

# **SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT BERBASIS IOT**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

Fira Safitra                      NIRM : 0031810

Randika Saptianda              NIRM : 0031813

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

### SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT BERBASIS IOT

Oleh:

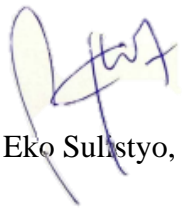
Fira Safitra/0031810

Randika Saptianda/0031813

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

Menyetujui,

Pembimbing 1



Eko Sulistyono, MT

Pembimbing 2



Dr. Parulian Silalahi, M. Pd

Penguji 1



Indra Dwisaputra, M. T

Penguji 2



Yang Agita Rindri, M. Eng

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Fira Safitra NIRM : 0031810

Nama Mahasiswa 2 : Randika Saptianda NIRM : 0031813

Dengan Judul : SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* LIMBAH CAIR  
KELAPA SAWIT BERBASIS 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, 01 Juni 2021

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Fira Safitra



Fira Safitra

2. Randika Saptianda



Randika Saptianda

## ABSTRAK

*Limbah cair kelapa sawit menjadi bahan utama dalam proses pembuatan biogas, dalam proses pembuatan biogas ini melalui beberapa tahapan – tahapan proses salah satunya adalah pada proses distribution box, pada proses ini terjadilah proses pengontrolan nilai PH dan suhu limbah cair kelapa sawit, limbah cair kelapa sawit yang memiliki kadar PH yang belum sesuai dengan standar akan dilakukan proses pencampuran limbah agar mendapatkan nilai PH yang sesuai. Sedangkan untuk suhu yang belum sesuai akan dilakukan penurunan nilai suhu dengan menhisap uap panas pada limbah cair kelapa sawit. Pada saat ini pengukuran nilai PH dan Suhu masih menggunakan manual sehingga proses pengukuran atau kontrol tidak selalu bisa dilakukan dengan maksimal karena terkendala waktu dan cuaca. Dengan adanya proyek akhir ini dirancang dengan komponen sensor PH 4502C dan sensor Suhu DS18B20 sebagai monitoring nilai suhu dan PH dengan sistem kontrol yang menggunakan fan sebagai exhaust dan water solenod valve yang digunakan sebagai pencampuran limbah cair kelapa sawit. Komponen tersebut akan dihubungkan dengan microcontroller yaitu Arduino UNO dan dikoneksikan dengan NodeMCU ESP8266 agar dapat terhubung dengan smartphome, sehingga nilai suhu dan PH dapat di Monitoring dan dikontrol melalui smartphome. Hasil pengujian akan diperoleh nilai suhu dan nilai PH, yang sudah terkontrol, ketika suhu < 40°C dan nilai PH >5 maka tidak terjadi pengontrolan, namun ketika nilai suhu dan PH  $\geq 40^{\circ}\text{C}$  dengan nilai PH < 5 maka akan terjadi pengontrolan dan sistem akan bekerja hingga mencapai nilai yang diinginkan yaitu nilai suhu <40°C dan nilai PH > 5.*

*Kata Kunci : Limbah Cair, sensor PH 4502C, sensor Suhu, Arduino UNO, NodeMCU, SmartPHone.*

## ABSTRACT

*Palm Oil Liquid Waste is the main ingredient in the process of producing biogas. This biogas is produced in several stages, one of which is the Distribution Box process, in this process there is a process of controlling the PH value and temperature of palm oil liquid waste palm oil liquid waste which has a PH level that is not in accordance with the standard, a waste mixing process will be carried out in order to obtain the appropriate PH value. Meanwhile, for unsuitable temperatures, the temperature value will be reduced by sucking hot steam from palm oil liquid waste. At the moment, PH and temperature values are still measured manually, which means that the measurement or control process is not always carried out optimally due to time and weather constraints. This is the final project. It is designed with a 4502C PH sensor component and a DS18B20 Temperature sensor to monitor temperature and PH values with a control system that uses a FAN as EXHAUST and a Water Solenod Valve to mix palm oil liquid waste. These components will be linked to a Microcontroller it's a Arduino UNO and then to the Node MCU ESP8266, which will also be linked to a smartPHone, so that temperature and PH values can be monitored and controlled with a smartPHone. so that temperature and PH levels can be monitored and controlled with a smartPHone. The temperature and PH values are already controlled in the test results; when the temperature is  $<40^{\circ}\text{C}$  and the PH value  $>5$ , there is no control. However, if the temperature and PH value are  $40^{\circ}\text{C}$  with a PH value of  $<5$ , there will be control and the system will work until it reaches the desired value, namely the temperature value  $<40^{\circ}\text{C}$  and the PH value  $> 5$ .*

*Key Word : Palm Oil Waste, PH, Temperature, PH sensor, Suhu sensor, Arduino UNO, NodeMCU, SmartPHone.*

## 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 Kerja Lapangan (PKL) 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. Keluarga besar penulis yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral maupun materi dan semangat.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Ocsirendi, M.T. selaku Kepala Prodi DIII Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak M Iqbal Nugraha, M.Eng, selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Eko Sulistyono, M.T, selaku Wadir III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sekaligus pembimbing 1 dan Dr. Parulian Silalahi, M. Pd selaku pembimbing 2 dalam proyek akhir ini.
6. Seluruh staf pengajar dan karyawan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Rekan - rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir.

