
Gambar 4. 7 Pengujian Suhu Distribution Box (DB)	32
Gambar 4. 8 Pengujian Suhu Air	32
Gambar 4. 9 Grafik Suhu Pome	39
Gambar 4. 10 Grafik Suhu Air	39
Gambar 4. 11 Rangkaian Hardware Sensor pH 4502C di NodeMcu.....	41
Gambar 4. 12 Pengujian pH Limbah Cair Kelapa Sawit (<i>POME</i>).....	43
Gambar 4. 13 Pengujian pH Air.....	43
Gambar 4. 14 Pengujian pH Limbah Cair Kelapa Sawit (<i>POME</i>).....	44

Gambar 4. 15 Pengujian pH Air Menggunakan.....	45
Gambar 4. 16 Grafik pH Pome.....	52
Gambar 4. 17 Grafik pH Air	52
Gambar 4. 18 Rangkaian Hardware Sensor Ultrasonik di NodeMcu	54
Gambar 4. 19 Pengujian Ketinggian air Menggunakan	56
Gambar 4. 20 Grafik Jarak	61
Gambar 4. 21 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C	62
Gambar 4. 22 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C	63
Gambar 4. 23 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C	64
Gambar 4. 24 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C	64
Gambar 4. 25 Tampilan SIGN UP & LOGIN.....	68
Gambar 4. 26 New Device	68
Gambar 4. 27 Gambar Pilihan Widget	69
Gambar 4. 28 Setting Jarak	69
Gambar 4. 29 Setting suhu	70
Gambar 4. 30 Setting pH.....	70
Gambar 4. 31 Tampilan pada Android Di Software Thinger.io.....	71
Gambar 4. 32 Tampilan Penyimpanan Data Keseluruhan	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Program Secara Keseluruhan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kelapa sawit adalah salah satu komoditas ekspor utama untuk digunakan sebagai bahan baku dalam produksi minyak goreng di Indonesia. Selama periode pembangunan jangka panjang, industri kelapa sawit telah mengalami perkembangan pesat. Pertumbuhan tanaman kelapa sawit juga berkontribusi pada peningkatan jumlah industri pengolahannya. Dampak yang merugikan terhadap lingkungan terjadi sebagai konsekuensi dari limbah yang dihasilkan oleh industri pengolahan kelapa sawit. Limbah dari pabrik pengolahan kelapa sawit meliputi limbah dalam bentuk cairan, gas, dan padatan. Tujuan penanganan limbah cair kelapa sawit (*pome*) yaitu memproses limbah cair kelapa sawit (*pome*) agar dapat dimanfaatkan kembali. [1]

Dalam upaya mengatasi jumlah limbah cair kelapa sawit (*pome*) yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit di Bangka Belitung, salah satu pabrik yang beroperasi di wilayah tersebut adalah PT BANGKA BIOGAS SYNERGY (BBS). telah mengadopsi pengolahan limbah cair kelapa sawit (*pome*) menjadi biogas. PT BBS menggunakan metode perombakan anaerobik atau melalui aksi bakteri anaerobik. Limbah cair kelapa sawit (*POME*) yang telah melewati proses anaerobik dikumpulkan dalam *feeding pit* sebagai tempat penampungan. Selanjutnya, limbah cair tersebut dialirkan ke *cooling tower* yang tujuannya untuk menurunkan suhu limbah dari *feeding pit*. Kemudian dari *cooling tower* akan dialirkan ke *distribution box*, di mana terjadi proses *digester* yang bertujuan untuk mengurangi kandungan minyak juga mengendalikan suhu dan kadar pH dari *pome* tersebut. Di *distribution box*, terdapat kegiatan pemantauan kadar pH dan suhu limbah cair kelapa sawit (*pome*). Standar operasional untuk pH adalah nilainya harus lebih dari 5,5. Sedangkan rentang operasional untuk pH berkisar antara (5,5 - 6,5). Untuk suhu, standar operasionalnya adalah 38°C, dengan rentang operasional antara (37 - 42°C). Namun, kegiatan ini masih dilakukan secara manual, dan

pengendalian suhu dan kadar pH masih mengandalkan tindakan operator. Pendekatan ini tidak efektif karena terbatas oleh kondisi dan waktu, serta pengukuran kadar pH dan kestabilan suhu tidak selalu terjadwal dan kurang stabil. [2]

Dalam proyek akhir ini, dirancang sebuah alat atau sistem yang bertujuan untuk monitoring dan pengukuran kadar pH dan kestabilan suhu pada limbah cair kelapa sawit (*POME*) menggunakan *display* digital berbasis IoT pada *distribution box* secara otomatis. Melalui sistem ini, monitoring dan pengendalian dapat dilakukan melalui perangkat android. Sistem pengukuran kadar pH dan kestabilan suhu tidak memerlukan campur tangan operator, karena sensor akan secara otomatis melakukan pengukuran sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Jika nilai kadar pH dan kestabilan suhu yang diukur tidak sesuai dengan standar, sistem secara otomatis akan melakukan pengendalian. Dengan adanya upaya ini, operator akan terlibat dalam proses pengendalian dan pemantauan secara teratur. Hal ini akan memastikan bahwa pekerjaan operator dapat dilakukan dengan baik, sehingga menghasilkan pome dengan kadar pH dan kestabilan suhu yang optimal. [3]

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dipecahkan dalam proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara melakukan pengukuran pH dan suhu secara real-time dan akurat pada limbah cair kelapa sawit (*POME*)?
2. Bagaimana cara membuat sebuah alat yang dapat memantau pH dan suhu limbah cair kelapa sawit (*POME*) tanpa perlu mengambil sampel langsung dari *distribution box* seperti yang biasa dilakukan?
3. Bagaimana cara melakukan monitoring kadar pH dan kestabilan suhu pada limbah cair kelapa sawit (*POME*) saat kondisi cuaca sedang hujan?

1.3. Batasan Masalah

Dalam proyek akhir ini, terdapat batasan masalah yang meliputi:

1. Batasan nilai kadar pH yang diinginkan pada limbah cair kelapa sawit (*POME*) adalah $\text{pH} \geq 5$, dengan range nilai pH yang diinginkan antara 5,5 hingga 6,5.
2. Batasan nilai suhu pada limbah cair kelapa sawit (*POME*) adalah 38°C , dengan range nilai suhu yang diinginkan antara 37°C hingga 42°C .
3. Alat pemantauan yang dirancang hanya untuk mengukur kualitas *POME*, kestabilan suhu dan ketinggian dan kerendahan *POME*.

1.4. Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat sebuah alat yang dapat monitoring pH dan suhu secara real time, serta menjelaskan metode pengukuran yang benar.
2. Membuat rancang bangun alat yang dapat *monitoring* dan mengukur dengan jarak jauh seperti alat yang sudah dirancang yang menggunakan sistem IoT.
3. Dengan adanya alat ini dapat mempermudah melakukan proses *monitoring* dan pengukuran pH dan suhu saat kondisi cuaca sedang hujan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Referensi dari penelitian sebelumnya

Sebelum pembuatan proyek akhir ini, saya pernah magang di Pt. Bangka Biogas Synergy dan diberikan tugas inovasi untuk kekurangan yang ada di Pt. Inovasi yang saya buat yaitu “monitoring limbah cair kelapa sawit (pome) menggunakan wireless sensor network”. Dan sebelumnya pernah ada mahasiswa polman membuat proyek akhir dengan objek yang sama dengan judul “sistem kontrol dan monitoring limbah cair kelapa sawit (pome) berbasis iot”, dari inovasi saya magang kemudian saya kembangkan menjadi proyek akhir yang berjudul “sistem monitoring dan pengukuran kadar ph, suhu, dan jarak limbah cair kelapa sawit (pome) berbasis display digital iot”.

2.2. Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan jenis tumbuhan monokotil, biasanya tumbuh di daerah dataran rendah. Kelapa sawit merupakan tumbuhan industri sebagai bahan baku penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar. Tumbuhan ini digunakan dalam usaha pertanian komersial untuk memproduksi minyak sawit. Kelapa sawit memiliki karakteristik khusus. Tumbuhan kelapa sawit termasuk dalam keluarga palma, dan buahnya tersusun dalam tandan yang disebut sebagai tandan buah segar. Kelapa sawit berbentuk pohon. Tingginya dapat mencapai 24 meter. Akar serabut tanaman kelapa sawit mengarah ke bawah dan samping. Selain itu juga terdapat beberapa akar napas yang tumbuh mengarah ke samping atas untuk mendapatkan tambahan aerasi. Kelapa sawit berkembang biak dengan cara generatif. Buah sawit matang pada kondisi tertentu embrionya akan berkecambah menghasilkan tunas (plumula) dan bakal akar (radikula). Setiap tandan buah dewasa memiliki berat sekitar 15-30 kg, dan terdiri dari 600-2000 buah dengan berat perbuah sekitar 15-30 gram. Minyak kelapa sawit diekstraksi dari daging buah yang terdapat di dalam sabut, dengan

hasil sekitar 20-24%. Sementara itu, inti buah kelapa sawit menghasilkan minyak kelapa sawit sekitar 3-4% dari beratnya [1]. Berikut Gambar kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Kelapa Sawit [1]

2.3. Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*)

Industri kelapa sawit di Indonesia mengalami pertumbuhan yang pesat karena Indonesia merupakan produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Pada tahun 2017, luas area perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 12,3 juta hektar dengan produksi minyak kelapa sawit sebesar 35,36 juta ton. Selama operasinya, Industri kelapa sawit menghasilkan berbagai jenis limbah, termasuk limbah padat dan limbah cair. Contoh limbah padat yang dihasilkan yaitu cangkang kelapa sawit, seringkali dimanfaatkan sebagai pupuk organik atau diproses menjadi produk lainnya. Sedangkan, limbah cair yang paling utama dalam industri kelapa sawit adalah *Palm Oil Mill Effluent (POME)*.

Setiap ton tandan buah segar kelapa sawit akan menghasilkan sekitar 0,7-0,8 m³ limbah cair kelapa sawit (*POME*). Biasanya, limbah cair kelapa sawit (*POME*) yang dihasilkan memiliki tingkat keasaman (pH) sekitar 4,56-4,98 dan suhu tinggi, berkisar antara 70-80°C. Limbah cair kelapa sawit (*POME*) memiliki kandungan Total Suspended Solid (TSS) dalam rentang 0,23-5,44 g/L dan *Chemical Oxygen Demand (COD)* antara 57.000-60.400 mg/L. Jika *POME* dibuang langsung ke saluran

pembuangan tanpa pengolahan, maka dapat menyebabkan pencemaran lingkungan perairan dan mengganggu rantai makanan di sekitarnya. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pengolahan limbah cair kelapa sawit sebelum dibuang. Metode pengolahan terbaik yang digunakan untuk limbah cair kelapa sawit yang kaya akan bahan organik adalah melalui proses pengolahan anaerobik. [2]. Berikut Gambar Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*) dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*) [2]

2.4. Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari *fermentasi* bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob, biogas adalah salah satu gas yang mudah terbakar. Biogas merupakan salah satu jenis energi terbarukan. Biogas merupakan jenis gas yang dihasilkan oleh hasil aktivasi anaerobik/*fermentasi* dari bahan-bahan organik, dan juga limbah domestik (rumah tangga). diantaranya limbah domestik (rumah tangga), kandungan utama yang terdapat dalam biogas adalah gas Metana yang dapat dipergunakan sebagai sumber bahan bakar. Sebagian besar dari biogas yang dihasilkan oleh bio *digester* terdiri dari 27%– 35% *karbondioksida* (CO_2), 54% – 70% *metana* (CH_4), *nitrogen* (N_2), *hidrogen* (H_2), 0,1% *karbon monoksida* (CO), *hidrogen sulfida* (H_2S), dan 0,1% *oksigen* (O_2). Pada proses bakteri anaerob untuk menghasilkan biogas dipengaruhi oleh

beberapa faktor, antara lain yaitu *temperatur*, PH, bahan organik, starter dan pengadukan. Berikut Gambar biogas dapat dilihat pada Gambar 2.3.

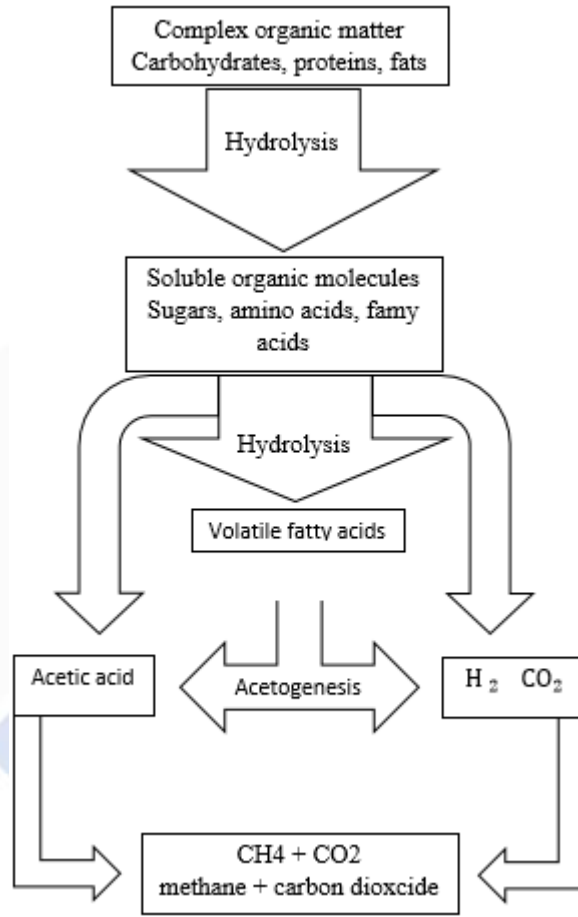


Gambar 2. 3 Biogas [3]

2.5. Fermentasi Anaerob

Proses degradasi anaerobik adalah proses fermentasi bahan organik yang dilakukan oleh bakteri anaerob dalam kondisi tanpa oksigen bebas. Padahal POME merupakan bahan baku potensial untuk menghasilkan biogas. Penelitian terdahulu telah dilaksanakan dengan proses anaerob untuk mendapatkan biogas, akan tetapi limbah yang dihasilkan masih tidak memenuhi standar mutu. Proses anaerobik merupakan teknologi yang efisien dan ramah lingkungan dalam menghasilkan bioenergi. Pengolahan limbah secara anaerobik adalah proses biokimia yang mengubah bahan organik kompleks menjadi sumber energi terbarukan, yaitu biogas. Proses ini melibatkan pemecahan organik dalam air limbah menjadi asam lemak rendah, asam asetat, hidrogen, dan lainnya melalui hidrolisis senyawa organik kompleks seperti asam lemak tinggi dan asam amino. Fermentasi ini dilakukan oleh bakteri anaerob fakultatif, yaitu mikroorganisme yang dapat bertahan hidup dalam kondisi tanpa oksigen. Selama proses ini, limbah mengalami reduksi di mana terjadi produksi gas seperti CO₂, CH₄ (metana), amonia, dan H₂S (*hidrogen sulfida*). Biasanya, produksi asam dan gas dalam proses pengolahan limbah anaerobik dilakukan dalam satu tangki yang sama. Hal ini

dilakukan untuk menjaga keseimbangan antara kedua proses tersebut dan meminimalkan pengaruh kondisi lingkungan atau senyawa penghambat terhadap bakteri anaerob fakultatif [2]. Berikut Gambar Skema Fermentasi Anaerobik dapat dilihat pada Gambar 2.4.



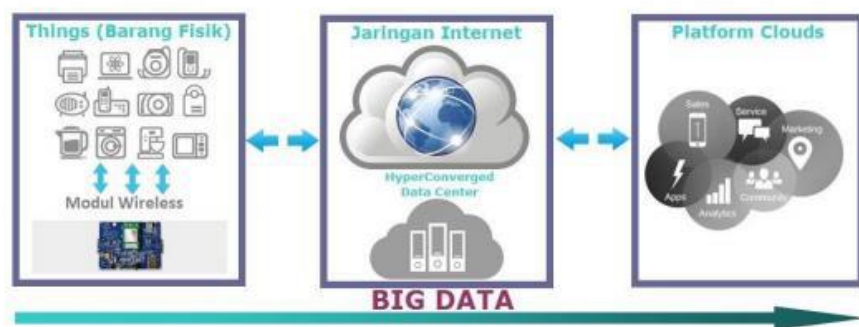
Gambar 2. 4 Skema Fermentasi Anaerobik

Menurut penjelasan Stronach et al, proses degradasi anaerobik dimulai dari bahan seperti biomasa, selulosa, hemiselulosa, karbohidrat, protein, dan asam lemak. Bakteri hidrolitik secara perlahan mengubah bahan-bahan tersebut menjadi glukosa, asam amino, gliserin, dan asam lemak. Kemudian, bakteri asidogenik menggantikan hasil hidrolisis tersebut dan mengubahnya secara perlahan menjadi H₂O, NH₃, H₂S, asam formiat, asam asetat, asam laktat, asam butirat, asam propionat, dan lainnya. Secara

bertahap, bakteri mengubah etanol, asam butirat, dan asam propionat menjadi gas hidrogen (H₂), karbon dioksida (CO₂), dan asam asetat. Pada tahap akhir, bakteri metanogenik secara perlahan mengubah H₂, CO₂, dan asam asetat menjadi biogas yang terdiri dari metana (CH₄) dan CO₂. Setiap bakteri dalam proses anaerobik memiliki kondisi proses yang berbeda. Stronach et al, menyatakan bahwa kondisi dan bakteri yang berperan selama proses anaerobik.

2.6. IoT (Internet of Things)

Internet of Things (IoT) merupakan suatu sistem di mana perangkat elektronik dapat mengontrol semua dan saling terhubung melalui internet menggunakan jaringan WiFi. Konsep IoT mengacu pada semua barang elektronik yang memiliki modul elektronik yang terhubung dengan internet, sehingga memungkinkan pengendaliannya dan pemantauan dari jarak jauh melalui internet. Dengan adanya IoT, semua perangkat dapat saling berkomunikasi dan bertukar informasi secara otomatis, memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memonitor perangkat elektronik secara efisien dan praktis dari mana saja dan juga jarak jauh melalui internet. Berikut Gambar Skema Sistem IoT dapat dilihat pada Gambar 2.5.