8. Pihak - pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini yang tidak dapat 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, 01 Juni 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Proyek Akhir .....	3
BAB II .....	4
LANDASAN TEORI .....	4
2.1. Kelapa Sawit .....	4
2.2. Limbah Cair Kelapa Sawit .....	4
2.3. Biogas .....	5
2.4. Fermentasi <i>ANAEROB</i> .....	6
2.5. IoT (Internet of Things) .....	8



2.6. Sensor Suhu DS18B20.....	8
2.7. Sensor PH 4502C .....	9
2.7.1 Elektroda E-201 PH Sensor.....	10
2.7.2. <i>PH</i> Modul DIY More <i>PH-4502C</i> .....	11
2.8. Sensor <i>Water Flow</i> .....	12
2.9. Solenoid Valve.....	14
2.10. Firebase .....	15
2.11. Mit APP Inventor .....	15
2.12. NodeMCU.....	16
2.13. Arduino UNO.....	18
BAB III .....	20
METODE PELAKSANAAN .....	20
3.1. Survei dan Pengumpulan Data dan Pengolahan Data .....	23
3.2. Tahap Perencanaan Alat .....	23
3.2.1. Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> PH dan Suhu Limbah cair Kelapa Sawit.....	23
3.2.2. Pembuatan <i>Prototype</i> Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> PH dan Suhu Limbah cair Kelapa Sawit .....	23
3.2.3. Perakitan <i>Prototype</i> Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> PH dan Suhu Limbah cair Kelapa Sawit.....	24
3.2.4. Perancangan <i>Hardware Elektrik</i> Kontrol dan <i>Monitoring</i> Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT. ....	24
3.2.5. Pembuatan <i>Hardware</i> Elektrik Kontrol Monitring Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.....	24
3.2.6. Perancangan <i>Software</i> Kontrol <i>Monitoring</i> PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT. ....	24

3.2.7. Pembuatan <i>Software</i> Kontrol <i>Monitoring</i> PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT. ....	25
3.3. Pengujian Komponen Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT. ....	25
3.4. Pengujian Prototype Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> PH & Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT. ....	25
BAB IV .....	27
PEMBAHASAN .....	27
4.1. Deskripsi Alat.....	27
4.2. Perancangan <i>Prototype</i> Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.....	27
4.3. Diagram Blok .....	29
4.3.1 Prinsip Kerja.....	30
4.4. Pembuatan <i>Prototype</i> Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT. ....	30
4.5. Perencanaan dalam <i>Hardware</i> Elektrik Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT .....	32
4.6. Pembuatan <i>Hardware</i> Elektrik Sistem Kontrol dan <i>monitoring</i> Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.....	32
4.6.1. Sensor Suhu DS1820.....	33
4.6.2. Pemasangan Sensor Suhu .....	34
4.6.3. Pengujian Sensor Suhu DS18B20 .....	35
4.6.4. Sensor PH .....	41
4.6.5. Pemasangan Sensor PH 4502C .....	42
4.6.6. Pengujian Sensor PH 4502C .....	42
4.6.7. Water Flow Sensor .....	49

4.6.8.	Pemasangan Water Flow Sensor .....	50
4.6.9.	Pengujian Water Flow Sensor .....	50
4.6.10.	NodeMCU ESP8266.....	55
4.6.11.	Pemasangan NodeMCU ESP8266.....	55
4.6.12.	Pengujian NodeMCU ESP8266 .....	56
4.7.	Perancangan <i>Software</i> Aplikasi Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT .....	59
4.8.	Pembuatan <i>Software</i> Aplikasi Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT .....	59
4.9.	Uji Coba Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT .....	63
4.10.	Pengujian dan Pengambilan Data Prototype Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit.....	63
4.10.1	Pengujian dengan Limbah Cair Kelapa Sawit yang memiliki Nilai PH rendah dan Suhu Tinggi. ....	68
4.10.2	Pengujian dengan Limbah Cair Kelapa Sawit yang memiliki Nilai PH tinggi dan Suhu rendah.....	70
4.10.3	Pengujian <i>Monitoring</i> Nilai PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit pada tampilan LCD dan <i>Smartphone</i> . ....	72
BAB V.....		75
PENUTUP.....		75
5.1.	Kesimpulan.....	75
5.2.	Saran.....	75
Daftar Pustaka .....		76
LAMPIRAN .....		77

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Spesifikasi <i>Water Flow Sensor</i> .....	12
Tabel 2. 2 Tabel Spesifikasi Solenoid Valve .....	14
Tabel 2. 3 Spesifikasi NodeMCU .....	17
Tabel 2. 4 Spesifikasi Arduino UNO .....	19
Tabel 4. 1 Tabel Gambar Hasil Pengujian Sensor Suhu terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit.....	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Suhu Terhadap Limbah Cair.....	39
Tabel 4. 3 Tabel Gambar Hasil Pengujian Sensor PH 4502C terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit. ....	46
Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Sensor PH terhadap limbah cair kelapa sawit.....	47
Tabel 4. 5 Tabel Gambar Hasil Pengujian Water Flow Sensor dengan media air	53
Tabel 4. 6 Tabel Hasil Pengujian Water Flow Sensor .....	54
Tabel 4. 7 Tabel Gambar Hasil Pengujian Pertama Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit.....	68
Tabel 4. 8 Tabel Pengujian Pertama Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit.....	69
Tabel 4. 9 Tabel Gambar Hasil Pengujian Kedua Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit.....	71
Tabel 4. 10 Tabel Pengujian Kedua Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit .....	72
Tabel 4. 11 Tabel Hasil Pengujian Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit Pada Tampilan LCD dan Smartphone .....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kelapa Sawit .....	4
Gambar 2. 2 Limbah Cair Kelapa Sawit .....	5
Gambar 2. 3 Biogas.....	6
Gambar 2. 4 Skema Fermentasi ANAEROBIK.....	7
Gambar 2. 5 Skema Sistem IoT .....	8
Gambar 2. 6 Skema Sensor Suhu .....	9
Gambar 2. 7 Sensor Suhu DS18B20 .....	9
Gambar 2. 8 Bagian-bagian dari Elektroda.....	10
Gambar 2. 9 Elektroda E-201 PH .....	11
Gambar 2. 10 Modul PH-4502C .....	11
Gambar 2. 11 Gambar Water Flow Sensor .....	12
Gambar 2. 12 Wiring Water Flow Sensor.....	13
Gambar 2. 13 Solenoid Valve .....	14
Gambar 2. 14 Perancangan Komponen Aplikasi .....	16
Gambar 2. 15 Blok Program Editor .....	16
Gambar 2. 16 Skema Node Mcu .....	17
Gambar 2. 17 Arduino UNO .....	18
Gambar 4. 1 Desain Prototype Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT .....	28
Gambar 4. 2 Diagram Blok Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT .....	29
Gambar 4. 3 Diagram Blok Sistem Kontrol Suhu.....	29
Gambar 4. 4 Diagram Blok Sistem Kontrol Ph.....	30
Gambar 4. 5 Konstruksi Kerangka Prototype .....	31
Gambar 4. 6 Prototype Proyek Akhir.....	31
Gambar 4. 7 Skematik Elektrik Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> .....	32
Gambar 4. 8 <i>Hardware</i> Elektrik Proyek Akhir .....	33
Gambar 4. 9 Skema Elektrik Sensor Suhu DS18B20 .....	34
Gambar 4. 10 Pemasangan Sensor suhu DS18B20.....	35
Gambar 4. 11 Blok Diagram Pengujian Sensor Suhu .....	35