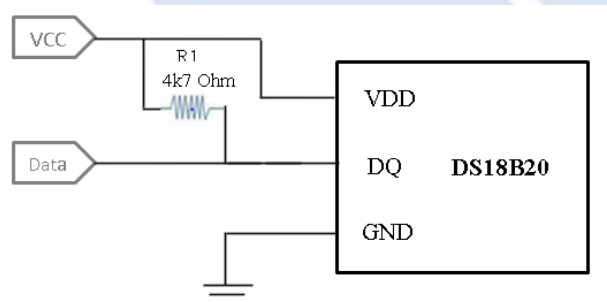
Gambar 2. 5 Skema Sistem IoT [4]

Internet of Things (IoT) memanfaatkan sebuah pemrograman melalui modul yang akan menghubungkan sebuah alat ke internet. Seluruh barang yang akan disambungkan dengan internet, akan disimpan semua datanya, kemudian data tersebut

akan di kirimkan atau disimpan melalui modul yang dapat digunakan untuk system IoT, Yang kemudian akan dikirm ke aplikasi atau jaringan internet sehingga dapat digunakan dalam kondisi apapun, selama adanya jaringan internet yang terhubung [4].

2.7. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital yang menggunakan interface one wire sehingga memerlukan sedikit kabel dalam instalasinya. Sensor suhu DS18B20 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur suhu suatu ruangan dan suatu cairan yang ingin di ukur suhunya serta tahan air (waterproof). Output dari sensor DS18B20 berupa data digital. Sensor ini memiliki karakteristik antara lain, digunakan pada tegangan 3-5V, Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12- bit, dengan rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian $(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$. Daya yang diperoleh sensor suhu DS18B20 dapat berasal dari dua Gambar 2. 5 Skema Sistem IoT 9 metode yaitu suplai dari luar dan suplai secara parasit. Untuk suplai dari luar berupa suplai yang didapat dari power supply yang dihubungkan dengan pin Vdd, sedangkan suplai secara parasit berupa pin daya untuk DS18B20 tidak membutuhkan suplai dari luar. Pada sensor ini terdapat beberapa kabel, kabel merah pada sensor suhu DS18B20 untuk VCC, kabel hitam pada sensor suhu DS18B20 untuk GND, kabel kuning pada sensor suhu DS18B20 untuk data, masing-masing kabel memiliki diameter kabel yaitu 4mm dengan panjang 90cm [5]. Berikut Gambar Skema Sensor Suhu DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Skema Sensor Suhu DS18B20

Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20 :

- Digital chip : DS18B20
- Power Supply : 3.0~5.5VDC
- Resolution Ratio : 9~12 bit
- Temperature Range : -50~+125°C
- Connection Mode : Black:GND Yellow:DATA Red:VDD+

Berikut Gambar Sensor Suhu DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Sensor Suhu DS18B20 [5]

2.8. Sensor PH 4502C

Sensor pH 4502C adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur kadar keasaman atau kebasaan dalam suatu cairan. Sensor pH 4502C tersedia dalam bentuk digital dan analog. Prinsip kerja sensor ini adalah semakin tinggi kandungan elektron dalam larutan, maka kadar keasaman larutan tersebut juga semakin tinggi, dan sebaliknya yaitu Semakin rendah kandungan elektron dalam larutan maka semakin basa kadar larutan tersebut. Hal ini disebabkan oleh adanya larutan elektrolit lemah dalam batang sensor pH 4502C. Sensor pH 4502C dirancang khusus untuk digunakan dengan Arduino. Sensor ini dilengkapi dengan banyak konektor dan fitur. Untuk mengukur pH dengan akurasi $\pm 0,1$ pH (pada suhu 25°C), Anda hanya perlu menghubungkannya langsung ke probe dan NodeMcu. Sensor pH 4502C juga

dilengkapi dengan LED yang berfungsi sebagai indikator daya, konektor BNC, dan interface pH2.0. Untuk menggunakannya, Anda perlu menghubungkan sensor pH ke konektor BNC [6]. Berikut Gambar Sensor PH 4502C dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Sensor PH 4502C [6]

Pada gambar 2.8 terdapat sensor pH yang digunakan dalam proyek ini, yaitu sensor pH 4502C. Sensor pH 4502C dipilih untuk digunakan dalam proyek ini karena sensor ini mampu mengukur rentang pH 0-14 dan memiliki harga yang terjangkau.

Spesifikasi Sensor pH 4502C :

- Modul Power : 5.00 V
- Ukuran Modul : 43 x 32mm (1.69 x 1.26 ")
- Rentang Pengukuran : 0 – 14
- PH Akurasi : $\pm 0,1$ pH (25 °C)
- Waktu Respon : ≤ 1 menit
- Sensor pH dengan Konektor BNC
- pH2.0 Antarmuka (patch 3 kaki)
- Potensiometer Penyesuaian Penguatan
- LED Indikator Daya
- Output : Pin Analog

2.9. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Ultrasonik HC-SR04 adalah sensor yang berfungsi sebagai pengirim, penerima dan pengontrol gelombang ultrasonik. Sensor ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2 cm – 4 m dengan akurasi 3 mm. Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 pin yaitu pin Vcc sebagai positif, GND sebagai *ground*, *Trigger* digunakan untuk keluarnya sinyal dari sensor dan *Echo* untuk menangkap sinyal pantul dari benda [7]. Berikut Gambar Sensor Ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Sensor Ultrasonik HC-SR04 [7]

Prosedur penggunaan sensor ini adalah dengan memberikan tegangan positif pada pin Trigger selama 10uS. Hal ini akan menyebabkan sensor mengirimkan sinyal ultrasonik sebanyak 8 langkah dengan frekuensi 40 kHz. Sinyal tersebut kemudian diterima oleh sensor pada pin Echo. Untuk mengukur jarak objek yang memantulkan sinyal, perbedaan waktu antara pengiriman dan penerimaan sinyal digunakan sebagai acuan untuk menentukan jarak objek tersebut [7].

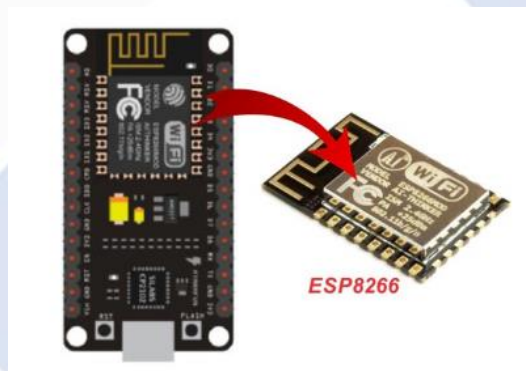
Berikut spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

- Dimensi : 45 mm (P) x 20 mm (L) x 15 mm (T)
- Tegangan : 5 VDC
- Arus pada mode siaga : <2 mA
- Arus pada saat deteksi : 15 mA
- Frekuensi suara : 40 kHz

- Jangkauan minimum : 2 cm
- Jangkauan maksimum : 400 cm
- *Input trigger* : 10 μ S minimum, pulsa level TTL
- Pulsa *echo* : Sinyal level TTL positif, lebar berbanding proporsional dengan jarak yang dideteksi.

2.10. NodeMCU V3 esp8266

NodeMCU merupakan mikrokontroler yang telah dilengkapi dengan modul *WIFI* ESP8266 di dalamnya. NodeMCU memiliki fungsi yang serupa dengan Arduino, namun kelebihanannya terletak pada adanya modul *WIFI* yang sudah terintegrasi. NodeMCU memiliki total 17 pin GPIO yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan *periferal*, termasuk ADC Channel yang mendukung penggunaan ADC 10-bit [8]. Berikut Gambar NodeMCU V3 ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 NodeMCU V3 ESP8266 [8]

Modul NodeMCU V3 ESP8266 memiliki spesifikasi dasar sebagai berikut:

- Microcontroller: ESP8266
- Tegangan Operasi: 3.3 V
- Flash Memory: 4 MB
- Digital I/O: 10
- Analog Input: 1 (10-bit)
- Interface UART: 1

- Interface SPI: 1
- Interface I2C: 1
- WiFi: Integrated 802.11 b/g/n
- Antena: Built-in
- USB-TTL: CH340G chip
- GPIO Pins: 17
- Current Consumption: 80 mA (Normal Mode), 10 μ A (Deep Sleep Mode)
- Dimensions: 48 mm x 26 mm

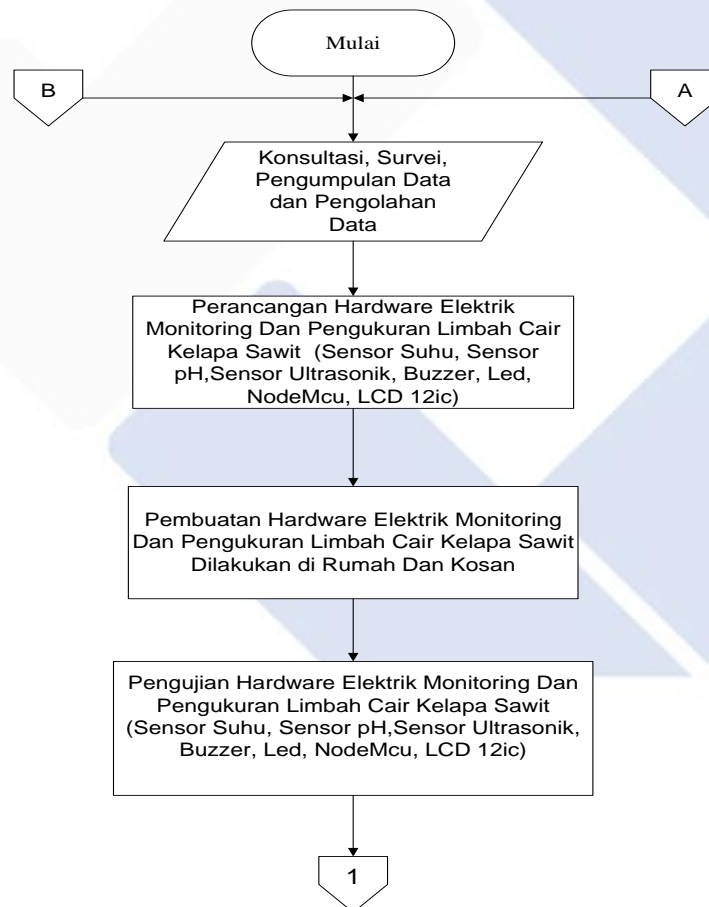
Seperti Arduino, NodeMCU V3 ESP8266 juga perlu diprogram terlebih dahulu agar dapat berfungsi sesuai dengan desain sistem yang diinginkan. Pemrogramannya dilakukan menggunakan Arduino IDE (sketch), dengan menyesuaikan tipe/jenis board yang digunakan. Untuk menggunakan NodeMCU V3 ESP8266 pada Arduino IDE, perlu menginstal terlebih dahulu papan (board) NodeMCU agar dapat terdeteksi dan digunakan.

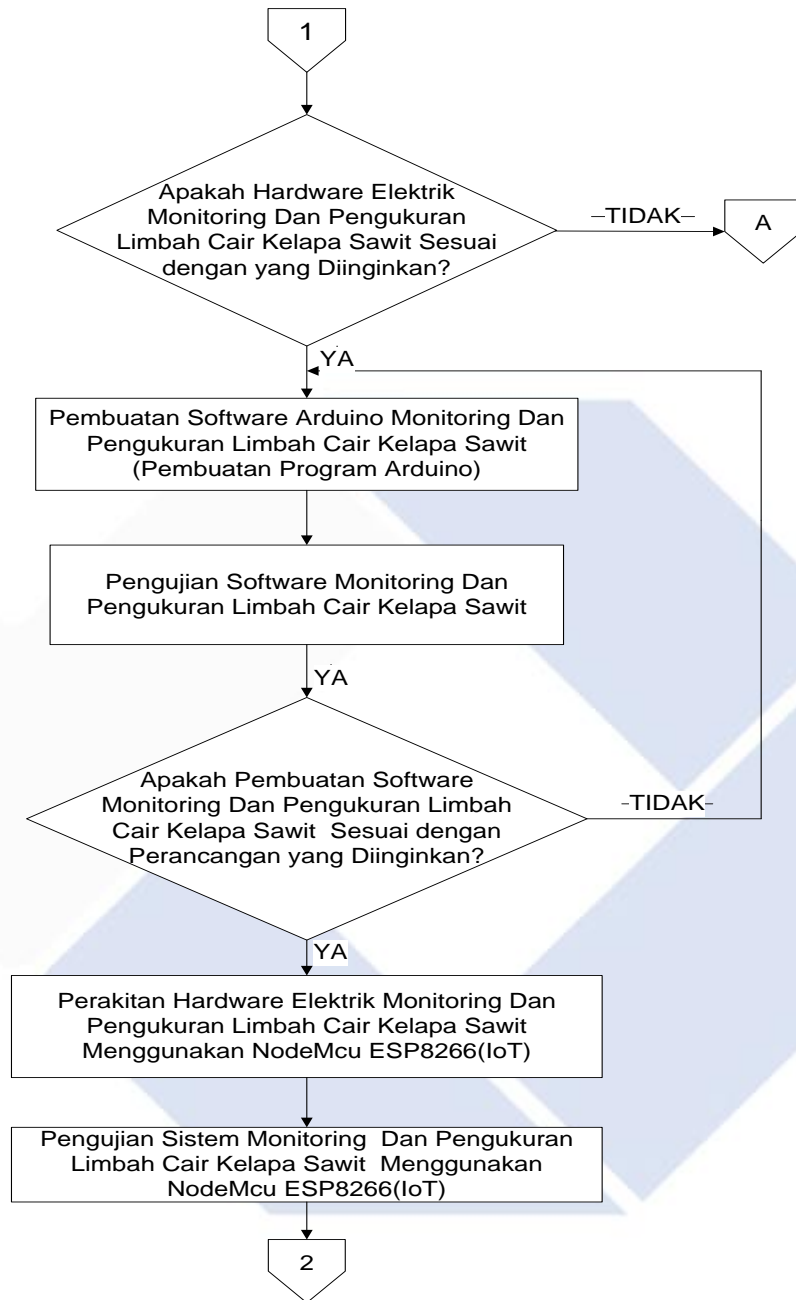
BAB III

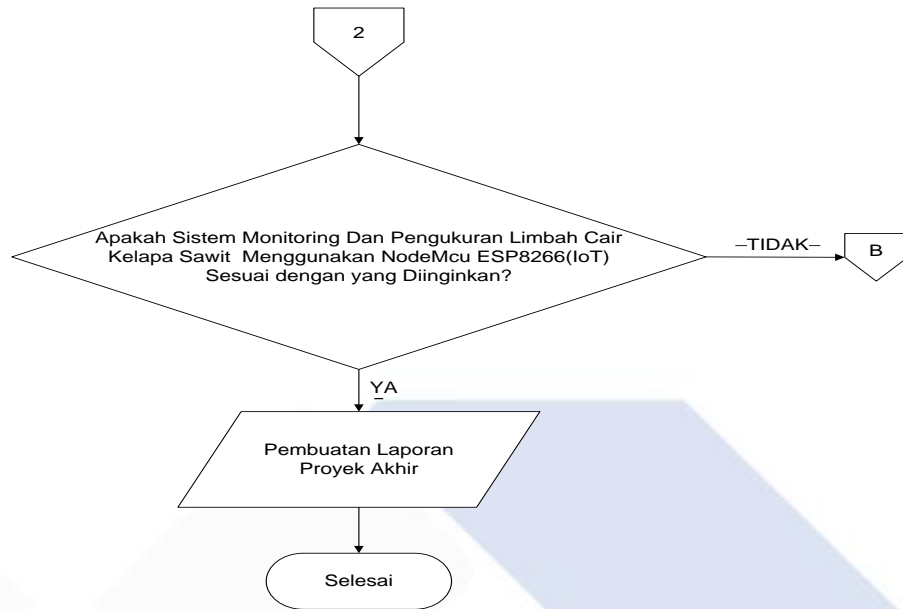
METODE PELAKSANAAN

3.1. Flowchart

Dalam rangka menjalankan proyek akhir ini, telah disusun tahapan pelaksanaan yang bertujuan mempermudah proses pembuatan proyek akhir yang berjudul "Sistem Monitoring dan Pengukuran Kadar pH, Jarak, dan Suhu pada Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*) Berbasis *Display* Digital IoT". Metode pelaksanaan ini dijelaskan melalui sebuah flowchart dapat dilihat pada gambar 3.1.







Gambar 3. 1 *Flowchart* Proses Pembuatan Proyek Akhir

3.2. Konsultasi, Survei, Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Langkah pertama adalah berkonsultasi dengan dosen pembimbing untuk membahas topik yang terkait dengan proyek akhir. Setelah mendapatkan arahan dan masukan dari dosen pembimbing, dilakukan survei lapangan di PT Bangka Biogas *Synergy* yang berlokasi di desa Kace Jl. Cengkong Abang, Kec. Mendo Barat, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung. Survei lapangan ini dilakukan untuk mengumpulkan data yang relevan dengan proyek akhir.

Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data dari berbagai sumber, seperti hasil survei lapangan dan data diperoleh dari internet, seperti jurnal, paper, website resmi, dan buku. Pengumpulan data ini penting sebagai referensi dalam pembuatan proyek akhir dengan judul "Sistem Monitoring Dan Pengukuran Kadar pH, Jarak Dan Suhu Pada Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*) Berbasis Display Digital IoT". Setelah semua data terkumpul, data tersebut akan diolah dan digunakan sebagai referensi dalam pembuatan proyek akhir dan penyusunan makalah proyek akhir. Data yang telah

terkumpul akan digunakan sebagai dasar untuk menjelaskan konsep, metode, dan hasil dari proyek akhir yang telah dilakukan.

3.3. Perancangan, Pembuatan dan Pengujian *Hardware* Elektrik *Monitoring* dan Pengukuran Limbah Cair Kelapa sawit (*pome*)

Dalam pembuatan hardware elektrik untuk monitoring dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*), langkah pertama adalah menentukan komponen elektrik yang akan digunakan, seperti sensor pH, sensor suhu, sensor ultrasonik, buzzer, NodeMcu V3 ESP8266, dan lcd i2C. Setelah komponen tersebut ditentukan, dilakukan pembuatan blok diagram hardware untuk merencanakan hubungan antara komponen-komponen tersebut. Selanjutnya, dilakukan tahap pembuatan hardware elektrik berdasarkan desain yang telah dibuat. Proses ini dapat dilakukan di rumah atau di kosan menggunakan komponen elektrik yang telah dibeli dalam bentuk jadi dan langsung digunakan.