Gambar 4. 12 Skematik Sensor Suhu.....	36
Gambar 4. 13 Gambar Pengujian Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Sensor Suhu DS18B20.....	37
Gambar 4. 14 Gambar Pengujian Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Thermometer .....	37
Gambar 4. 15 Gambar Pengujian Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Sensor Suhu dan Thermometer .....	38
Gambar 4. 16 Skematik Rangkaian Sensor PH 4502C .....	41
Gambar 4. 17 Sensor PH 4502C .....	42
Gambar 4. 18 Pemasangan Sensor PH 4502C .....	42
Gambar 4. 19 Blok Diagram Pengujian Sensor PH 4502C .....	43
Gambar 4. 20 Skematik Pengujian Sensor.....	43
Gambar 4. 21 Gambar Pengujian Sensor PH 4502C .....	44
Gambar 4. 22 Gambar Pengujian Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Sensor PH45	
Gambar 4. 23ambar Pengukuran Limbah Cair Kelapa Sawit dengan PH Meter..	45
Gambar 4. 24 Gambar Pengujian PH Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Sensor PH dan PH Meter .....	46
Gambar 4. 25 Skematik Water Flow Sensor.....	49
Gambar 4. 26 Water Flow Sensor.....	50
Gambar 4. 27 Pemasangan Water Flow Sensor .....	50
Gambar 4. 28 Blok Diagram Water Flow Sensor .....	51
Gambar 4. 29 Pengujian Water Flow Sensor .....	52
Gambar 4. 30 Skematik Elektrik Sambungan NodeMCU .....	55
Gambar 4. 31 Pemasangan Node MCU pada Box Panel .....	56
Gambar 4. 32 Pemasangan Node Mcu pada PCB.....	56
Gambar 4. 33 Pengujian NodeMcu .....	57
Gambar 4. 34 Gambar Hasil Pengujian NodeMCU.....	59
Gambar 4. 35 Gambar Pembuatan <i>Software</i> dengan <i>Mit App Inventor</i> .....	60
Gambar 4. 36 Tampilan Home pada Aplikasi.....	60
Gambar 4. 37 Blok Program Tampilan Utama .....	60
Gambar 4. 38 Tampilan SIGN UP & LOGIN.....	61

Gambar 4. 39 Tampilan Mode Pengoperasian.....	61
Gambar 4. 40 Blok Program Tampilan Mode.....	62
Gambar 4. 41 Gambar untuk Tampilan Automate.....	62
Gambar 4. 42 Blok Program untuk Tampilan <i>Automate</i> .....	62
Gambar 4. 43 Gambar Tampilan untuk Pengoperasian Manual .....	63
Gambar 4. 44 Blok Program untuk Mengaplikasikan Tampilan pada manual .....	63
Gambar 4. 45. Gambar Skematik Rangkaian Keseluruhan.....	64
Gambar 4. 46 Gambar Hardware Keseluruhan. ....	65
Gambar 4. 47 Blok Diagram Pengujian <i>Prototype</i> .....	66
Gambar 4. 48 Gambar Pengujian Kontrol <i>Fan</i> pada <i>Prototype</i> .....	66
Gambar 4. 49 Gambar Pengujian Prototype .....	66
Gambar 4. 50 Gambar Pengujian Kontrol <i>Fan Prototype</i> .....	66
Gambar 4. 51 Gambar Pengujian Prototype .....	66
Gambar 4. 52 Gambar Pengujian Fan dan Valve.....	66
Gambar 4. 53 Gambar Pengujian Keseluruhan Sistem Prototype Proyek Akhir..	67
Gambar 4. 54 Gambar Pengujian Kontrol Valve Pada <i>Prototype</i> .....	79
Gambar 4. 55 Gambar Pengujian Kontrol Valve Pada <i>Prototype</i> .....	79

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	77
Lampiran 2 Program Keseluruhan .....	79



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Kelapa sawit termasuk komoditas non-migas andalan Indonesia, telah berkembang pesat selama pembangunan jangka panjang, penambahan tanaman kelapa sawit akan menambah jumlah industri pengolahannya. Hal ini berdampak negatif bagi lingkungan sebagai akibat dari limbah pabrik kelapa sawit yang dihasilkan. Limbah pabrik pengolahan kelapa sawit terdiri dari limbah cair, padat, dan gas. Penanganan limbah pabrik dimaksudkan untuk mengolah limbah pabrik sehingga dapat di manfaatkan kembali.

Melihat banyaknya limbah cair kelapa sawit dari pabrik kelapa sawit maka salah satu pabrik kelapa sawit yang ada di Bangka Belitung mengolah hasil limbah cair kelapa sawit menjadi biogas. Pada PT BANGKA BIOGAS SYNERGY (BBS), mengelola limbah cair kelapa sawit menggunakan sistem perombakan *an-aerob* atau menggunakan bakteri *anaerob*, limbah cair (POME) yang sudah melalui proses *an-naerob* kemudian akan di tampung dalam *feeding pit* (tempat penampungan). Kemudian di salurkan ke *cooling tower* untuk menurunkan suhu dari *feeding pit*. Kemudian POME dari *cooling tower* akan di teruskan ke *distribution box*, pada *distribution box* ini terjadilah proses *digester* dimana proses meminimalisir minyak serta pengontrolan suhu dan PH dari POME tersebut. Pada *distribution Box* ini terjadilah kegiatan *Monitoring* PH dan suhu dari limbah cair kelapa sawit, untuk nilai PH *standart operation*  $> 5$  , untuk nilai *operation range* dari PH adalah sebesar (5 - 6,5 ), Sedangkan untuk Suhu nilai *standard operation*  $38^{\circ}C$  untuk nilai *operation range* (37 –  $40^{\circ}C$ ). Namun kegiatan tersebut masih dalam proses manual, serta pengontrolan suhu dan PH juga masih menggunakan tenaga operator. Hal ini kurang efektif dilakukan karena terkendala waktu dan keadaan, serta pengukuran nilai PH dan Suhu juga kurang stabil dan tidak selalu terjadwal.

Berdasarkan latar belakang di atas proyek akhir ini dibuat untuk merancang alat atau *prototype* sistem *distribution box* dengan metode otomatis, dimana *Monitoring* dan pengontrolan dapat di lakukan dengan *android*, sistem pengukuran

suhu dan PH tidak lagi menggunakan *operator* namun sensor akan otomatis mengukur berdasarkan waktu yang sudah ditentukan, ketika PH dan suhu yang terukur tidak sesuai dengan standar maka dengan otomatis akan melakukan pengontrolan, ketika nilai PH kurang dari standar yang diinginkan maka sistem akan otomatis melakukan pencampuran limbah hingga mendapatkan nilai PH yang diinginkan, dan ketika suhu yang dihasilkan melebihi standar yang diinginkan maka akan mengaktifkan *fan* sebagai *exhaust*. Sistem ini juga dapat di *monitoring* dan dikontrol melalui aplikasi *android*, sehingga *operator* tidak perlu lagi ke lapangan. Dengan adanya pembuatan alat ini diharapkan dapat meminimalisir pekerjaan *operator* serta proses pengontrolan dan *monitoring* dapat terkontrol dan menghasilkan POME dengan suhu dan PH yang baik.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat pada proyek akhir ini meliputi:

1. Bagaimana membuat alat yang dapat mengontrol dan *me-monitoring* limbah cair kelapa sawit berbasis *IoT*?
2. Bagaimana desain alat kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit berbasis *IoT*?
3. Bagaimana mengontrol PH dan suhu secara otomatis?
4. Bagaimana *me-monitoring* PH dan suhu secara otomatis?

## 1.3. Batasan Masalah

Untuk memperjelas arah dari pembahasan proyek akhir ini, maka diberikan batasan masalah yang meliputi :

1. Batasan nilai PH normal yang diinginkan adalah  $PH \geq 5$  , range nilai PH (5 - 7) .
2. Batasan nilai suhu  $39^{\circ}C$  untuk *range* nilai suhu  $37^{\circ}C - 40^{\circ}C$ .
3. *Prototype* ini dibuat dengan ukuran  $56\text{ cm} \times 47\text{ cm} \times 120\text{ cm}$
4. *Prototype* yang dibuat ini, tidak menggunakan sistem sirkulasi.

#### **1.4. Tujuan Proyek Akhir**

Adapun tujuan pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat membuat alat yang dapat mengontrol dan *me-monitoring* PH dan suhu limbah cair kelapa sawit berbasis *IoT*.
2. Dapat memonitor PH dan suhu limbah cair kelapa sawit secara otomatis.
3. Dapat mengontrol PH dan suhu limbah cair kelapa sawit dengan cara mengaktifkan alat yang digunakan untuk mengembalikan PH dan suhu menjadi normal, untuk alat yang akan diaktifkan yaitu *solenoid valve* tabung penampungan limbah dan *exhaust*. Yang dapat dikontrol secara otomatis.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Kelapa Sawit**

Kelapa sawit adalah tumbuhan *monokotil* (berbiji tunggal) yang dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah. Tumbuhan kelapa sawit memiliki spesifikasi, tanaman kelapa sawit merupakan tumbuhan sejenis palma, buah kelapa sawit tersusun dalam sebuah tandan yang disebut dengan tandan buah segar, dalam satu tandan dewasa beratnya berkisar 15-30 kg yang tersusun dari 600-2000 buah dan dengan berat perbuah 15-30 gram, buah kelapa sawit diambil minyaknya dengan hasil dari sabut (daging buah), yang dapat menghasilkan 20-24% sedangkan inti sawit menghasilkan minyak sawit 3-4 % . [1]



Gambar 2. 1 Kelapa Sawit

#### **2.2. Limbah Cair Kelapa Sawit**

Industri kelapa sawit di Indonesia saat ini semakin berkembang pesat karena Indonesia adalah produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Luas area perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2017 mencapai 12,3 juta hektar dengan produksi sebesar 35,36 juta ton minyak sawit . Dalam prosesnya, industri kelapa sawit menghasilkan beberapa jenis limbah , yang berupa limbah padat dan cair. Limbah padat kelapa sawit berupa cangkang biasanya digunakan sebagai pupuk dan di produksi sebagai olahan lainnya, sedangkan untuk Limbah cair industri kelapa sawit yang paling utama adalah Palm Oil Mill Effluent (POME).[1]

Sekitar 0,7 – 0,8 m<sup>3</sup> limbah cair kelapa sawit (POME) akan dihasilkan dari setiap satu ton tandan buah segar kelapa sawit. Pada umumnya, limbah cair kelapa sawit (POME) yang dihasilkan dari proses pengolahan mempunyai suhu tinggi yaitu berkisar antara 70-800 °C dengan tingkat keasaman (PH) sekitar 4,56 – 4,98, Total *Suspended Solid* (TSS) 0,23 – 5,44 g/L dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) berkisar antara 57.000- 60.400 mg/ L. Limbah cair kelapa sawit sangat berbahaya jika langsung dibuang di saluran pembuangan sebelum diolah terlebih dahulu, karena dapat mengkontaminasi rantai makanan di perairan tempat pembuangan limbah. Oleh karena itu, pengolahan terbaik untuk pembuangan limbah cair kelapa sawit yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi adalah dengan pengolahan secara *Anaerobik*. [2]