Setelah pembuatan hardware elektrik untuk monitoring dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*) selesai, dilakukan pengujian terhadap setiap komponen elektrik yang digunakan. Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi sesuai yang diinginkan. Sebelum melakukan pengujian, program untuk setiap komponen harus dibuat terlebih dahulu menggunakan software Arduino. Kemudian, masing-masing komponen diuji menggunakan program yang telah dibuat dan diunggah ke dalam software arduino.

3.4. Pembuatan dan Pengujian *Software* *Monitoring* dan Pengukuran Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*)

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan program menggunakan software Arduino. Tujuannya adalah untuk menciptakan tampilan monitoring dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*) menggunakan NodeMCU ESP8266 di perangkat Android.

Selanjutnya, dilakukan pembuatan software tampilan di perangkat Android untuk melakukan monitoring dan pengukuran sistem yang telah dibuat. Aplikasi yang

digunakan adalah Blynk, yang memungkinkan penggunaan tampilan grafis yang intuitif. Perancangan software meliputi desain tampilan untuk monitoring dan pengukuran suhu, pH, dan jarak. Selain itu, juga dilakukan pengaturan untuk buzzer yang akan memberikan peringatan setiap kali nilai melebihi batas standar yang telah ditentukan.

3.5. Perakitan *Hardware* Elektrik *Monitoring* dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*)

Dalam tahap perakitan hardware elektrik untuk monitoring dan pengukuran limbah cair kelapa sawit menggunakan NodeMCU ESP8266, dilakukan penggabungan semua komponen proyek akhir dan penempatannya dalam panel dan *box*. Penulis memilih menggunakan 1 panel dan 1 *box* untuk penempatan komponen.

Pada panel, komponen yang dipasang termasuk NodeMCU, buzzer, dan LCD i2C. Panel tersebut memiliki warna silver dengan ukuran 17 x 20 x 12 cm. Sedangkan didalam satu *box* hanya dipasang komponen probe sensor pH dengan *box* berwarna putih dan ukuran 7,7 x 5 x 2,7 cm. Tujuan penggunaan panel dan *box* adalah untuk mengatur komponen elektrik secara rapi dan teratur. Panel dan *box* yang digunakan sudah dalam bentuk siap digunakan sehingga memudahkan proses perakitan.

3.6. Pengujian Sistem *Monitoring* dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*)

Pada tahap pengujian sistem monitoring dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*) menggunakan NodeMCU ESP8266, langkah pertama adalah membuat program untuk seluruh komponen menggunakan software Arduino Uno. Program tersebut mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke NodeMCU sehingga dapat ditampilkan dan diukur melalui aplikasi Android.

Setelah semua program telah dibuat, dilakukan pengujian secara keseluruhan untuk memastikan bahwa alat proyek akhir dapat berjalan dengan tujuan yang

diinginkan. Pengujian ini meliputi pengujian fungsi komponen, komunikasi antara komponen, serta pengukuran dan tampilan data yang akurat. Pengujian tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa proyek akhir sistem monitoring dan pengukuran kadar ph, suhu, dan jarak limbah cair kelapa sawit (*POME*) berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

3.7. Pembuatan Laporan Proyek Akhir

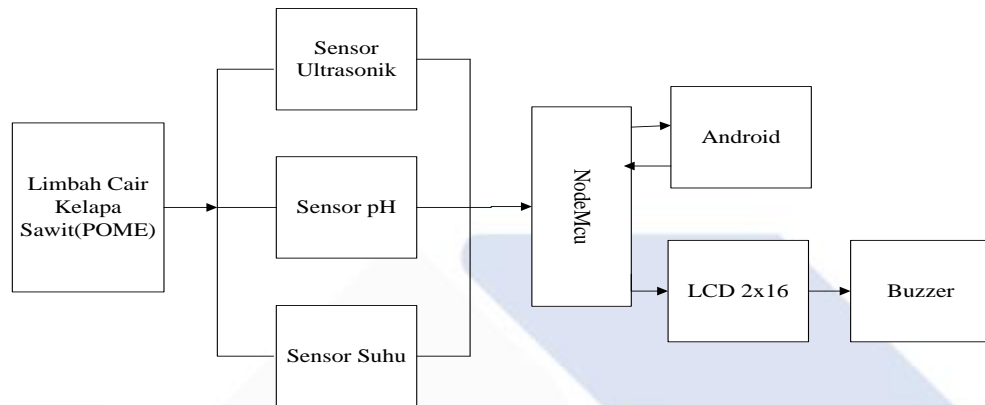
Tahap terakhir yang dilakukan yaitu pembuatan laporan proyek akhir merupakan tahap terakhir dari penyelesaian proyek akhir ini. Dalam pembuatan laporan proyek akhir memiliki format yang mirip dengan makalah. Laporan proyek akhir ini bertujuan untuk merangkum secara komprehensif keseluruhan hasil pengujian yang telah dicapai dalam proyek akhir. Laporan proyek akhir ini mencakup beberapa bagian penting, termasuk latar belakang proyek, tujuan proyek, rumusan masalah yang ingin diselesaikan, batasan masalah yang digunakan dalam penelitian, landasan teori yang menjadi dasar penelitian, metode pelaksanaan yang digunakan dalam mengembangkan proyek akhir, pembahasan mengenai hasil yang telah dicapai, serta kesimpulan dan saran yang dapat diambil dari proyek akhir ini.

Dengan adanya laporan proyek akhir, seluruh informasi yang terkait dengan proyek akhir dapat terdokumentasi dengan baik, sehingga dapat digunakan sebagai referensi di masa mendatang dan memberikan gambaran menyeluruh mengenai proyek yang telah dilakukan.

3.8. Blok Diagram *Hardware*

Blok Diagram *Hardware* untuk “Sistem Monitoring dan Pengukuran Kadar pH, Jarak, dan Suhu pada Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*) Berbasis Display Digital IoT” memiliki peran penting dalam menggambarkan hubungan antara komponen-komponen yang digunakan dalam proyek tersebut. Setiap bagian blok diagram masing-masing memiliki fungsi dengan memahami gambar blok diagram maka sistem yang dirancang sudah dapat dibuat dengan baik. Berikut blok diagram “Sistem Monitoring

Dan Pengukuran Kadar pH, Jarak Dan Suhu Pada Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*) Berbasis Display Digital IoT”. Untuk blok diagram hardware pengujian sistem monitoring dan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Blok Diagram *Hardware*

Pada gambar 3.2. merupakan blok diagram *hardware monitoring* dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*) menggunakan blok diagram *hardware* tersebut yang di mana arduino uno sebagai pengendali utama. Di mana arduino uno akan menerima data dari 3 sensor yang digunakan yaitu sensor ultrasonik, sensor kadar pH dan sensor suhu dari limbah cair kelapa sawit untuk diproses lalu dikirimkan pada nodeMcu ESP8266 untuk di upload ke *server blynk* melalui koneksi internet, agar data bisa diakses melalui *android*. Selain *android* data juga bisa ditampilkan pada *lcd i2c 16x2* dan ditandai dengan *buzzer* jika data melebihi standar yang diinginkan.

BAB IV

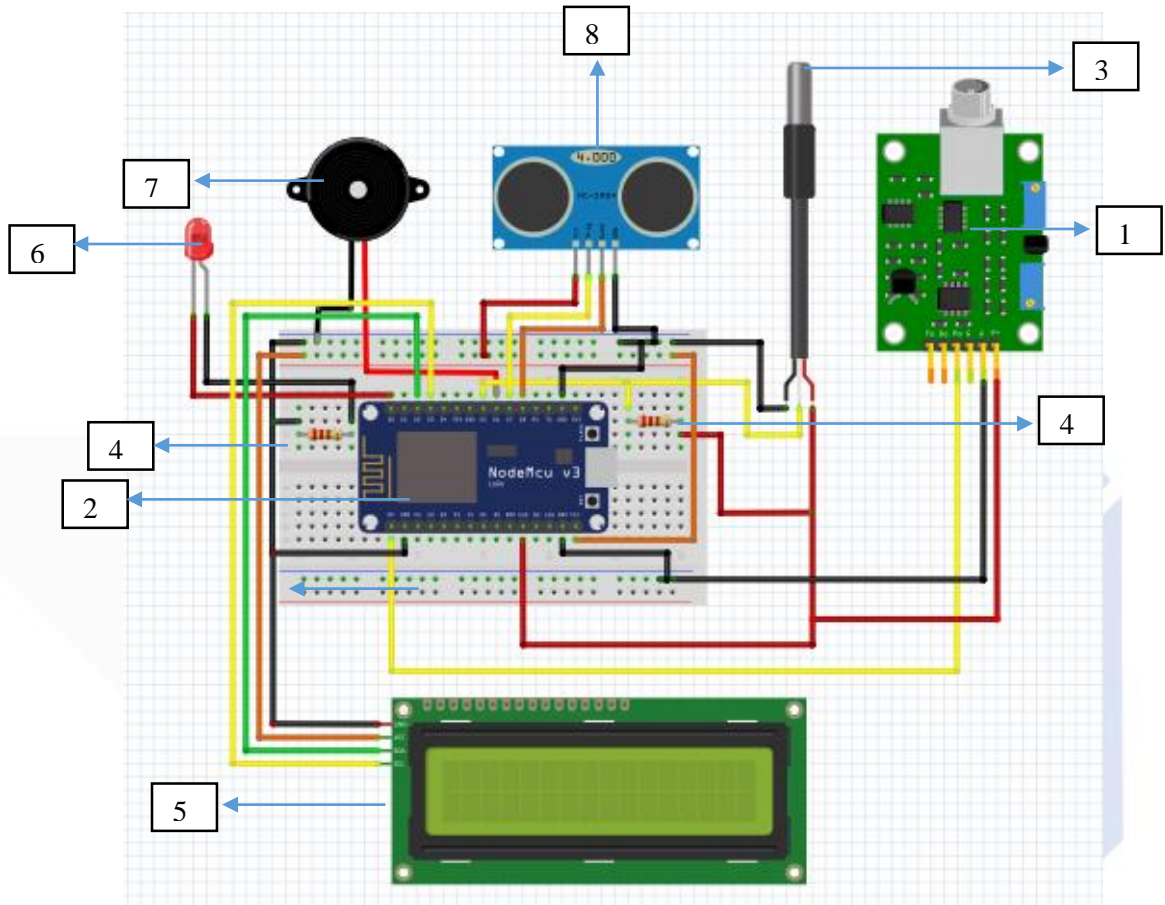
PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan *Hardware* Elektrik *Monitoring* dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*)

Proses pembuatan hardware elektrik untuk monitoring dan pengukuran kadar ph, suhu, dan jarak limbah cair kelapa sawit (*POME*) dilakukan di lingkungan rumah dan kosan sebagai tempat kerja. Tahap awal yang dilakukan dalam pembuatan *hardware* ini adalah pemilihan komponen yang akan digunakan. Pemilihan komponen ini sangat penting karena untuk menjaga kualitas dan keandalan sistem yang akan dibuat. Pada proyek akhir yang berjudul "Sistem Monitoring dan Pengukuran Kadar pH, Jarak, dan Suhu pada Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*) Berbasis Display Digital IoT", komponen yang dipilih meliputi sensor pH 4502C, sensor suhu DS18B20, sensor ultrasonik HC-SR04, buzzer, NodeMcu ESP8266 V3, dan lcd 16x2 i2c. Penggunaan *wireless* sensor network menjadi bagian paling penting dalam proyek ini untuk memudahkan saat pengiriman dan penerimaan data secara nirkabel.

Tahap selanjutnya yaitu proses pembuatan hardware elektrik untuk monitoring dan pengukuran kadar ph, suhu, dan jarak limbah cair kelapa sawit (*POME*) dilakukan dengan menggunakan software Microsoft Office Visio. Software Microsoft Office Visio digunakan untuk merancang dan menggambarkan rangkaian hardware secara visual, termasuk penempatan komponen-komponen, koneksi antara komponen, dan tata letak keseluruhan. Rangkaian hardware elektrik yang dirancang melalui software Microsoft Office Visio akan menjadi acuan dalam proses perakitan komponen-komponen. Dengan adanya perancangan dan pemilihan komponen yang tepat serta menggunakan software visual seperti Microsoft Office Visio, proses pembuatan *hardware* elektrik dapat dilakukan dengan lebih terstruktur dan efisien. Hal ini akan membantu dalam mencapai tujuan proyek akhir, yaitu membangun sistem monitoring dan pengukuran kadar ph, suhu dan jarak limbah cair kelapa sawit (*POME*) berbasis

display digital iot yang akurat dan handal. Berikut Gambar Rangkaian *Hardware* Keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Rangkaian *Hardware* keseluruhan

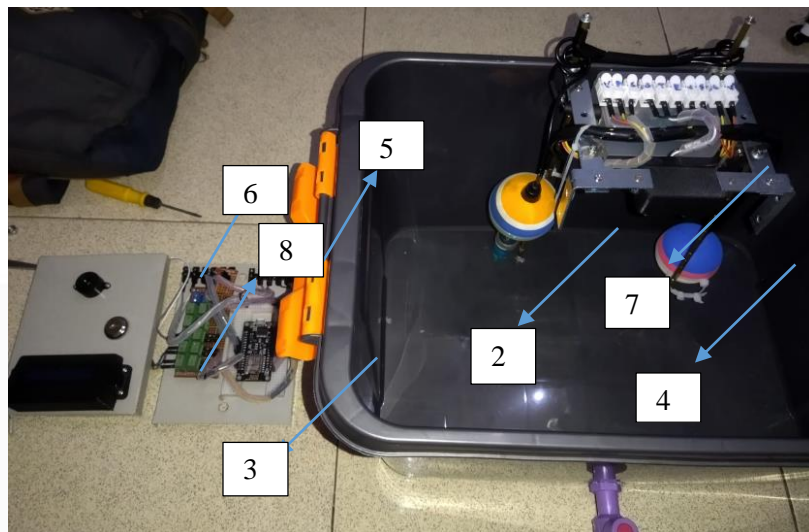
Keterangan:

1. Sensor PH-4502C
2. NodeMCU ESP8266.
3. Sensor suhu DS18B20.
4. Resistor 4k7 dan 220 ohm.
5. LCD 16x2 I2C.
6. Led

7. *Buzzer*

8. Ultrasonik HC-SR04

Dapat dilihat pada Gambar 4.2 merupakan penempatan hardware elektrik pada sistem monitoring dan pengukuran kadar ph, suhu dan jarak limbah cair kelapa sawit (*POME*) berbasis display digital IoT.



Gambar 4. 2 Hardware Elektrik Proyek Akhir

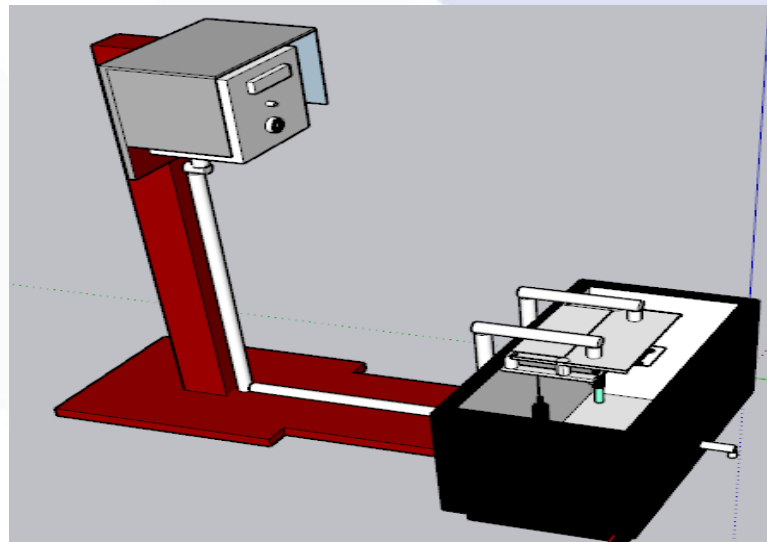
Keterangan :

1. Power Supply 5VDC (2 A).
2. Sensor PH-4502C
3. NodeMCU ESP8266.
4. Sensor suhu DS18B20.
5. Resistor 4k7 ohm.
6. Buzzer
7. Ultrasonik HC-SR04
8. LCD 16x2 I2C

4.2. Perancangan Desain Kontruksi Monitoring Dan Pengukuran Limbah Cair

Kelapa Sawit (*POME*)

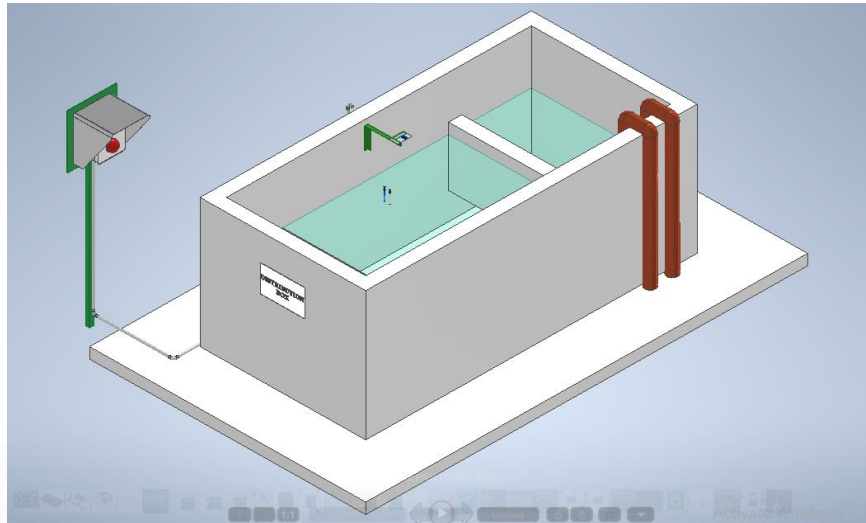
Pada perancangan desain konstruksi monitoring dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*pome*) dibuat sesuai dengan konsep yang telah ditentukan. Desain konstruksi yang dibuat akan kami gunakan untuk simulasi saat di kampus. Untuk rancangan desain konstruksi ini dibuat menggunakan *software sketchup* dan *autodesk inventor*. Berikut Gambar rancangan desain konstruksi monitoring dan pengukuran kadar ph, suhu dan jarak limbah cair kelapa sawit (*pome*) dan wadah penampungan limbah cair dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Desain rancangan konstruksi *monitoring* dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*pome*) dan wadah penampungan limbah cair

Perancangan desain konstruksi monitoring dan pengukuran kadar ph, suhu, dan jarak limbah cair kelapa sawit (*pome*) dan wadah penampungan limbah cair kelapa sawit (*pome*) ini dibuat menggunakan sebuah *box container* dengan ukuran panjang 43 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 23 cm dan tambahan desain konstruksi ini menggunakan 1 buah *box panel* dengan ukuran lebar 17 cm dan tinggi 20 cm dengan penutup atas menggunakan seng. Berikut Gambar desain tempat monitoring dan pengukuran kadar

ph dan suhu limbah cair kelapa sawit (*pome*) dan box penampungan limbah cair yang ada di pt dapat dilihat pada Gambar 4.4.



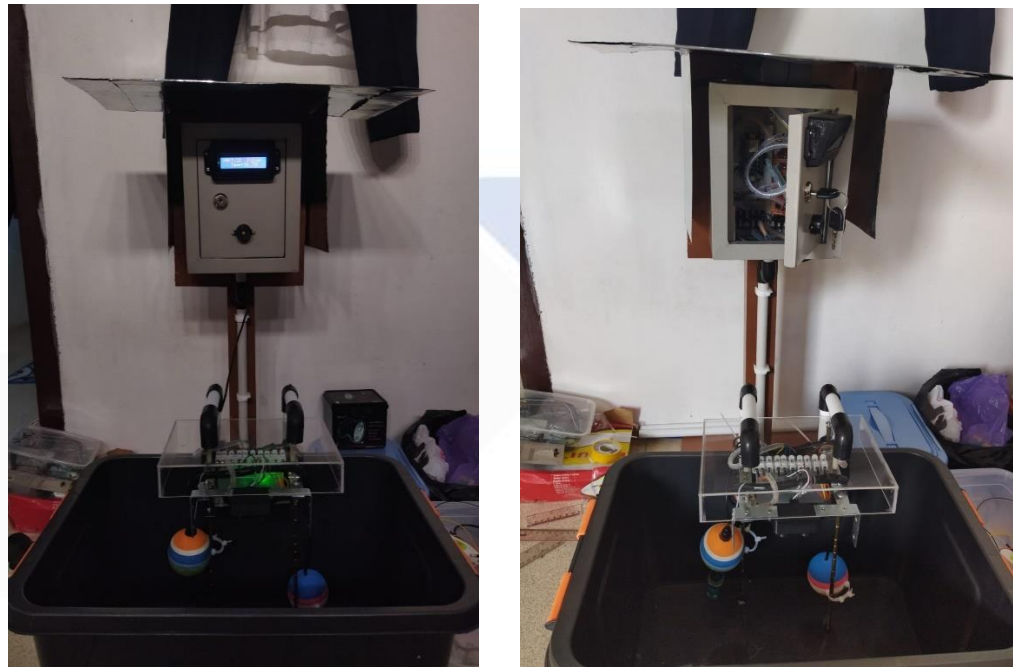
Gambar 4. 4 desain tempat *monitoring* dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*pome*) dan *box* penampungan limbah cair

Pada Gambar 4.4 merupakan wadah tempat penampungan limbah cair kelapa sawit (*pome*) yang ada di Pt. Bangka Biogas *Synergy* yang biasanya disebut dengan *distribution box* (DB). Disinilah dilakukan kegiatan untuk monitoring dan pengukuran kadar ph, jarak, dan suhu. Di sekitaran wadah penampungan *pome* kami membuat rumah kecil panel yang berfungsi sebagai tempat sistem pengendali sensor ph, sensor suhu, dan sensor jarak. Dengan adanya panel ini dapat melindungi komponen saat kondisi cuaca panas dan cuaca hujan. Di dalam box panel tersebut disediakan lcd untuk melihat data secara manual selain bisa ditampilkan di hp operator juga bisa melihat secara langsung data yang ada ditempat.

4.3. Pembuatan Kontruksi *Monitoring* Dan Pengukuran Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*)

Pada tahap pembuatan konstruksi untuk sistem monitoring dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*), dilakukan penentuan dan penyusunan sesuai dengan

konsep yang telah ditetapkan sebelumnya. Berikut Gambar Rancangan konstruksi monitoring dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (pome) dan wadah penampungan limbah cair dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai panduan dalam membangun sistem konstruksi alat.



Gambar 4. 5 konstruksi *monitoring* dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*pome*) dan wadah penampungan limbah cair

Perancangan desain konstruksi monitoring dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (pome) dan wadah penampungan limbah cair (pome) dibuat hanya sebagai contoh tempat uji coba yang akan dilakukan di kampus, jadi kami menggunakan tempat *box container* sebagai wadah penampungan pome dengan ukuran panjang 43 cm lebar 30 cm dan tinggi 23 cm dan konstruksi ini menggunakan 1 buah *box panel* dengan ukuran lebar 17 cm dan tinggi 20 cm dengan penutup atas menggunakan seng yang fungsinya melindungi box panel dan komponen saat kondisi cuaca hujan dan cuaca panas. Untuk pelampung yang ada di wadah berfungsi sebagai penahan sensor jika terjadinya level limbah cair naik turun. Untuk buzzer dipanel tersebut berfungsi sebagai indikator

apabila data ph, data suhu, dan data ketinggian melebihi standar operasional, sedangkan led berfungsi sebagai penanda apabila nodemcu sudah terkoneksi ke internet.

4.4 Pengujian *Hardware Elektrik Monitoring* dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*)

Proses pengujian hardware untuk sistem monitoring dan pengukuran limbah cair kelapa sawit (*POME*) dilakukan dengan tujuan untuk memastikan kinerja dan keberfungsian masing-masing komponen dan pengujian dilakukan secara satu persatu. Tahap pengujian komponen-komponen elektrik dapat dilakukan sebagai berikut:

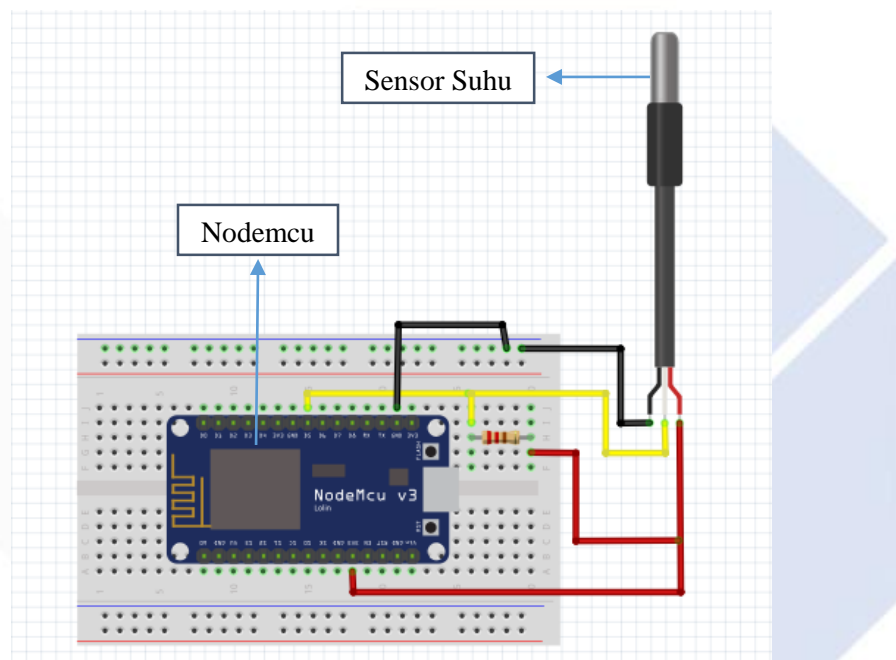
4.4.1 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian suhu air dan suhu limbah cair kelapa sawit (*POME*) menggunakan sensor suhu DS18B20 dan 4 *sample* yaitu *sample* campuran air panas dengan air biasa, air panas sedang, *Distribution Box* (DB) dan *Collective Box 3* (CB3). Setiap *sample* masing-masing menggunakan 2 gelas yang berbeda dengan melakukan pengujian setiap gelas dengan 5 kali percobaan yang digunakan sebagai bahan uji. *Sample* air tersebut terdiri dari campuran air biasa dengan air panas dan air panas sedang sedangkan *sample* limbah cair kelapa sawit (*POME*) yaitu *Distribution Box* (DB) dan *Collective Box 3* (CB3) . Cara menguji suhu air dan suhu limbah cair kelapa sawit (*POME*) yaitu:

1. Kabel hitam pada sensor suhu dihubungkan ke ground, kabel merah dihubungkan ke VCC pada input resistor, dan kabel kuning dihubungkan ke output resistor. Output resistor kemudian dihubungkan ke pin digital D5 pada nodeMcu ESP8266.
2. Hubungkan kabel dari sumber ke ground dan 3 Volt pada nodeMcu ESP8266.
3. Masukkan sensor suhu dan alat ukur suhu ke dalam satu sampel pome secara bersamaan. Setelah itu, unggah program ke arduino uno dan tunggu sampai sensor suhu dan alat ukur suhu mencapai nilai yang stabil. Pengujian ini menggunakan satu sensor suhu dan satu alat ukur suhu.

4. Setelah nilai suhu stabil, bandingkan nilai suhu yang terbaca oleh kedua perangkat.
5. Lakukan percobaan sebanyak sepuluh kali dengan menggunakan empat sampel yang telah disediakan, yaitu campuran air panas dengan air biasa, air panas sedang, *Distribution Box* (DB), dan *Collective Box 3* (CB3).

Berikut Gambar Rangkaian Hardware Sensor Suhu di NodeMcu dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Rangkaian Hardware Sensor Suhu di NodeMcu

Pada Gambar 4.6 terlihat rangkaian hardware yang akan digunakan untuk pengujian suhu air panas dan limbah cair kelapa sawit (*POME*) menggunakan sensor suhu DS18B20. Sensor suhu DS18B20 dihubungkan dengan nodeMcu ESP8266. Berikut adalah tabel skema rangkaian hardware untuk sensor suhu DS18B20.

Dengan menggunakan skema rangkaian ini, sensor suhu DS18B20 dapat terhubung dengan nodeMcu ESP8266 untuk mengukur suhu air panas dan limbah cair

kelapa sawit (*POME*). Berikut Tabel Skema Rangkaian Hardware Sensor Suhu DS18B20 dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Skema Rangkaian *Hardware* Sensor Suhu DS18B20

Pin Sensor Suhu DS18B20	Pin NodeMcu
GND	GND
VCC	3V
DATA	DIGITAL 5

Pada Gambar 4.6 terdapat skema rangkaian hardware untuk sensor suhu DS18B20 yang diimplementasikan pada nodeMcu. Pengujian sensor suhu DS18B20 menggunakan program pada software arduino sebagai berikut :

```
#define ONE_WIRE_BUS D5
OneWire oneWire (ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensorSuhu (&oneWire);
// Deklarasi Variabel Sensor SUHU
float suhu;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  sensorSuhu.begin ();
  delay (500);
}
void loop()
{
  // menghitung dan menampilkan nilai SUHU
  sensorSuhu.setResolution(11);
  sensorSuhu.requestTemperatures ();
  suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0) - 1.02;
  Serial.print("suhu:");
  Serial.println(suhu);
  delay (500);
}
```

Pada pengujian suhu air dan limbah cair kelapa sawit (*POME*) menggunakan sensor suhu DS18B20 dan alat ukur suhu. Dalam pengujiannya menggunakan 4 *sample* yaitu campuran air biasa dengan air panas, air panas sedang, *Distribution Box* (DB), dan *Collective Box* 3 (CB3).

Berikut Gambar Pengujian Suhu *Distribution Box* (DB) dan *Collective Box* 3 (CB3) dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Pengujian Suhu *Distribution Box* (DB)
dan *Collective Box* 3 (CB3)









Berikut Gambar Pengujian Suhu campuran air biasa dengan air panas dan air panas sedang dapat dilihat pada Gambar 4.8.















Gambar 4. 8 Pengujian Suhu campuran air biasa dengan air panas
dan air panas sedang

Pada pengujian limbah cair kelapa sawit (*POME*), digunakan satu sensor suhu DS18B20 dan satu alat ukur suhu. Pengujian dilakukan dengan mengambil 10 sample limbah cair kelapa sawit (*POME*) secara langsung. Setiap sample diambil setiap 1 jam dengan menggunakan sample yang berbeda. Dibawah ini adalah Tabel hasil percobaan dari pengujian suhu limbah cair kelapa sawit (*POME*) yang telah diambil dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*)





No	Alat Ukur Suhu (° C)	Sensor Suhu (° C)	Selisih Suhu (%)	Presentase Error (%)
1			0.03%	0.08%
2			0%	0%
3			0.03%	0.08%
4			0.03%	0.08%











No	Alat Ukur Suhu (° C)	Sensor Suhu (° C)	Selisih Suhu (%)	Presentase Error (%)
5			0.1%	0.28%
6			0%	0%
7			0.03%	0.08%
8			0.02%	0.05%
9			0.03%	0.08%







No	Alat Ukur Suhu (°C)	Sensor Suhu (°C)	Selisih Suhu (%)	Presentase Error (%)
10			0.15%	0.40%
Rata-rata Presentase <i>Error</i>				0.11%

Dalam pengujian suhu air, digunakan satu sensor suhu DS18B20 dan satu alat ukur suhu. Pengujian dilakukan dengan mengambil 10 sample air secara langsung. Masing-masing sample menggunakan campuran air biasa dengan air panas dan air panas sedang. Berikut adalah Tabel hasil pengujian suhu air yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Suhu Air

No	Alat Ukur Suhu (°C)	Sensor Suhu (°C)	Selisih Suhu (%)	Presentase Error (%)
1			0.68%	1.5%
2			0.25%	0.57%

No	Alat Ukur Suhu (°C)	Sensor Suhu (°C)	Selisih Suhu (%)	Presentase Error (%)
3			0.05%	0.12%
4			0.05%	0.12%
5			0.05%	0.12%
6			0.53%	1.3%
7			0.7%	1.8%

No	Alat Ukur Suhu (°C)	Sensor Suhu (°C)	Selisih Suhu (%)	Presentase Error (%)
8			0.1%	0.27%
9			0.1%	0.27%
10			0.07%	0.19%
Rata - rata Presentase Error				0.61%

Dari Pengujian suhu air yang telah dilakukan dengan menggunakan sample air panas sedang, sementara pengujian suhu limbah cair kelapa sawit (*POME*) dilakukan menggunakan sample limbah yang disebut *Collective Box 3* (CB3). Pengujian dilakukan dengan mengambil 10 sample air panas sedang dan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Pengujian ini menggunakan satu sensor suhu DS18B20 dan satu alat ukur suhu. Setelah pengujian, diperoleh nilai suhu air dan limbah cair kelapa sawit (*POME*) dari sensor suhu dan alat ukur suhu. Untuk nilai suhu air dan limbah cair

kelapa sawit (*POME*). Untuk mendapatkan nilai rata-rata sensor suhu, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Selisih Suhu} = temp\ 1 - rtemp \dots\dots\dots (4.1)$$

Untuk menghitung selisih suhu, Anda dapat mencari perbedaan antara nilai rata-rata dari sensor suhu dengan suhu yang diukur langsung menggunakan alat ukur suhu. Dalam rumus di bawah ini, temp 1 mengacu pada nilai dari sensor suhu, dan *rtemp* adalah suhu yang diukur secara langsung dengan alat ukur suhu. Pada percobaan pada sampel 1, terdapat nilai kesalahan. Untuk menghitung Persentase Kesalahan (% error temp), gunakan rumus berikut:

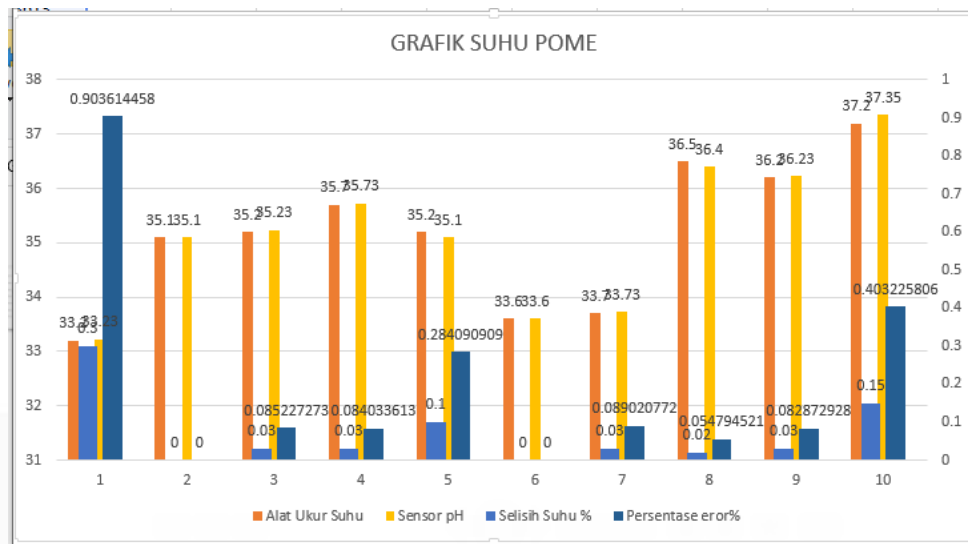
$$\% \text{ error temp} = \frac{\text{Selisih Suhu}}{rtemp} \times 100\% \dots\dots\dots (4.2)$$

Selisih suhu diperoleh dengan menggunakan rumus caranya yaitu mengurangi rata-rata nilai pada sensor suhu dengan nilai suhu yang diukur secara langsung menggunakan alat ukur suhu. *rtemp* merepresentasikan suhu aktual yang diukur. Pengujian pada sample 2 hingga sample 10 dilakukan dengan cara yang sama seperti pada sample 1 dan dilakukan juga sebanyak 10 kali percobaan. Untuk mendapatkan nilai rata-rata sensor suhu, selisih suhu, dan persentase *error*, rumus yang akan digunakan tetap sama seperti pada pengujian pada sample 1.