Gambar 2. 2 Limbah Cair Kelapa Sawit

### 2.3. Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari *fermentasi* bahan-bahan organik oleh bakteri-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 *biodigester* terdiri dari 27%– 35% *karbondioksida* (*CO<sub>2</sub>*), 54% –

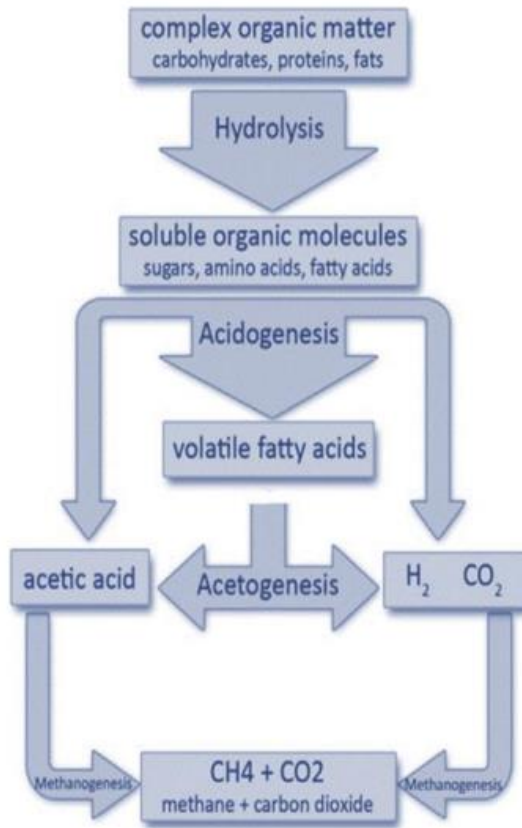
70% metana ( $CH_4$ ), nitrogen ( $N_2$ ), hidrogen ( $H_2$ ), 0,1% karbon monoksida ( $CO$ ), hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), dan 0,1% oksigen ( $O_2$ ). Pada proses bakteri *anaerob* untuk menghasilkan biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain yaitu *temperatur*, PH, bahan organik, starter dan pengadukan.[1]



Gambar 2. 3 Biogas

#### **2.4. Fermentasi ANAEROB**

Proses *degradasi anaerobik* merupakan suatu proses *fermentasi* bahan organik oleh kegiatan bakteri *anaerob* pada sesuatu keadaan tanpa oksigen bebas serta merubahnya dari wujud ter-suspensi jadi terlarut serta biogas. Proses *anaerobik* ialah salah satu teknologi yang sangat hemat tenaga serta ramah untuk penciptaan bioenergi. Pengolahan limbah secara *anaerobik* adalah proses *biokimia* yang menghasilkan biogas dengan cara mengubah bahan organik kompleks menjadi sumber energi yang terbarukan. Pengolahan anaerob ini akan menguraikan senyawa organik di air limbah menjadi asam lemak rendah, asam asetat, hidrogen dan lain-lain melalui asam lemak tinggi, asam amino dll, dengan cara hidrolisis, fermentasi menggunakan bakteri anaerob fakultatif( kuman metabolisme yang tahan hidup cuma di keadaan anaerob), serta setelah itu diuraikan secara reduksi (proses penciptaan gas) menjadi  $CO_2$ ,  $CH_4$ , amonia serta  $H_2S$ . Pada umumnya proses produksi asam dan gas dilakukan di dalam bak yang sama karena proses tersebut mudah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan atau senyawa penghambat dari bakteri anaerob fakultatif , dan untuk menjaga keseimbangan kedua proses produksi gas [1].

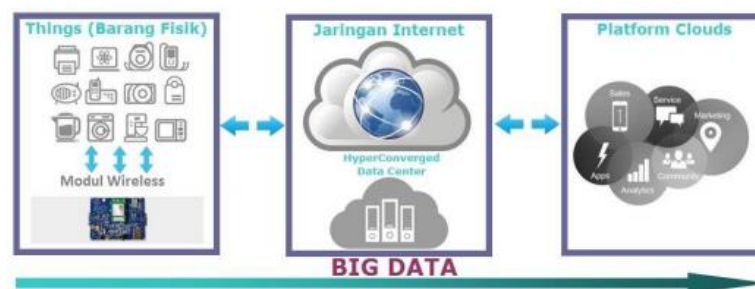


Gambar 2. 4 Skema Fermentasi *Anaerobik*

Sederhananya Stronach et al, menjelaskan bahwa proses degradasi *anaerobic* dimulai dari biomasa, selulosa, hemi selulosa, karbohidrat, protein, dan asam lemak secara lambat diubah menjadi bentuk glukosa, asam amino, gliserin, serta asam lemak oleh bakteri hidrolitik, berikutnya hasil proses hidrolisis diganti dengan lambat oleh *bakteri asidogenik* jadi  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$ , asam formiat, asam asetat, asam laktat, asam butir, asam propionate, serta ethanol, berikutnya secara lambat bakteri mengganti wujud asetogenik asam butir, asam propionate, serta ethanol jadi  $H_2$ ,  $CO_2$ , serta asam asetat, dan proses terakhir merupakan pergantian wujud  $H_2$ ,  $CO_2$ , serta asam asetat oleh kuman metanogenik yang berjalan secara lambat menjadi *biogas*,  $CH_4$ , serta  $CO_2$  [2].

## 2.5. IoT (Internet of Things)

*Internet of Things* merupakan sistem yang dimana dapat mengontrol semua perangkat elektronik melalui internet dengan jaringan wifi. Seluruh barang elektronik yang modul elektriknya yang pengendaliannya terhubung dengan internet disebut sebagai konsep IoT. Artinya seluruh barang yang dapat dikendalikan atau di *monitoring* dari jarak jauh melalui internet.