Setelah dihitung persentase *error* semua data sample yang telah melewati pengujian, tahap selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata persentase *error* suhu (% *error temp*). Rumus untuk menghitung rata-rata persentase *error* suhu ($\bar{X}\%$ *error temp*) adalah sebagai berikut:

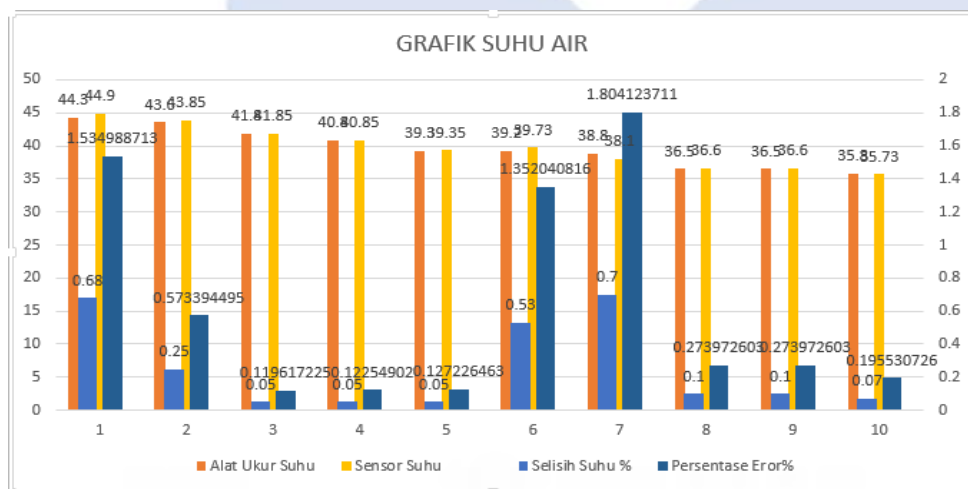
$$\bar{X}\% \text{ error temp} = \frac{\% \text{ error temp } 1 + \dots + \% \text{ error temp } 10}{10} \times 100\% \dots\dots\dots (4.3)$$

Setelah pengambilan semua data pengukuran pada sensor suhu dan alat ukur suhu selesai, langkah selanjutnya yaitu pembuatan grafik suhu pome dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Grafik Suhu Pome

Dalam pengujian, Kami juga menggunakan sample air dengan menggunakan sensor suhu dan alat ukur suhu sama seperti tahap pengukuran suhu pome sebelumnya. Berikut Gambar Grafik Suhu Air dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Grafik Suhu Air

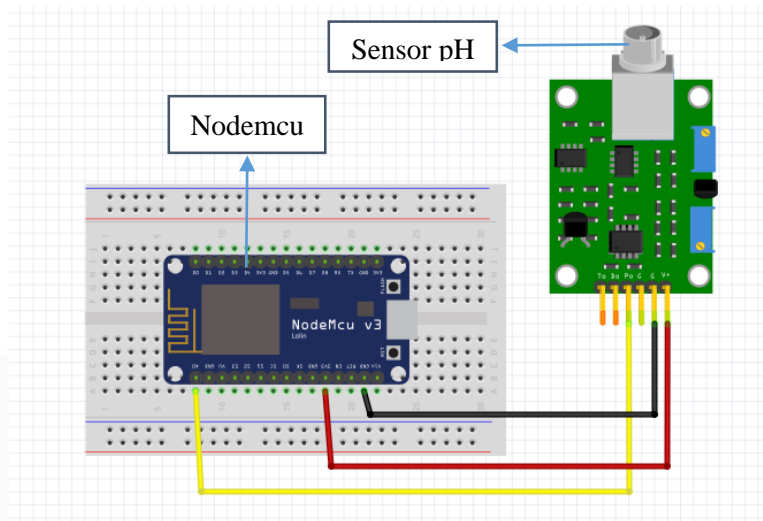
4.4.2 Pengujian Sensor pH 4502C

Pengujian kadar pH air dan kadar pH limbah cair kelapa sawit (*POME*) menggunakan sensor pH 4502C dan alat ukur pH dan kami menggunakan 4 *sample* yaitu campuran air biasa dengan air panas, air panas sedang, limbah cair kelapa sawit *Distribution Box* (DB), dan limbah cair kelapa sawit *Collective Box 3* (CB3). setiap *sample* masing-masing menggunakan 2 gelas yang berbeda dengan melakukan pengujian setiap gelas sebanyak 5 kali percobaan sebagai bahan uji. *Sample* tersebut sama seperti pengujian sensor suhu yang sebelumnya yaitu terdiri dari air panas sedang dan campuran air panas dengan air biasa, sedangkan *sample* limbah cair kelapa sawit (*POME*) yaitu *sample* yang sudah melewati tahap diproses seperti limbah cair kelapa sawit *Distribution Box* (DB) dan *Collective Box 3* (CB3). Cara melakukan pengujian pH air dan pH limbah cair kelapa sawit (*POME*) yaitu :

1. Lakukan kalibrasi pada pH meter menggunakan larutan yang sudah diketahui nilai pH-nya dengan bubuk pH yang sesuai yang mengandung larutan asam dan larutan basa.
2. Setelah dilakukan kalibrasi pada pH meter, masukkan pH meter ke dalam air dan limbah cair kelapa sawit (*POME*), dan tunggu hingga nilai pH mencapai kestabilan. Setelah selesai lakukan perbandingan dengan alat ukur pH, apakah sudah sama atau tidak.
3. Untuk pengujian pH air, gunakan sensor pH 4502C. Sensor ini memiliki tiga jenis kabel dengan warna yang berbeda, yaitu hitam, merah, dan biru. Hubungkan kabel biru ke ground, hubungkan kabel merah ke 3,3 V, dan hubungkan kabel hitam ke pin analog A0 pada nodeMcu ESP8266. Sensor pH 4502C akan digunakan dalam pengujian pH air dan pH limbah cair kelapa sawit.
4. Tahap selanjutnya yaitu pembuatan program setelah selesai program tersebut diupload ke software arduino uno. Kemudian masukkan sensor pH 4502C ke dalam air dan limbah cair kelapa sawit (*POME*), dan tunggu hingga nilai pH mencapai kestabilan.
5. Setelah nilai kadar pH stabil, bandingkan nilai kadar pH air yang sudah diukur.

6. Lakukan percobaan tersebut sebanyak lima kali pada masing-masing gelas.

Berikut Gambar Rangkaian *Hardware* Sensor pH 4502C di NodeMcu dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Rangkaian *Hardware* Sensor pH 4502C di NodeMcu

Pada Gambar 4.11 menampilkan diagram rangkaian perangkat keras untuk mengukur kadar pH air dan limbah cair kelapa sawit (*pome*) menggunakan sensor pH 4502C yang terhubung dengan nodeMcu. Tabel di bawah ini memberikan penjelasan mengenai komponen-komponen dalam skema rangkaian hardware sensor pH 4502C.

Tabel 4. 4 Skema Rangkaian *Hardware* Sensor pH 4502C

Pin Sensor pH 4502C	Pin NodeMcu
GND	GND
VCC	3V
DATA	ANALOG A0

Pada Tabel 4.4 menampilkan susunan perangkat keras dari sensor pH 4502C yang terhubung dengan nodeMcu ESP8266. Pengujian sensor pH 4502C dilakukan

dengan menggunakan program yang dirancang untuk Arduino Uno. Berikut ini adalah daftar program yang akan digunakan dalam pengujian tersebut :

```
const int pH_pin = A0;
float po = 0;
float pH_step;
int nilai_analog_pH;
double teganganpH;
float pH4 = 2.941;
float pH7 = 2.48;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(pH_pin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int nilai_analog_pH = analogRead(pH_pin);
  Serial.print("Nilai ADC pH : ");
  Serial.println(nilai_analog_pH);

  teganganpH = 3/1024.0 * nilai_analog_pH;
  Serial.print("Tegangan pH");
  Serial.println(teganganpH, 3);
  pH_step = (pH4-pH7)/3;
  po = 7.00 + ((pH7-teganganpH)/pH_step);

  Serial.print("Nilai pH cairan : ");
  Serial.println(po, 2);
  delay(3000);
}
```


Berikut Gambar sample limbah cair kelapa sawit (pome) yaitu pada Gelas pertama *sample Distribution Box (DB)* dan Gelas kedua *sample Collective Box 3 (CB 3)* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Pengujian pH Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*)

Berikut Gambar sample air yaitu pada Gelas pertama *sample air panas sedang* dan Gelas kedua *sample air panas dengan campuran air biasa* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Pengujian pH Air

Pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13 merupakan 2 *sample* air dan 2 *sample* limbah cair kelapa sawit (*POME*) yang digunakan dalam pengujian pH air dan pH

limbah cair kelapa sawit (*POME*). *Sample* limbah cair kelapa sawit (*POME*) 1 yaitu *Sample* keluaran limbah yang disebut *Distribution Box* (DB). *Sample* 2 yaitu *Sample* limbah yang akan di *monitoring* bisa juga disebut *Collective Box* 3 (CB3). Sedangkan *sample* air menggunakan *Sample* air 1 yaitu air panas sedang. *Sample* 2 yaitu campuran air panas dengan air biasa. Berikut Gambar pengujian pH Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*) Menggunakan Alat Ukur pH Meter Dan Sensor pH 4502C dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Pengujian pH Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*) Menggunakan Alat Ukur pH Meter Dan Sensor pH 4502C

Pada Gambar 4.14, ditunjukkan hasil pengujian pH limbah cair kelapa sawit (*POME*) dengan menggunakan sample *Distribution Box* (DB) menggunakan alat ukur pH meter dan sensor pH 4502C. Sebelum melakukan pengukuran pH limbah cair kelapa sawit (*POME*) dengan sensor pH 4502C, terlebih dahulu dilakukan pengukuran kadar pH limbah cair kelapa sawit (*POME*) secara manual. Dengan melakukan pengukuran manual ini, hasil nilai yang diperoleh dari sensor pH 4502C dapat dibandingkan dengan nilai yang sebenarnya dari alat ukur pH. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk mengevaluasi keakuratan dan kinerja sensor pH 4502C

dalam mengukur kadar pH limbah cair kelapa sawit (POME). Berikut Gambar pengujian pH air menggunakan alat ukur pH meter dan sensor pH 4502C dapat dilihat pada Gambar 4.15.








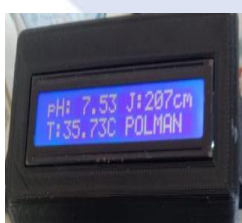












Gambar 4. 15 Pengujian pH Air Menggunakan Alat Ukur pH Meter Dan Sensor pH 4502C



Pada Gambar 4.15 menunjukkan hasil pengujian air dengan menggunakan sampel air panas sedang menggunakan alat ukur pH meter dan sensor pH 4502C. Sebelum melakukan pengukuran pH air dengan sensor pH 4502C, dilakukan pengukuran kadar pH air secara manual. Dengan melakukan pengukuran manual ini, hasil nilai yang diperoleh dari sensor pH 4502C dapat dibandingkan dengan nilai yang sebenarnya dari alat ukur pH. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk mengevaluasi keakuratan dan kinerja dari sensor pH 4502C dalam mengukur kadar pH air. Melalui perbandingan ini, dapat dinilai seberapa akurat sensor pH 4502C dalam memberikan hasil pengukuran pH air. Oleh karena itu sebelum menggunakan sensor pH 4502C alangkah baiknya dilakukan kalibrasi dengan bubuk larutan asam dan basa.

Berikut ini adalah Tabel yang menunjukkan hasil percobaan dari pengujian kadar pH limbah cair kelapa sawit (*pome*) dengan *sample Distribution Box* (DB) dan *sample Collective Box 3* (CB3) yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian pH Limbah Cair Kelapa Sawit (*POME*)





No	Alat Ukur pH	Sensor pH	Selisih pH (%)	Presentase Error (%)
1			0.02	0.26%
2			0.03	0.39%
3			0.03	0.39%
4			0.06	0.79%











No	Alat Ukur pH	Sensor pH	Selisih pH (%)	Presentase Error (%)
5			0.01	0.13%
6			0.01	0%
7			0.05	0.76%
8			0.05	0.76%
9			0.01	0.15%







No	Alat Ukur pH	Sensor pH	Selisih pH (%)	Presentase Error (%)
10			0.05	0.76%
Rata-rata Presentase <i>Error</i>				0.43%

Berikut ini adalah Tabel yang menunjukkan hasil percobaan dari pengujian kadar pH limbah cair kelapa sawit (*pome*) dengan *sample* air panas sedang dan *sample* air panas campuran dengan air biasa yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian pH Air

No	Alat Ukur pH	Sensor pH	Selisih pH (%)	Presentase Error (%)
1			0.01%	1.4%
2			0.1%	1.3%

No	Alat Ukur pH	Sensor pH	Selisih pH (%)	Presentase Error (%)
3			0.03%	0.40%
4			0.13%	1.7%
5			0.18%	2.3%
6			0%	0%
7			0.03%	0.39%

No	Alat Ukur pH	Sensor pH	Selisih pH (%)	Presentase Error (%)
8			0.04%	0.54%
9			0.04%	0.54%
10			0.05%	0.67%
Rata-rata Presentase <i>Error</i>				0.92%

Pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 merupakan hasil pengujian dari pH air dan pH limbah cair kelapa sawit (*POME*). Pada pengujian kadar pH air dan kadar pH limbah cair kelapa sawit (*POME*) pertama menggunakan *Sample* limbah cair kelapa sawit (*POME*) 1 yaitu *Sample* keluaran limbah yang disebut CB3. Sedangkan *sample* air menggunakan *Sample* air 1 yaitu air panas sedang.

Nilai kadar pH air dan limbah cair kelapa sawit (*POME*) pada sample 1 dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6. Rata-rata sensor pH diperoleh melalui perhitungan sensor pH. Dibawah ini rumus mencari nilai rata-rata sensor pH :

$$\text{Selisih pH} = \text{pH 1} - r_{\text{pH meter}} \dots\dots\dots(4.4)$$

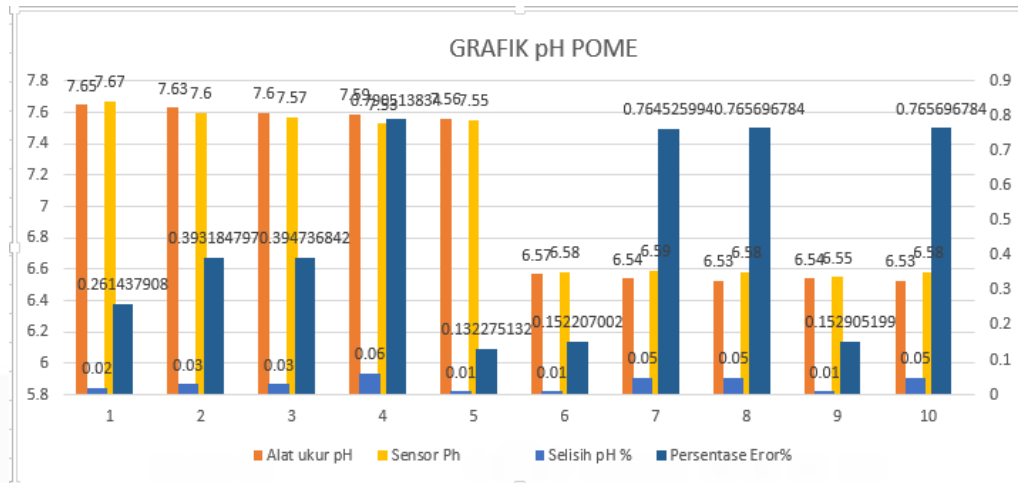
Selisih pH diperoleh dari hasil pengurangan nilai rata-rata sensor pH dengan alat ukur pH. Di mana pH1 merupakan nilai sensor pH dan r_pH meter merupakan pH yang diukur oleh alat ukur pH. Terdapat nilai *error* pada percobaan sample 1. Nilai *error* nya dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6. Nilai persentase *error* (% *error* pH) diperoleh dari perhitungan antara selisih nilai pH yang telah diukur sebelumnya dengan nilai alat ukur pH. Dibawah adalah rumus untuk menghitung persentase *error* (% *error* pH):

$$\% \text{ error pH} = \frac{\text{Selisih pH}}{r_{\text{pH meter}}} \times 100\% \dots\dots\dots (4.5)$$

Rumus di atas digunakan untuk menghitung persentase kesalahan antara nilai pH yang diukur menggunakan sensor pH 4502C dan nilai pH yang diukur menggunakan alat ukur pH meter yang sebenarnya. Nilai persentase error ini memberikan gambaran tentang seberapa dekat pengukuran sensor pH 4502C dengan nilai sebenarnya yang diukur oleh alat ukur pH meter. Semakin rendah nilai persentase error, semakin akurat sensor pH 4502C dalam mengukur kadar pH *sampel* limbah cair kelapa sawit (*pome*) dan *sample* air. Selisih pH adalah hasil pengurangan antara rata-rata alat ukur pH dan sensor pH, sedangkan r_pH meter adalah pH sebenarnya yang diukur oleh alat ukur pH. Selanjutnya pengujian sample 2 hingga sample 10 dilakukan dengan cara yang sama seperti pengujian pada sample satu Untuk mendapatkan nilai rata-rata sensor pH, selisih pH, dan persentase *error*-nya, langkah-langkah perhitungannya sama seperti pada pengujian sample 1 dengan menggunakan rumus yang sama. selesai menghitung, langkah selanjutnya adalah mencari rata-rata nilai persentase *error* pH (% *error* pH) dengan menggunakan rumus berikut ini:

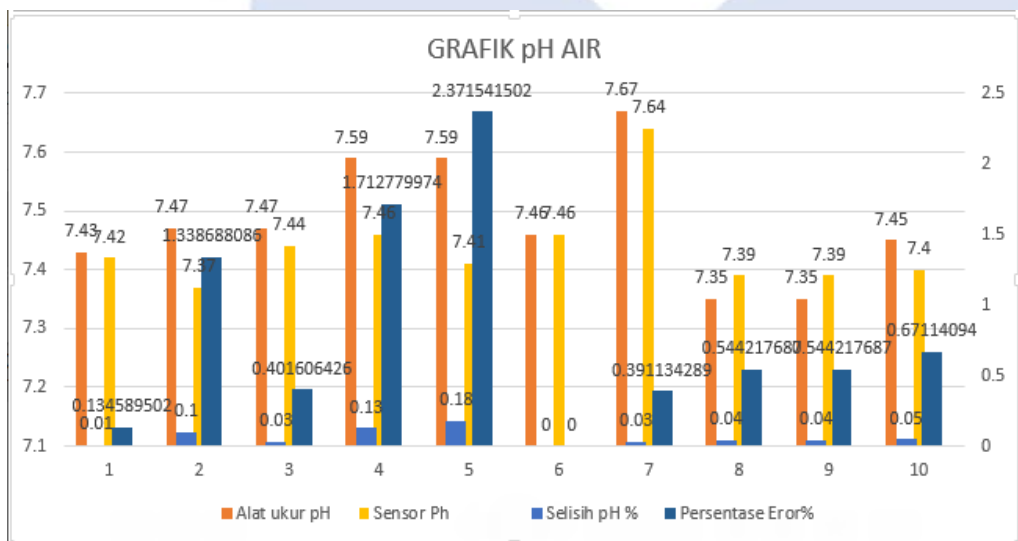
$$X\% \text{ error pH} = (\% \text{ error pH 1} + \dots + \% \text{ error pH 10}) / 10 \times 100\% \dots\dots\dots(4.6)$$

Setelah pengambilan semua data pengukuran pada sensor pH dan alat ukur pH selesai, langkah selanjutnya yaitu pembuatan grafik pH pome dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Grafik pH Pome

Setelah pengambilan semua data pengukuran pada sensor pH dan alat ukur pH selesai, langkah selanjutnya yaitu pembuatan grafik pH air dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Grafik pH Air

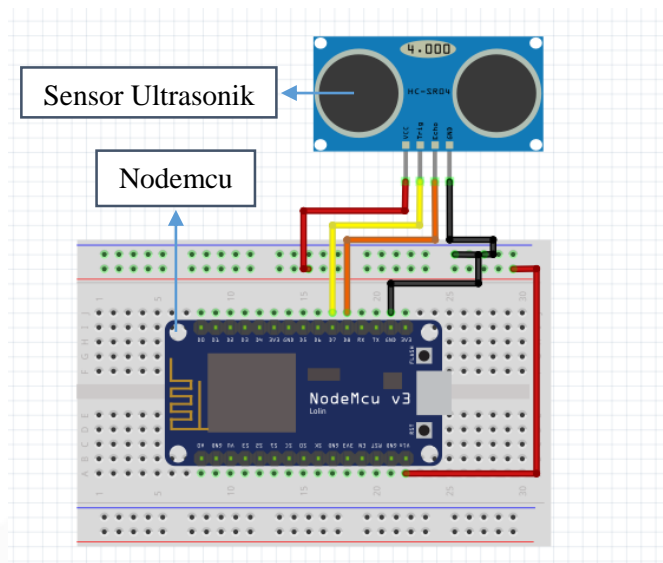
4.4.3 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian ketinggian limbah cair kelapa sawit (POME) dilakukan dengan menggunakan air pada box container, dan dalam pengujian ini digunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan alat ukur berupa meteran atau penggaris. Pengukuran dilakukan pada posisi ketinggian yang bervariasi, dimulai dari 2 cm hingga 20 cm. Setelah itu, hasil pengukuran sensor ultrasonik akan dibandingkan dengan hasil pengukuran manual menggunakan alat ukur (meteran atau penggaris). Untuk menguji ketinggian air, langkah-langkah yang diikuti adalah sebagai berikut:

1. Menguji ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki empat jenis kabel dengan warna merah, kuning, hijau, dan biru. Kabel berwarna biru dihubungkan ke ground, kabel merah dihubungkan ke 5V, kabel kuning dihubungkan ke pin digital D8 pada nodeMcu, dan kabel hijau dihubungkan ke pin digital D7 pada nodeMcu.
2. Selanjutnya, program untuk pengukuran sensor diunggah ke Arduino Uno. Setelah itu, pasang sensor sesuai dengan ketinggian yang ingin diukur pada box container. Tunggu hingga nilai sensor stabil dan membaca ketinggian air sesuai dengan ketinggian yang telah ditentukan.
3. Ketika nilai ketinggian air pada sensor telah stabil, selanjutnya bandingkan kedua nilai sensor yang ditampilkan dengan nilai yang diukur menggunakan meteran atau penggaris.
4. Lakukan percobaan sebanyak sepuluh kali untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan konsisten.

Dengan mengikuti langkah-langkah di atas, kita dapat melakukan pengujian ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan membandingkan hasilnya dengan pengukuran manual menggunakan meteran atau penggaris. Hasil perbandingan ini akan memberikan informasi tentang tingkat akurasi sensor ultrasonik HC-SR04 dalam mengukur ketinggian air.

Berikut Gambar Rangkaian *Hardware* Sensor Ultrasonik di NodeMcu dapat dilihat pada Gambar 4.18



Gambar 4. 18 Rangkaian *Hardware* Sensor Ultrasonik di NodeMcu

Pada Gambar 4.18 merupakan rangkaian *hardware* dari pengujian suhu air menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ultrasonic HC-SR04 dirangkai di nodeMcu. Berikut Tabel skema rangkaian *hardware* sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Skema Rangkaian *Hardware* Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pin Sensor ultrasonic HC-SR04	Pin NodeMcu
GND	GND
VCC	5 V
TRIG	DIGITAL D8
ECHO	DIGITAL D7

Pada tabel 4.7 terdapat skema rangkaian *hardware* sensor ultrasonik HC-SR04

di NodeMcu. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan dengan menggunakan pemrograman Arduino yang mencakup daftar program berikut ini:

```
// deklarasi pin trigger dan echo pada sensor
const int trigPin = D8;
const int echoPin = D7;
// deklarasi variabel untuk menghitung jarak dan waktu
long waktu;
int jarak;

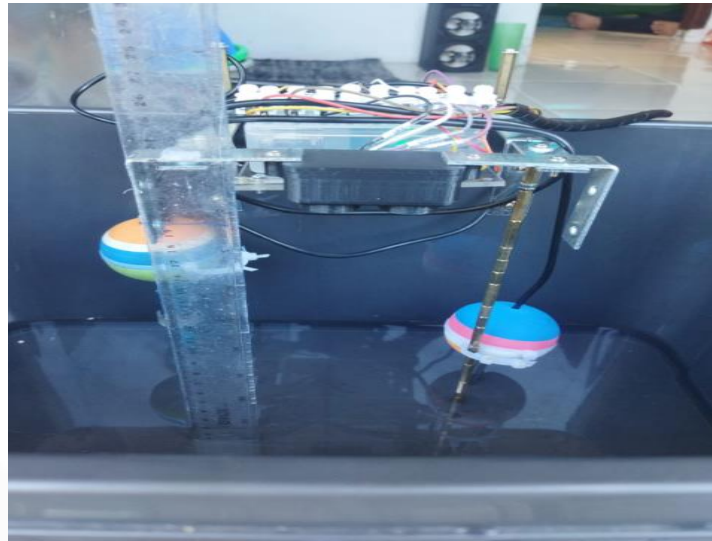
void setup() {
  // mengatur pin trigger sebagai output
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  // mengatur pin echo sebagai input
  pinMode(echoPin, INPUT);
  // mengaktifkan serial communication
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // mengirimkan sinyal trigger
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  waktu = pulseIn(echoPin, HIGH); //Echo menerima sinyal
  ultrasonik
  jarak = (waktu/2)/29.1; //Rumus mengubah waktu menjadi jarak
  (cm)

  // menampilkan jarak pada serial monitor
  Serial.print("Jarak: ");
  Serial.print(jarak);
  Serial.println(" cm");
  // delay sebelum mengulangi loop
  delay(500);
}
```

Berikut Gambar Pengujian Ketinggian air Menggunakan Alat Ukur Meteran atau Penggaris Dan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 4.19.













Gambar 4. 19 Pengujian Ketinggian air Menggunakan Alat Ukur Meteran atau Penggaris Dan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada Gambar 4.19 terlihat pengujian ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Dalam proyek akhir ini, terdapat satu sensor ultrasonik HC-SR04 yang ditempatkan di bagian atas kotak atau wadah yang berisi air dan alat ukur meteran atau penggaris sebagai pembanding dengan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini berfungsi untuk mengukur ketinggian air dalam *Box Container* tersebut. Pengujian ini dilakukan sebagai bagian dari proyek akhir untuk mengevaluasi kinerja dan akurasi sensor ultrasonik dalam mengukur tinggi atau ketinggian air dengan menggunakan prinsip pantulan gelombang ultrasonik. Hasil pengujian percobaan pengukuran ketinggian air tersebut dapat dilihat dalam Tabel yang disajikan di Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Ketinggian Air

No	Range Alat Ukur 2 – 20 cm	Sensor Ultrasonik	Selisih Ketinggian (%)	Presentase Error (%)
1	2		0.1%	5%
2	3		0.25%	8.3%
3	4		0.29%	7.2%
4	5		0.33%	6.6%
5	6		0.02%	0.33%
6	7		0.02%	0.28%
7	8		0.41%	5.1%

No	Range Alat Ukur 2 – 20 cm	Sensor Ultrasonik	Selisih Ketinggian (%)	Presentase Error (%)
8	9		0.1%	1.1%
9	10		0.03%	0.3%
10	11		0.66%	6%
11	12		0.28%	2.3
12	13		0.22%	1.6
13	14		0.15%	1.07
14	15		0.12%	0.8
15	16		0.09%	0.56

No	Range Alat Ukur 2 – 20 cm	Sensor Ultrasonik	Selisih Ketinggian (%)	Presentase Error (%)
16	17		0.13%	0.76
17	18		0.16%	0.88
18	19		0.08%	0.42
19	20		0.52%	2.6
Rata – Rata presentase error				2.69%

Dalam Tabel 4.8 terdapat hasil pengujian dari ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 pada berbagai jarak. Pengujian pertama dilakukan pada jarak 2 cm. Nilai ketinggian air pada jarak 2 cm dapat dilihat dalam Tabel 4.8. Rata-rata sensor ultrasonik HC-SR04 diperoleh melalui perhitungan pada sensor ultrasonik HC-SR04. Berikut adalah rumus untuk mencari nilai rata-rata sensor ultrasonik HC-SR04:

$$\text{Selisih Ketinggian} = \text{ketinggian} - r_{\text{meteran}} \dots\dots\dots (4.7)$$

Selisih ketinggian diperoleh dari hasil pengurangan nilai rata-rata sensor ultrasonik HC-SR04 dengan nilai ketinggian yang diperoleh dari alat ukur meteran atau

penggaris. r_{meteran} adalah ketinggian yang sebenarnya yang diukur menggunakan alat ukur meteran atau penggaris.

Pada pengujian jarak 2 cm didapatkan nilai *error*. Nilai *error* ini dapat dilihat di Tabel 4.8. Persentase *error* (% *error* ketinggian) diperoleh melalui perhitungan selisih ketinggian yang sudah dihitung dengan meteran atau penggaris. Dibawah ini adalah rumus menghitung persentase *error* (% *error* ketinggian):

$$\% \text{ error ketinggian} = \frac{\text{Selisih ketinggian}}{r_{\text{meteran}}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.8)$$

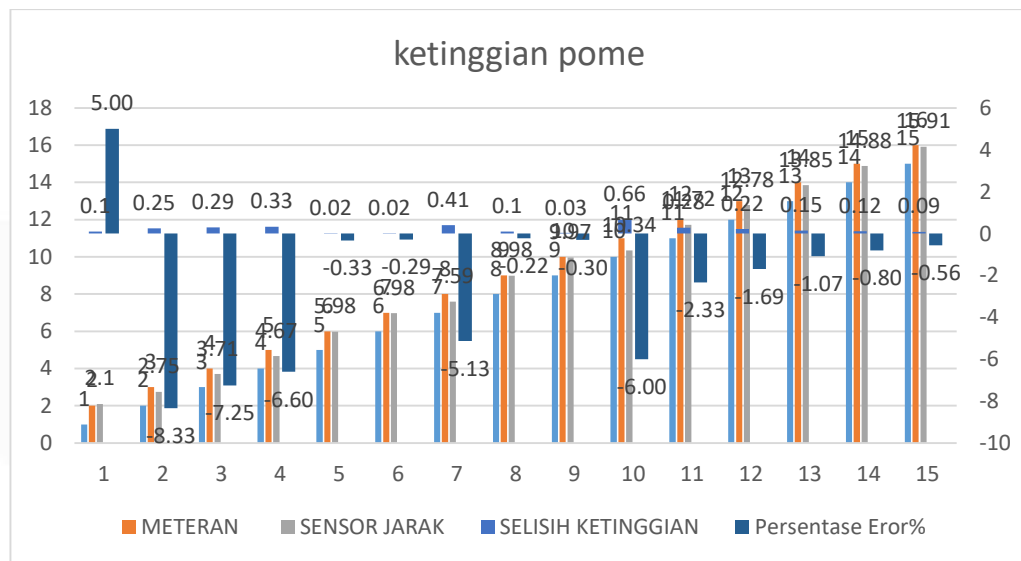
Rumus di atas digunakan untuk menghitung persentase kesalahan dalam pengukuran ketinggian menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dibandingkan dengan nilai ketinggian yang sebenarnya yang diukur menggunakan alat ukur meteran atau penggaris. Persentase *error* memberikan gambaran seberapa dekat hasil pengukuran sensor dengan nilai yang sebenarnya. Semakin rendah persentase *error*, semakin akurat sensor ultrasonik dalam mengukur ketinggian air pada jarak 2 cm.

Selisih ketinggian yaitu hasil dari pengurangan nilai rata-rata sensor ultrasonik HC-SR04 dengan penggaris atau meteran. r meteran yaitu ketinggian yang sebenarnya yang diukur menggunakan alat ukur meteran atau penggaris. Pengujian pada jarak 3 hingga 19 cm dilakukan dengan cara yang sama seperti pada pengujian jarak 2 cm. agar mendapatkan rata-rata nilai sensor ultrasonik HC-SR04, selisih ketinggian, dan persentase *error* menggunakan rumus seperti perhitungan pada jarak 2 cm.

Setelah menghitung persentase *error* dari setiap jarak, dilakukan perhitungan rata - rata nilai persentase *error* ketinggian (% *error* ketinggian). Berikut adalah rumus mencari rata - rata persentase *error* ketinggian (\bar{X} % *error* ketinggian):

$$\bar{X} \% \text{ error ketinggian} = \frac{\% \text{ error ketinggian 1} + \dots + \% \text{ error ketinggian 2}}{10} \times 100\% \dots \dots \dots (4.9)$$

Dalam pengujian, Kami juga menggunakan sample air dengan menggunakan sensor ultrasonik dan alat ukur meteran atau penggaris. Berikut Gambar Grafik Jarak Ketinggian Air dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4. 20 Grafik Ketinggian Jarak

4.4.4 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C Dilapangan

Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah terdapat perbedaan data pada area box tersebut. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan percobaan pengujian pada empat titik yang berbeda di area tersebut. Setiap titik direkam dan diukur data untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan di setiap lokasi. Hasil dari percobaan pengujian di empat titik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.21, Gambar 4.22, Gambar 4.23, dan Gambar 4.24. Gambar-gambar tersebut menunjukkan data dan hasil pengukuran di setiap titik yang telah diuji di lapangan. Dengan melakukan pengujian pada beberapa titik yang berbeda, diharapkan dapat mendapatkan

pemahaman yang lebih komprehensif tentang kondisi dan perbedaan data di area box tersebut. Hasil pengujian ini akan memberikan informasi penting dalam analisis dan evaluasi kinerja proyek atau sistem yang sedang diuji. Berikut Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C dan Alat Ukur pH Meter Pada Titik Pertama dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 21 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C
Dan Alat Ukur pH Meter Pada Titik Pertama

Pada Gambar 4.21 menampilkan data dan hasil pengukuran dari titik pertama yang diuji di lapangan. Dengan melakukan pengujian pada beberapa titik yang berbeda, tujuannya adalah untuk membandingkan dan menganalisis nilai-nilai yang didapatkan dari setiap titik pengujian. Pengujian pada berbagai titik ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang kondisi dan perbedaan data di area box tersebut. Hasil pengujian ini akan memberikan informasi penting dalam melakukan analisis dan evaluasi kinerja proyek atau sistem yang sedang diuji. Dengan memperoleh data dari beberapa titik, kita dapat mengidentifikasi pola atau tren yang mungkin terjadi di area tersebut. Informasi ini dapat digunakan untuk memahami karakteristik sistem atau area yang diuji dan membantu dalam pengambilan keputusan

yang lebih baik dalam proyek atau aplikasi yang bersangkutan. Selain itu, perbandingan dan analisis data dari berbagai titik juga membantu dalam mengoptimalkan performa sistem atau proyek untuk mencapai hasil yang lebih baik dan akurat. Berikut Gambar Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C dan Alat Ukur pH Meter Pada Titik Kedua dapat dilihat pada Gambar 4.22



Gambar 4. 22 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C Dan Alat Ukur pH Meter Pada Titik Kedua

Pada Gambar 4.22 menampilkan data dan hasil pengukuran dari titik kedua yang diuji di lapangan. Dengan melakukan pengujian pada beberapa titik yang berbeda, tujuannya adalah untuk membandingkan dan menganalisis nilai-nilai yang didapatkan dari pengujian titik sebelumnya. Pengujian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang kondisi dan perbedaan data di area box tersebut. Hasil pengujian ini akan memberikan informasi penting dalam melakukan analisis dan evaluasi kinerja proyek atau sistem yang sedang diuji. Selain itu, perbandingan dan analisis data dari berbagai titik juga membantu dalam mengoptimalkan performa sistem atau proyek untuk mencapai hasil yang lebih baik dan akurat. Berikut Gambar Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C

dan Alat Ukur pH Meter Pada Titik Ketiga dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4. 23 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C
Dan Alat Ukur pH Meter Pada Titik Ketiga







Berikut Gambar pengujian terakhir pada titik keempat dapat dilihat pada Gambar 4.24.





Gambar 4. 24 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dan Sensor pH 4502C
Dan Alat Ukur pH Meter Pada Titik keempat

Dapat dilihat pada Gambar 4.21, Gambar 4.22, Gambar 4.23 dan Gambar 4.24 yaitu pengujian sensor suhu DS18B20 dan sensor pH 4502C di lapangan untuk mengetahui apakah disetiap area nilai suhu dan pH berbeda atau sama, jika nilainya berbeda maka tidak cukup menggunakan satu sensor saja harus menggunakan lebih dari satu sensor dan sebaliknya jika nilai disetiap titik itu sama maka bisa menggunakan satu sensor saja. Dibawah ini Tabel hasil percobaan dari pengujian sensor suhu DS18B20 yang dilakukan di lapangan dapat dilihat pada Tabel 4.9.





Tabel 4. 9 Hasil Pengujian sensor suhu DS18B20





Titik	Alat Ukur Suhu (° C)	Sensor Suhu (° C)	Selisih Suhu (%)	Presentase Error (%)
1			0.15%	0.37%
2			0.15%	0.36%
3			0.08%	0.19%

Titik	Alat Ukur Suhu (°C)	Sensor Suhu (°C)	Selisih Suhu (%)	Presentase Error (%)
4			0.05%	0.12%
Rata-rata Presentase <i>Error</i>				0.25%

Berikut Tabel hasil dari pengujian sensor pH 4502C yang telah dilakukan di lapangan dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian sensor pH 4502C

Titik	Alat Ukur pH	Sensor pH	Selisih pH (%)	Presentase Error (%)
1			0.04%	0.62%
2			0.04%	0.61%

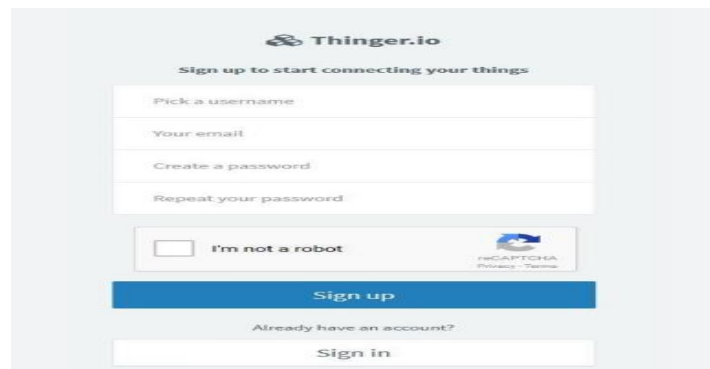
Titik	Alat Ukur pH	Sensor pH	Selisih pH (%)	Presentase Error (%)
3			0.03%	0.46%
4			0%	0%
Rata-rata resentase <i>Error</i>				0.42%

Pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 adalah hasil dari pengujian yang kami lakukan di lapangan bersama bapak Abi Ansori. Adapun saran dan masukan dari hasil pengujian yang kami lakukan di lapangan yaitu dengan adanya alat ini bisa meringankan pekerjaan operator, masukan dari operator untuk alat kami yaitu kalau bisa alat yang kami buat ini dapat terpasang secara otomatis dan terkoneksi di sytem scada yang ada disana karena lebih efisien dalam sistem kerja alat tersebut.

4.5. Pembuatan *Software* Aplikasi Sistem *Monitoring* Dan Pengukuran Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis Display Digital IoT

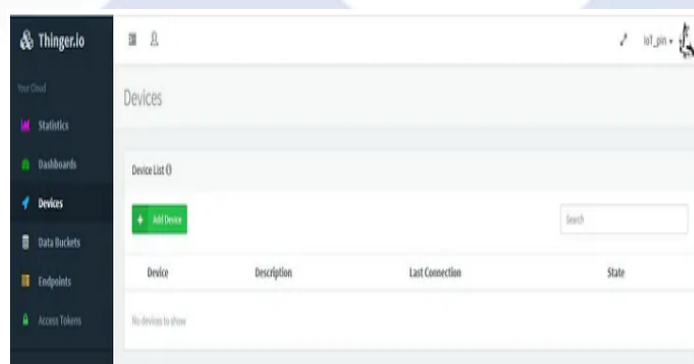
Dalam proyek akhir ini, digunakan software thinger.io untuk membuat aplikasi monitoring kualitas, kestabilan, dan ketinggian limbah cair kelapa sawit (*POME*) menggunakan wireless sensor network. Proses penggunaan software thinger.io sangatlah mudah, hanya perlu mencarinya melalui mesin pencari dan melakukan pendaftaran akun seperti biasanya. Penggunaan software ini bertujuan menampilkan

tampilan monitoring yang terdiri dari kualitas, kestabilan, dan ketinggian limbah cair kelapa sawit (*POME*) menggunakan *wireless* sensor network pada komputer pribadi (PC). Berikut Gambar *Tampilan SIGN UP & LOGIN* dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4. 25 Tampilan *SIGN UP & LOGIN*

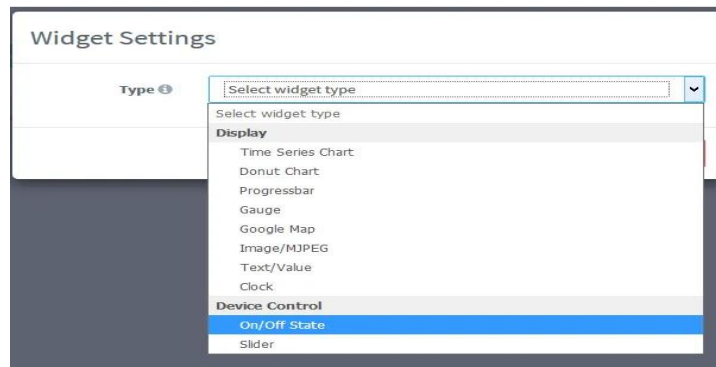
- Setelah berhasil mendaftar dan masuk ke aplikasi ini, Anda akan disambut dengan tampilan *New Device* seperti yang terlihat pada Gambar 4.26 *New Device* .



Gambar 4. 26 *New Device*

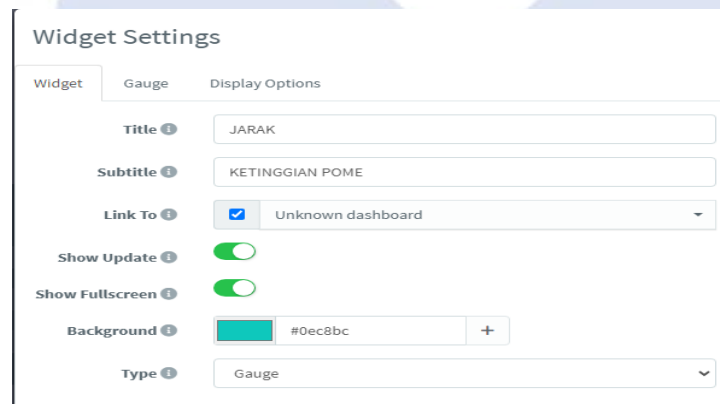
- Buat *project* baru pada menu *New Device* dan berikan nama sesuai yang diinginkan seperti contoh tahap awal yang telah dibuat.

- Pilih menu label pada *widget box* untuk tampilan pada *monitoring* dan pengukuran pH, jarak dan yang akan ditampilkan. Berikut Gambar pilihan *Widget* dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4. 27 Gambar Pilihan *Widget*

- Tahap selanjutnya *Setting widget* untuk menyesuaikan program pada Arduino Ide yang fungsinya untuk output jarak agar bisa terkoneksi dan bisa ditampilkan di *thingier.io*. Berikut Gambar *Setting Jarak* dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4. 28 *Setting Jarak*

- Buat tampilan jarak semenarik mungkin agar mudah dipahami dan berikan warna sebagai penanda dalam setiap judul yang diberikan.

- *Setting widget* untuk menyesuaikan program pada Arduino Ide untuk suhu agar bisa terkoneksi dan bisa ditampilkan di *thinger.io*. Berikut Gambar untuk *setting* suhu dapat dilihat pada Gambar 4.29.

Widget Settings

Widget Text/Value Display Options

Title ⓘ KESTABILAN

Subtitle ⓘ SUHU POME

Link To ⓘ Unknown dashboard

Show Update ⓘ

Show Fullscreen ⓘ

Background ⓘ #4b9b83 +

Type ⓘ Text/Value

Gambar 4. 29 *Setting* suhu

- Buat tampilan suhu semenarik mungkin agar mudah dipahami dan berikan warna sebagai penanda dalam setiap judul yang diberikan.
- *Setting widget V2* untuk menyesuaikan program pada Arduino Ide untuk pH agar bisa terkoneksi dan bisa ditampilkan di *thinger.io*. Berikut cara untuk settingan pH dapat dilihat pada Gambar 4.30.

Widget Settings

Widget Text/Value Display Options

Title ⓘ KUALITAS

Subtitle ⓘ PH POME

Link To ⓘ Unknown dashboard

Show Update ⓘ

Show Fullscreen ⓘ

Background ⓘ #64cb62 +

Type ⓘ Text/Value

Gambar 4. 30 *Setting* pH

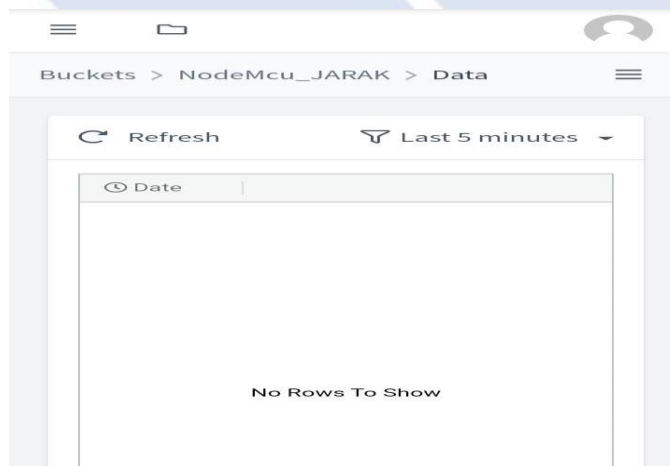
- Buat tampilan pH semenarik mungkin agar mudah dipahami dan berikan warna sebagai penanda dalam setiap judul yang diberikan.

- Setelah dilakukan secara keseluruhan pengujian masing-masing sensor maka hasil pengujian tersebut akan tersimpan di software Thingier.io. Untuk melihat hasil data pembacaan setiap sensor yang telah direkam yaitu dengan cara masuk pada halaman Dashboard yang ada di Thingier.io, maka akan muncul tampilan pada android dan monitor seperti pada Gambar 4.32 Tampilan pada Android Di Software Thingier.io.



Gambar 4. 31 Tampilan pada Android Di *Software Thingier.io*

- Berikut tampilan untuk penyimpanan data keseluruhan dari sensor yang telah melewati pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.32.



Gambar 4. 32 Tampilan Penyimpanan Data Keseluruhan

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dilihat dari hasil pengujian, analisis, dan fungsi alat dari proyek berjudul "Sistem Monitoring Dan Pengukuran Kadar Ph, Jarak Dan Suhu Pada Limbah Cair Kelapa Sawit (*Pome*) Berbasis Display Digital IoT", berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil:

- Pengujian untuk sensor suhu DS18B20 menggunakan 4 sample yaitu *Distribution Box* (DB) , *Collective Box* 3 (CB3), campuran air biasa dengan air panas dan air panas sedang kemudian membandingkannya dengan alat ukur sebenarnya. hasil pengujian sensor suhu DS18B20 yang didapat bahwa sensor suhu DS18B20 mampu membaca nilai suhu pome dengan rata - rata persentase *error* 0,11% dan suhu air rata - rata persentase *error*-nya yaitu 0,61%
- Pengujian yang dilakukan dengan sensor pH 4502C kami memakai 4 sample yaitu *Distribution Box* (DB) , *Collective Box* 3 (CB3), campuran air biasa dengan air panas dan air panas sedang kemudian membandingkan nya dengan alat ukur sebenarnya. hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa sensor pH 4502C mampu membaca nilai pH pome rata - rata persentase *error*- nya yaitu 0,43% dan pH air dengan rata-rata persentase *error* 0,92%
- Pengujian untuk sensor ultrasonik HC-SR04 menggunakan sample air. untuk pengujiannya dilakukan dengan air pada *box* container menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan meteran atau penggaris. Pengukuran dilakukan pada posisi ketinggian yang bervariasi, mulai dari 2 cm sampai dengan 20 cm. Dari hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 mampu membaca ketinggian dengan rata-rata persentase *error* 2,69%
- Monitoring dan pengukuran perangkat ini dapat diakses dan dikontrol dari jarak jauh melalui aplikasi Android (menggunakan perangkat lunak Thinger.io) selama NodeMCU ESP8266 terhubung dengan jaringan internet.

5.2. Saran

Untuk keseluruhan proyek akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan serta saran yang disampaikan dalam mengembangkan proyek akhir ini kedepannya, yaitu:

1. Untuk meningkatkan akurasi pengukuran kadar pH, suhu, dan jarak ketinggian, perlu dilakukan optimisasi pada sensor dan program yang digunakan. Hal ini dapat meliputi kalibrasi sensor secara teratur untuk memastikan hasil yang lebih akurat, memperbarui dan mengoptimalkan program pengukuran, serta memastikan kualitas dan keandalan sensor yang digunakan.
2. Selain meningkatkan akurasi pengukuran, tampilan monitoring juga dapat ditingkatkan agar lebih menarik dan *user-friendly*. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan desain visual yang menarik, grafik yang informatif, dan tata letak yang mudah dipahami. Selain itu, juga perlu mempertimbangkan penggunaan warna dan ikon yang sesuai untuk memudahkan pemahaman data oleh pengguna.
3. Dengan adanya teknologi *Internet Of Things* akan lebih banyak dikenal dikalangan masyarakat.
4. Harapan untuk proyek ini bisa dikembangkan dengan lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. N. Widarti, S. H. Susetyo, and E. Sarwono, "Degradasi COD Limbah Cair Dari Pabrik Kelapa Sawit Dalam Proses Pembentukan Biogas," *J. Integr. Proses*, vol. 5, no. 3, pp. 138–141, 2015.
- [2] W. S. Winanti, P. Prasetyadi, and W. Wiharja, "Pengolahan Palm Oil Mill Effluent (*POME*) menjadi Biogas dengan Sistem Anaerobik Tipe Fixed Bed tanpa Proses Netralisasi," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 20, no. 1, p. 143, 2019, doi: 10.29122/jtl.v20i1.3248.
- [3] Sinaga, Nazaruddin, and Ahmad Syukran B. Nasution. "Simulasi pengaruh komposisi limbah cair pabrik kelapa sawit (*POME*) terhadap kandungan air biogas dan daya listrik yang dihasilkan sebuah pembangkit listrik tenaga biogas." *Eksergi Jurnal Teknik Energi* 12.3 (2016): 66-72.
- [4] J. D. W. Kahl et al., "Internet Of Think," *Time*, vol. 6, no. 3, p. 198, 2019.
- [5] A. Hutagalung, "Sensor suhu " *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., pp. 5–24, 1967.
- [6] G. A. SAPUTRA, "Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak," no. December, pp. 1–45, 2020, doi: 10.13140/RG.2.2.32110.84809.
- [7] Anonim, 2008. Sensor Ultrasonik. <http://www.delta-elektronik.com>
- [8] <https://www.ardutech.com/apa-itu-nodemcu-v3-fungsinya-dalam-iot-internet-of-things/>
- [9] Luis Bustamante, Alvaro, Miguel A. Patricio, and José M. Molina. "Thingier.io: An open source platform for deploying data fusion applications in IoT environments." *Sensors* 19.5 (2019): 1044.
- [10] Sawidin, Sukandar, et al. "Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan Web Thingier.io Berbasis IoT." *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. Vol. 12. 2021.
- [11] B. A. B. Ix, "C hingga -31.12," no. 21, pp. 245–249.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Ari Anto
Tempat, Tanggal Lahir : Penyak, 11 Februari 2001
Alamat Rumah : Penyak
No.Hp : 085788456955
Email : arbainh89@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD 11 Koba	Lulus 2014
SMP 2 Koba	Lulus 2017
SMK 1 Koba	Lulus 2020
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	Lulus 2023

3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 7 Juli 2023

Ari Anto

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Dania Prameswari
Tempat,Tanggal Lahir : 24 Juli 2002
Alamat Rumah : Nibung Koba Bangka Tengah
No.Hp : 085764076935
Email : daniaprameswari24@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD 7 Koba	Lulus 2014
SMP 1 Koba	Lulus 2017
SMK 2 Koba	Lulus 2020
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	Lulus 2023

3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 7 Juli 2023

Dania Prameswari

Lampiran 2 Program Keseluruhan

1. Kode program dari nodemcu ke Thinger.io

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <EEPROM.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <ThingerESP8266.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#define ONE_WIRE_BUS D5
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensorSuhu (&oneWire);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

// Konfigurasi jaringan WiFi
#define USERNAME "ahkam"
#define DEVICE_ID "NodeMcu_SUHU"
#define DEVICE_CREDENTIAL "hcC_ykIf+F-H4Zt8"

ThingerESP8266 thing(USERNAME, DEVICE_ID ,DEVICE_CREDENTIAL);

// Konfigurasi jaringan WiFi
const char* ssid = "Redmi 9T";
const char* password = "123sampai100";
// Menginisialisasi pin led
const int LED_PIN = 16;
// deklarasi pin trigger dan echo pada sensor
const int trigPin = D8;
const int echoPin = D7;
// Menginisialisasi pin buzzer
const int pinBuzzer = D6;
// Deklarasi Variabel Sensor SUHU
float suhu;
// deklarasi pin sensor pH
const int pH_pin = A0;
float po = 0;
float pH_step;
int nilai_analog_pH;
double teganganpH;
float pH4 = 3.981;
float pH7 = 2.78;
// deklarasi variabel untuk menghitung jarak dan waktu
long waktu;
int jarak;
String kondisi1,kondisi2,kondisi3 = "";

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  sensorSuhu.begin ();
  pinMode(LED_PIN , OUTPUT);
  WiFi.begin(ssid, password);
```