Gambar 2. 5 Skema Sistem IoT

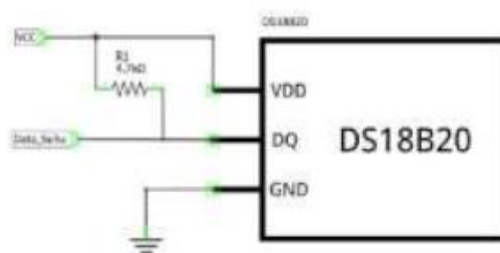
*Internet of Things* (IoT) memanfaatkan sebuah pemrograman melalui modul yang akan menghubungkan sebuah alat ke internet. Seluruh barang-barang yang akan disambungkan dengan internet, akan disimpan semua data-datanya, kemudian data tersebut akan di kirimkan atau disimpan melalui modul yang dapat digunakan untuk system IoT, Yang kemudian akan dikirm ke aplikasi atau jaringan internet sehingga dapat digunakan dalam kondisi apapun, selama adanya jaringan internet yang terhubung [3].

## 2.6. 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  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$  dengan ketelitian  $(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ . [4] Daya yang diperoleh sensor suhu DS18B20 dapat berasal dari dua



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][6].



Gambar 2. 6 Skema Sensor Suhu DS18B20

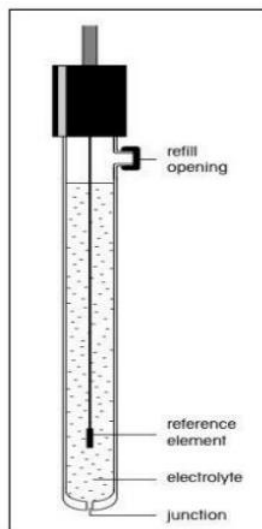


Gambar 2. 7 Sensor Suhu DS18B20

## 2.7. Sensor PH 4502C

Pada dasarnya sensor adalah sebuah perangkat yang dapat mengubah tampilan fisik menjadi besaran listrik sehingga hasilnya dapat diolah dengan rangkaian listrik atau dapat diproses pada sistem digital. Sensor PH meter termasuk dalam jenis sensor kimia, dimana keluaran nilai yang ditampilkan berasal dari reaksi kimia yang terdeteksi kemudian diubah menjadi besaran tegangan listrik [7]. Prinsip kerja sensor ini adalah semakin banyak elektron yang terdeteksi pada sampel maka cairan

tersebut akan bersifat asam dan apabila semakin sedikit elektron yang terdeteksi maka cairan tersebut akan bersifat basa. Apabila nilai PH yang ditampilkan 7 maka larutan tersebut bersifat basa. Sensor PH biasanya disebut juga sebagai elektroda gelas yang memiliki sensitifitas pada ujungnya sehingga nilai PH yang ditampilkan berasal dari elektroda khusus yang terhubung ke rangkaian elektronik dapat mengukur dan menampilkan pembacaan PH melalui sinyal tegangan berdasarkan reaksinya [8].



Gambar 2. 8 Bagian-bagian dari Elektroda

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan sensor PH berjenis Elektroda E201 PH Sensor dan modul PH bertipe DIY More PH-4502C.

### 2.7.1 Elektroda E-201 PH Sensor

Merupakan elektroda yang digunakan untuk mengukur derajat keasaman cairan. Yang dimana memiliki spesifikasi[4] :

- 1) Rentang Pengukuran : 0,00 - 14,00 PH
- 2) Persentase Akurasi : 98,5%
- 3) Respon Waktu : Kurang dari 1 menit
- 4) Suhu Operasional : 0-60°C
- 5) Konektor : Port BNC
- 6) Panjang Kabel : 0.8 m



Gambar 2. 9 Elektroda E-201 PH

### 2.7.2. PH Modul DIY More PH-4502C

Merupakan modul sensor *PH* yang digunakan dalam penelitian ini. Modul PH-4502C memiliki spesifikasi [4]:

- 1) Tegangan : 5 0.2 (AC DC)
- 2) Konsentrasi yang dapat terdeteksi : PH 0 – 14
- 3) Deteksi Suhu :0 – 80
- 4) Waktu Respon : 5 detik
- 5) Waktu Penyelesaian : 60 detik
- 6) Power : 0.5 W
- 7) Output : Pin Analog
- 8) Ukuran Modul : 42 mm x 32 mm x20 m



Gambar 2. 10 Modul PH-4502C

Terdapat 6 buah pin pada modul PH-4502C ini, yaitu :

- 1) To : Sebagai Temperatur Output
- 2) Do : Sebagai 3.3 Output (batasan limit)
- 3) Po : Sebagai PH Analog
- 4) G : Sebagai Gnd untuk sensor PH
- 5) G : Sebagai Gnd untuk board Arduino
- 6) VCC : Sebagai 5V DC

## 2.8. Sensor *Water Flow*

Flow meter adalah alat yang mengukur jumlah atau laju aliran fluida dalam pipa atau sambungan terbuka. Sensor ini memiliki delapan perangkat primer, yang terbagi menjadi perangkat primer dan sekunder (bantuan sekunder). Alat utama menghasilkan suatu signal yang merespons terhadap aliran karena laju aliran tersebut berubah . Sebagai hasil dari pengukuran laju aliran, alat bantu sekunder menerima sinyal dari perangkat utama dan menampilkan, merekam, dan atau mentransmisikannya [5].



Gambar 2. 11 Gambar *Water Flow Sensor*

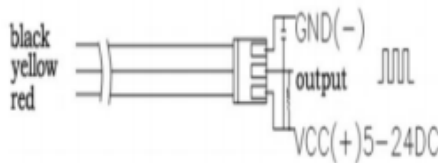
Spesifikasi dari sensor *water flow* G adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Tabel Spesifikasi *Water Flow Sensor*

No	Spesifikasi	Keterangan
----	-------------	------------

1.	Tegangan Operasional	5VDC-24VDC
2.	Minimal arus operasiona l	15Ma
3.	<i>Flow Rate</i>	1-30 L/min
4.	Load Capacity	10 mA (DC5V)
5.	Suhu Operasional Maks	180 derajat
6.	Suhu Air Maks	120 derajat
7.	Kelembaban	35%-90% RH
8.	Tekanan Air Maks	2.0 Mpa
9.	Operasi tekanan bawah	1,75 Mpa
10.	<i>Precision</i>	3%

Berikut adalah wiring dari *Water Flow Sensor*



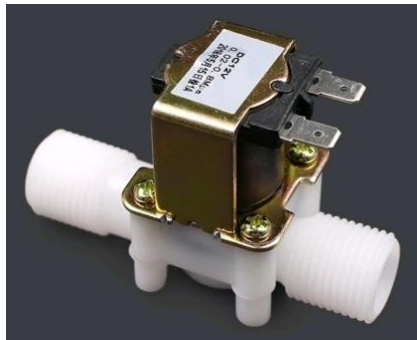
Gambar 2. 12 Wiring *Water Flow Sensor*

Prinsip kerja *Water flow sensor* adalah ketika air mengalir melewati katup maka rotor air akan berputar dengan kecepatan yang berbeda-beda, sesuai dengan tingkat laju lairan tersebut Pada rotor terdapat medan magnet yang memberikan efek terhadap sensor *hall effect* sehingga menghasilkan sinyal pulsa berupa tegangan (*Pulse Width Modulator*). Keluaran berupa pulsa tegangan tersebut memiliki tingkat tegangan yang sama dengan masukan frekuensi kecepatan aliran air. Sinyal tersebut kemudian diproses di mikrokontroler menjadi data digital. Dengan memanfaatkan sensor *hall effect*. Pergerakan *water flow sensor* di dasarkan dengan efek medan *magnetic* terhadap partikel- partikel bermuatan yang bergerak. Ketika arus listrik di aliri pada *hall effect* dalam medan magnet yang tegak lurus terhadap arus listrik, pergerakan muatan berubah ke satu sisi, menghasilkan medan listrik. Medan listrik kemudian membesar hingga gaya *Lorentz* yang bekerja pada partikel menjadi nol. Keluaran sensor ini berupa sinyal kotak yang menghasilkan

pulsa frekuensi untuk menentukan debit air yang dihasilkan oleh *Water Flow Sensor* [5].

## 2.9. Solenoid Valve

*Solenoid valve* adalah salah satu katup / kran yang di rancang menggunakan solenoid sebagai kontrol dari katup tersebut. Katup ini akan aktif jika diberikan tegangan minimal 12 volt dengan arus 1,2 ampere untuk setiap katupnya. Katup ini hanya bekerja On dan Off saja, karena pada dasarnya solenoid bekerja pada dua kondisi yaitu On dan Off. Solenoid valve terdapat dua type yaitu AC dan DC, Untuk AC bekerja pada tegangan 220 VAC , Sedangkan DC bekerja pada tegangan 12 V.[3][6]



Gambar 2. 13 Solenoid Valve

Berikut ini adalah Tabel Spesifikasi Solenoid Valve.

Tabel 2. 2 Tabel Spesifikasi Solenoid Valve

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Pressure</i>	Medium
2.	Material	Plastik
3.	Temperatur media	Normal
4.	Ukuran	½ inch
5.	Aplikasi	General
6.	<i>Working pressure</i>	0~0.8 Mpa
7.	<i>Max water pressure</i>	over 2.5 Mpa

8.	Jenis koneksi	½ inch male thread inlet-outlet
9.	<i>Input power</i>	4.8 W (24 VDC 190mA)
10.	Tegangan kerja	12 VDC
11.	Arus Maksimum	450 Ma
12.	Mode Operasi	<i>Normally closed</i>
13.	<i>Valve responsse time</i>	Cepat
14.	<i>Inlet/Outlet ports</i>	G1/2

---

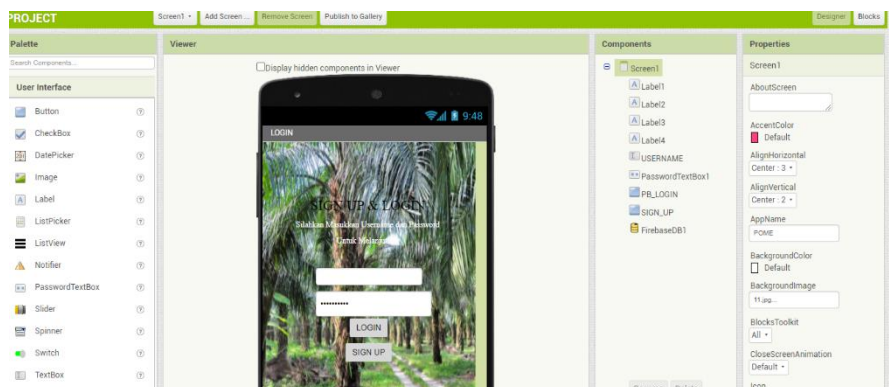
## 2.10. Firebase

*Firebase* adalah BaaS (Backend as a Service) yang saat ini dimiliki oleh Google. *Firebase* merupakan solusi yang ditawarkan oleh google untuk mempermudah pekerjaan *apps developer*, sehingga dengan adanya *firebase*, *apps developer* dapat mengembangkan aplikasi tanpa memberikan *effort* yang besar untuk *backend*. Dalam *firebase* ini terdapat beberapa fitur, namun ada 2 fitur menarik yang banyak digunakan yaitu fitur *firebase remote config* dan *firebase real time database*. Secara sederhana *remote config* adalah fitur yang memungkinkan *developer* untuk mengganti atau mengubah konfigurasi aplikasi android tanpa harus memberikan *update* aplikasi via *playstore*. Sedangkan *firebase real time database* adalah fitur yang memberikan *NoSQL database* yang bisa diakses secara *Real Time* oleh pengguna aplikasi, dan hebatnya adalah aplikasi bisa menyimpan data secara local ketika tidak terdapat akses internet. [3]