```

while(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
delay(500);
{
thing.add_wifi(ssid,password);
lcd.init(); // initialize the lcd
lcd.init();
lcd.backlight();
// mengatur pin trigger sebagai output
pinMode(trigPin, OUTPUT);
// mengatur pin echo sebagai input
pinMode(echoPin, INPUT);
// Mengatur pin buzzer sebagai OUTPUT
pinMode(pinBuzzer, OUTPUT);
//noTone(pinBuzzer);
// mengatur pin sensor pH sebagai input
pinMode(pH_pin,INPUT);
delay(500);

}

thing.add_wifi(ssid, password);
thing["suhu"] >> [] (pson & out){
out ["jarak"] = jarak;
out ["suhu"] = suhu;
out ["po"] = po;
};

thing.add_wifi(ssid, password);
thing["Buzzer1"] >> [] (pson & out){
out = kondisi1;
};
thing.add_wifi(ssid, password);
thing["Buzzer2"] >> [] (pson & out){
out = kondisi2;
};

thing.add_wifi(ssid, password);
thing["Buzzer3"] >> [] (pson & out){
out = kondisi3;
};

}

void loop() {
thing.handle();
thing.write_bucket("MeteoBucket","suhu");
// mengirimkan sinyal trigger
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
}

```



```

    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED){
    digitalWrite(LED_PIN, LOW); // Hidupkan LED jika WiFi terhubung
    } else {
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH); // Matikan LED jika WiFi tidak
    terhubung
    }

// membaca waktu dari sinyal echo
waktu = pulseIn(echoPin, HIGH);
//menghitung jarak berdasarkan waktu dan kecepatan suara
jarak = waktu * 0.034 / 2;

// menampilkan jarak pada serial monitor
Serial.print("Jarak: ");
Serial.print(jarak);
Serial.println(" cm");
delay(500);

// Memeriksa apakah jarak kurang dari batas tertentu
if (jarak <= 5) {
// Mengaktifkan buzzer
digitalWrite(pinBuzzer, HIGH);
kondisi1 = "WASPADA";
delay(1000);
} else {
// Mematikan buzzer
digitalWrite(pinBuzzer, LOW);
kondisi1 = "AMAN";
delay(1000);
}

// menghitung dan menampilkan nilai SUHU
sensorSuhu.setResolution(11);
sensorSuhu.requestTemperatures();
suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0) - 1.02;
Serial.print("suhu:");
Serial.println(suhu);
delay (500);

// Memeriksa apakah jarak kurang dari batas tertentu
if (suhu >= 45) {
//Mengaktifkan buzzer
digitalWrite(pinBuzzer, HIGH);
kondisi2 = "WASPADA";
delay(1000);
} else {
// Mematikan buzzer
digitalWrite(pinBuzzer, LOW);
kondisi2 = "AMAN";
delay(1000);
}
}

```

```

int nilai_analog_pH = analogRead(pH_pin);
teganganpH = 3.3/1024.0 * nilai_analog_pH;
pH_step = (pH4-pH7)/3;
po = 7.00 + ((pH7-teganganpH)/pH_step);

Serial.print("Nilai pH cairan : ");
Serial.println(po,2);
delay(500);

// Memeriksa apakah jarak kurang dari batas tertentu
if (po >= 7) {
  //Mengaktifkan buzzer
  digitalWrite(pinBuzzer, HIGH);
  kondisi3 = "WASPADA";
  delay(1000);
} else {
  // Mematikan buzzer
  digitalWrite(pinBuzzer, LOW);
  kondisi3 = "AMAN";
  delay(1000);
}

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("pH:");
lcd.print(po);
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print("T:");
lcd.print(suhu);
lcd.println("C");
lcd.setCursor(9,0);
lcd.print("J:");
lcd.print(jarak);
lcd.println("cm");
}

```

2. Kode program nodemcu

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <EEPROM.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define ONE_WIRE_BUS D5
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensorSuhu (&oneWire);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
// deklarasi pin trigger dan echo pada sensor
const int trigPin = D8;
const int echoPin = D7;
// Menginisialisasi pin buzzer
const int pinBuzzer = D6;
// Deklarasi Variabel Sensor SUHU
float suhu;
// deklarasi pin sensor pH
const int pH_pin = A0;
float po = 0;
float pH_step;
int nilai_analog_pH;
double teganganpH;
float pH4 = 3.981;
float pH7 = 2.78;
// deklarasi variabel untuk menghitung jarak dan waktu
long waktu;
int jarak;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  sensorSuhu.begin ();
  delay(500);
  lcd.init(); // initialize the lcd
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  // mengatur pin trigger sebagai output
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  // mengatur pin echo sebagai input
  pinMode(echoPin, INPUT);
  // Mengatur pin buzzer sebagai OUTPUT
  pinMode(pinBuzzer, OUTPUT);
  //noTone(pinBuzzer);
  // mengatur pin sensor pH sebagai input
  pinMode(pH_pin, INPUT);
  delay(500);
}

void loop() {
  // mengirimkan sinyal trigger
  digitalWrite(trigPin, LOW);
```

```

delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);

// membaca waktu dari sinyal echo
waktu = pulseIn(echoPin, HIGH); //Echo menerima sinyal
ultrasonik
jarak = (waktu/2)/29.1; //Rumus mengubah waktu menjadi jarak (cm)
float tinggi = 21 - jarak;

Serial.print("Jarak: ");
Serial.print(jarak);
Serial.println(" cm");
Serial.print("tinggi: ");
Serial.print(tinggi);
Serial.println(" cm");
delay(500);

// Memeriksa apakah jarak kurang dari batas tertentu
if (jarak < 5) {
// Mengaktifkan buzzer
digitalWrite(pinBuzzer, HIGH);
delay(1000);
} else {
// Mematikan buzzer
digitalWrite(pinBuzzer, LOW);
delay(1000);
}

// menghitung dan menampilkan nilai SUHU
sensorSuhu.setResolution(11);
sensorSuhu.requestTemperatures();
suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0)- 1.02;
Serial.print("suhu:");
Serial.println(suhu);
delay (500);

// Memeriksa apakah jarak kurang dari batas tertentu
if (suhu > 37) {
//Mengaktifkan buzzer
digitalWrite(pinBuzzer, HIGH);
delay(1000);
} else {
// Mematikan buzzer
digitalWrite(pinBuzzer, LOW);
delay(1000);
}

int nilai_analog_pH = analogRead(pH_pin);
teganganpH = 3/1024.0 * nilai_analog_pH;
pH_step = (pH4-pH7)/3;

```

```
    po = 7.00 + ((pH7-tegangannya)/pH_step);
    //po = 7.00 + ((pH6-tegangannya)/19);

    Serial.print("Nilai pH cairan : ");
    Serial.println(po,2);
    delay(500);

    // Memeriksa apakah jarak kurang dari batas tertentu
    if (po > 8) {
        //Mengaktifkan buzzer
        digitalWrite(pinBuzzer, HIGH);
        delay(1000);
    } else {
        // Mematikan buzzer
        digitalWrite(pinBuzzer, LOW);
        delay(1000);
    }

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("pH:");
    lcd.print(po);
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print("T:");
    lcd.print(suhu);
    lcd.println("C    ");
    lcd.setCursor(9,0);
    lcd.print("J:");
    lcd.print(jarak);
    lcd.println("cm    ");
}
```

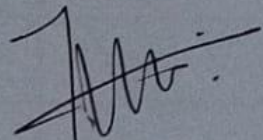
SURAT KETERANGAN VALIDASI NILAI pH Dan SUHU

Nama : Ari Anto / Dania Prameswari
Nim : 0032006 / 0032039
Jurusan : Teknik Elektro Dan Informatika

No	Keterangan	Validasi (rentang nilai)
1	pH inlet Reactor	5,5 - 6,5
2	SUHU inlet Reactor	37 - 40 °C

Mengetahui ,

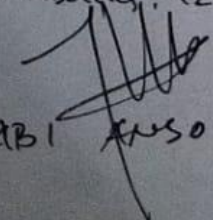
Cengkong Abang, 12 Juli 2023


(AB1 ANSORI)

Hasil pengujian Ph Air

No	Sensor Ph		Presentase Error (%)
	Alat ukur Ph	Sensor Ph	
1	7.43	7.42	1.40
2	7.47	7.37	1.30
3	7.47	7.44	0.40
4	7.59	7.46	1.70
5	7.59	7.41	2.30
6	7.46	7.46	0
7	7.67	7.64	0.39
8	7.35	7.39	0.54
9	7.35	7.39	0.54
10	7.45	7.40	0.67

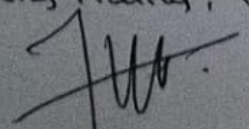
Cengkong Abang, 12 Juli 2023


 ABI KUSORI

Hasil Pengujian pH Limbah Cair Kelapa Sawit (perme)

No	Sensor Ph		Presentase Error (%)
	Alat ukur Ph	Sensor Ph	
1	7.65	7.67	0.26
2	7.63	7.60	0.39
3	7.60	7.57	0.39
4	7.59	7.53	0.79
5	7.56	7.55	0.13
6	6.57	6.58	0
7	6.54	6.59	0.76
8	6.53	6.58	0.76
9	6.54	6.55	0.15
10	6.53	6.58	0.76

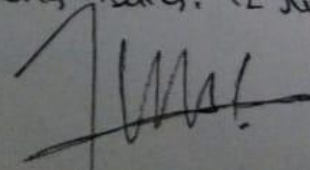
Cengkong Abang, 12 Juni 2023


 ABI ANSORI

Hasil Pengujian Ketinggian Air

No	Range 2 - 20 cm	Sensor Jarak (cm)	Presentase Error (%)
1	2	2.10	5
2	3	2.75	8.3
3	4	3.71	7.2
4	5	4.67	6.6
5	6	5.98	0.33
6	7	6.98	0.28
7	8	7.59	5.1
8	9	8.90	1.1
9	10	9.97	0.3
10	11	10.34	6
11	12	11.72	2.3
12	13	12.78	1.6
13	14	13.85	1.07
14	15	14.88	0.8
15	16	15.91	0.56
16	17	16.87	0.76
17	18	17.84	0.88
18	19	18.94	0.42
19	20	19.48	2.6
20			

Cengkong Abang, 12 Juli 2023


ABI AWSOR I

sistem monitoring dan pengukuran kadar pH, suhu dan jarak berbasis display digital iot

ORIGINALITY REPORT

22%

SIMILARITY INDEX

22%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS


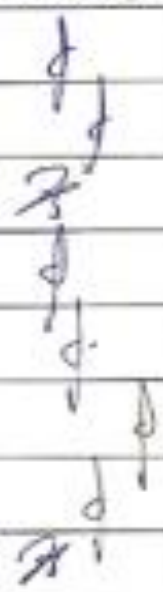
2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	17%
2	ejurnal.bppt.go.id Internet Source	1%
3	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	1%
4	eprints.polsri.ac.id Internet Source	1%
5	download.garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	1%
6	text-id.123dok.com Internet Source	1%
7	www.arduinoindonesia.id Internet Source	1%
8	repository.dinamika.ac.id Internet Source	1%










FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 <p style="text-align: center;">FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023</p>			
JUDUL	<p>SISTEM MONITORING DAN PENGUKURAN KADAR PH, JARAK DAN SUHU PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT (POME) BERBASIS DISPLAY DIGITAL IoT</p>		
Nama Mahasiswa	<p>1. Ari Anto NIRM: 1.0022006</p>		
Nama Pembimbing	<p>1. Aan Fariandyah, M.T 2. Rona Saputra, S.ST., M.Ts.T 3.</p>		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	24-02-2023	Survei Tempat, Masalah, Electrical	
2	29-02-2023	Diagram Alir, pembahasan masalah	
3	03-06-2023	proyeksi kasar ph, suhu, ultrasonik	
4	14-06-2023	perbaikan tahap sensor, perancangan/prototyping awal	
5	27-06-2023	penyempurnaan desain sensor, program masalah	
6	10-07-2023	komponen software, pemrograman awal coding	
7	20-07-2023	Revisi masalah	
8	20-07-2023	perencanaan awal, pengujian awal, IoT	
9			
10			

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir



FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 <p style="text-align: center;">FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023</p>			
JUDUL		<p>SISTEM MONITORING DAN PENGUKURAN JARAK PH. JARAK DAN SUHU PADA LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT (LONS) BERBASIS DISPLAY DIGITAL IoT</p>	
Nama Mahasiswa		<p>1. <u>Dewa Praditya</u> NIRM: <u>1.0032039</u></p>	
Nama Pembimbing		<p>1. <u>Ani Fitriyanti, M.T</u> 2. <u>Joni Saputra, S.ST, M.Ts</u> 3. _____</p>	
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	24-05-2023	Survei Tempat, Masalah, Electrical	
2	19-05-2023	Prosesi Alat, Pembuatan Masalah	
3	19-06-2023	Prosesi Sensor Ph, suhu, Jarak	
4	14-06-2023	Prosesi Selap Sensor, Perbandingan Data	
5	27-06-2023	Perubahan data sensor, proses masalah	
6	18-07-2023	Perubahan Suhu, Penyempitan Alat kendali	
7	20-07-2023	Revisi Masalah	
8	20-07-2023	Dokumen: ^{dan IoT} JAR Alat, Perbandingan Data	
9			
10			

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir


FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023	
JUDUL		SISTEM MONITORING DAN PENGUKURAN KADAR PH JALAN DAN SUNGAI PADA LINGKARAN CAKUP KELAPA SAWIT (POME) BERBASIS DISPLAY DIGITAL IoT	
Nama Mahasiswa		1. DEHA PRANESWARA /NIRM: 0011038 2. ADI ANTO /NIRM: 0032006 3. _____ /NIRM: _____ 4. _____ /NIRM: _____ 5. _____ /NIRM: _____	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1	19-06-2023	MAKALAH = 50 % ALAT = 50 %	
2	05-07-2023	Makalah = 80 % Alat = 85 %	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / ~~BUKTI~~ (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (Aon Fariantonjaya)	Pembimbing 2  (Bawa Supriatna)	Pembimbing 3 (.....)

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir



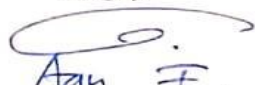
FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK
...../.....

JUDUL : Sistem Monitoring dan Pengukuran Kadar pH, Jarak dan Suhu pada Limbah Cair Kelapa Sawit (POME) Berbasis Display Digital IoT



Nama Mahasiswa :

1.	<u>Ari Anto</u>	NIRM: <u>003 2006</u>
2.	<u>Danis Praneswari</u>	NIRM: <u>003 2039</u>
3.	_____	NIRM: _____
4.	_____	NIRM: _____
5.	_____	NIRM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
<u>- Lihat di makalah</u>	
<u>- Setiap revisi, makalah Asli harus dibawa.</u>	

Sunggailiat, 26 Juli 2023
Penguji

(.....)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

<p style="text-align: center;">Mengetahui, Pembimbing</p> <div style="text-align: center;">  (.....<u>Ari Anto</u>.....) </div>	<p style="text-align: center;">Sunggailiat, <u>31 Juli 2023</u> Penguji</p> <div style="text-align: center;">  (.....<u>Ari Anto</u>.....) </div>
---	---

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir



FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK
2022 / 2023



JUDUL : SISTEM MONITORING DAN PENGAWASAN KADAR Ph, Pb, dan
PAN SUHU PADA UMPAH (AIR KELAPA SAWIT (PKME))
BERBASIS Display Digital IOT

Nama Mahasiswa :
 1. Ari Anto NIRM: 0032006
 2. Dania Pramudwari NIRM: 0032039
 3. _____ NIRM: _____
 4. _____ NIRM: _____
 5. _____ NIRM: _____


Bagian yang direvisi	Halaman
<u>1. Penulisan dan isi situasinya dgn format laporan</u>	
<u>2. Cara kembali Puncak, tabel belakangnya marjinal dari daftar pustaka.</u>	

Sunggailiat, 25 Juli 2023
Penguji
(Oktavia)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

Mengetahui, Pembimbing  (...Aan Fariyasa, MT)	Sunggailiat, <u>2 Agustus 2023</u> Penguji  (...Oktavia)
---	--

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir



FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK
...../...../.....

JUDUL : Sistem Monitoring & Pengukuran Kelembaban, Jarak, dan Suhu pada Limbah Cair Kelapa Sawit (POME) berbasis Disiplin Digital.

Nama : 1. Ani Anjo NIRM: 0032006


Mahasiswa : 2. Dania Pramaswari NIRM: 0032035

3. _____ NIRM: _____



4. _____ NIRM: _____

5. _____ NIRM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
1. Perbaiki Abstrak & metode, kesimpulan, hasil (sahh ldi. pabri "diharapkan")	iv
2. Uraikan pengantar (uraian terimakasih) -> no. 1 dari pihak institusi	
3. Bab Landasan teori tambahkan penelitian sebelumnya yg relevan dgn judul penelitian	
4. Perbaiki flowchart di metode pelayanan. tamba connectur	
5. Di bab 4 tambahkan pengujian dari expert.	

Sunggailiat, 26/7/2023
Penguji

(LINDA FUSIYANTI)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

<p>Mengetahui, Pembimbing</p>  (<u>Aan Febriansyah, MPT</u>)	<p>Sunggailiat, <u>(... AGUSTUS ... 2023</u></p> <p>Penguji</p>  (<u>LINDA FUSIYANTI</u>)
--	---

Lampiran Nomor : 020/PROYEK AKHIR/DIII/2023

SURAT PERNYATAAN

Saya/Kami yang bertandatangan dibawah ini telah menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul:

SISTEM MONITORING DAN PENGUKURAN KADAR PH, JARAK DAN SUHU PADA
LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT (C.POME) BERBASIS DISPLAY DIGITAL IOT

Oleh:

- 1. ARI ANTO /NPM. 0032006.....
- 2. DANIA PRAMESWARI /NPM. 0032039.....
- 3. /NPM.....

Dengan ini menyatakan bahwa isi laporan akhir proyek akhir sama dengan *hardcopy*.
Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Sungailiat, 15.. Agustus 2023

- 1. ARI ANTO (*Ari.2*)
- 2. DANIA PRAMESWARI (*Dania*)
- 3. (.....)

Mengetahui,

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,



(.....)
Aan Febriansyah, M.T



(.....)
Zanu Saputra, M.Tr.T