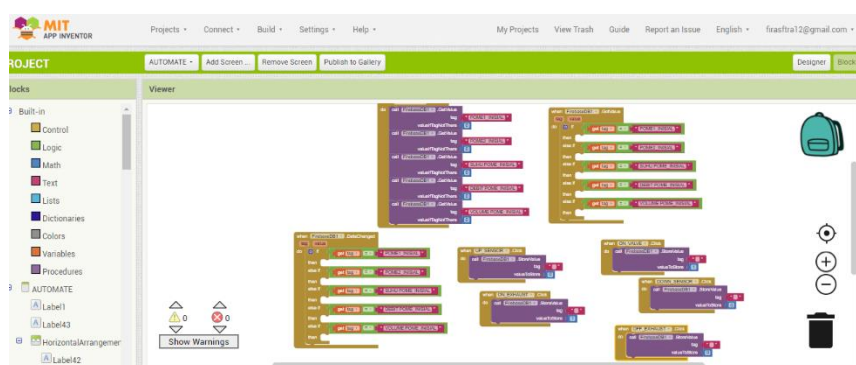
## 2.11. Mit APP Inventor

*Mit App Inventor* adalah sebuah perangkat *mobile* yang sangat populer karena terdapat berbagai aplikasi yang dapat digunakan. *Mit App Inventor* adalah sebuah bahasa pemrograman berbasis blok *visual*. *Mit App Inventor* sangat memungkinkan *non programmers* untuk membuat sebuah aplikasi *mobile* untuk perangkat yang menjalankan suatu sistem operasi android dan mampu mengembangkan semua

jenis aplikasi, tidak hanya animasi. Aplikasi ini memiliki dua jendela utama yaitu *Designer* Komponen untuk membuat tampilan kepada pengguna aplikasi dan Editor Blok untuk menentukan jalannya fungsi aplikasi. *Mit App Inventor* memungkinkan penggunanya untuk dapat fokus pada aspek-aspek yang menarik dari pemecahan masalah desain pemrograman dan dapat mengembangkan aplikasi dengan mudah, untuk di sambungkan dengan perangkat yang akan di olah atau akan di gunakan, *Mit App Inventor* akan di sambungkan dengan *firebase* untuk mendapatkan data dari suatu system atau proses yang akan dilakukan. Berikut adalah tampilan *Mit App Inventor* yang akan digunakan. [7]



Gambar 2. 14 Perancangan Komponen Aplikasi



Gambar 2. 15 Blok Program Editor

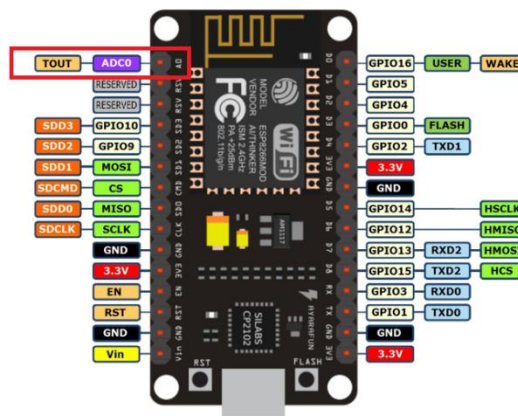
## 2.12. NodeMCU

NodeMCU adalah papan elektronik berbasis chip ESP8266 yang dapat melakukan fungsi mikrokontroler sekaligus terhubung ke internet (WiFi). Ada



beberapa pin I/O pada NodeMCU, yang memungkinkannya untuk dikembangkan menjadi aplikasi *Monitoring* dan controlling untuk proyek IOT. compiler Arduino dan Arduino IDE dapat digunakan untuk memprogram NodeMCU ESP8266. Bentuk fisik NodeMCU ESP8266 dilengkapi dengan port USB (mini USB) untuk memudahkan pemrograman.

Modul ini juga merupakan sebuah SOC (System On Chip ), yang tidak memerlukan microcontroller yang digunakan untuk mengelola input ataupun output seperti yang biasa kita lakukan dengan arduino.[7]



Gambar 2. 16 Skema NodeMcu ESP8266

NodeMCU modul ini dilengkapi dengan fitur *wifi* dan *firmware* yang bersifat *open-source*. NodeMCU mempunyai spesifikasi berupa board berbasis ESP8266 Serial *WiFi Single on Chips (SoC)* dengan *onboard USB to TTL*. *UIEEE 802.11b/g/n* adalah standar nirkabel yang digunakan. NodeMCU memiliki port *micro USB* untuk pemrograman dan *power supply*, serta tombol *reset* dan *flash*. Untuk spesifikasi NodeMCU dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

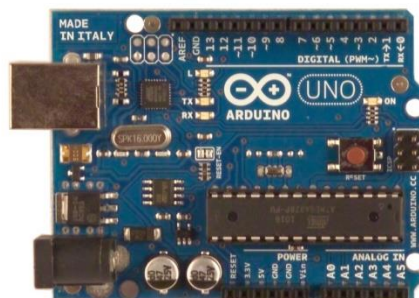
Tabel 2. 3 Spesifikasi NodeMCU

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Mikrokontroler	ESP8266
2.	Tegangan <i>input</i> yang disarankan	3.3V - 12V

3.	GPIO	13 Pin
4.	Kanal PWM	10 Kanal
5.	10 bit ADC Pin	1 Pin
6.	Memori Flash	4 Mb
7.	WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
8.	Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 GHz
9.	Clock Speed	40/26/24 MHz
10.	USB to Serial Converter	CH340G
11.	Panjang	57 mm
12.	Lebar	30 mm
13.	USB Port	Micro USB

### 2.13. Arduino UNO

Arduino Uno adalah sirkuit yang dibangun di sekitar mikrokontroler ATmega328. Arduino memiliki kelebihan seperti tidak memerlukan perangkat chip program karena sudah memiliki bootloader yang digunakan untuk mengupload program dari komputer. Karena arduino sudah memiliki port komunikasi USB, pengguna laptop yang kurang support port serial/RS323 dapat menggunakannya. Gambar *Hardware* Arduino UNO ditunjukkan pada gambar 2.17.[8]



Gambar 2. 17 Arduino UNO

Sedangkan dari segi bahasa pemrograman, Arduino Uno relatif mudah digunakan karena *Software* Arduino memiliki koleksi library yang cukup lengkap, dan Arduino sudah memiliki modul (shield) siap pakai yang dapat ditancapkan ke

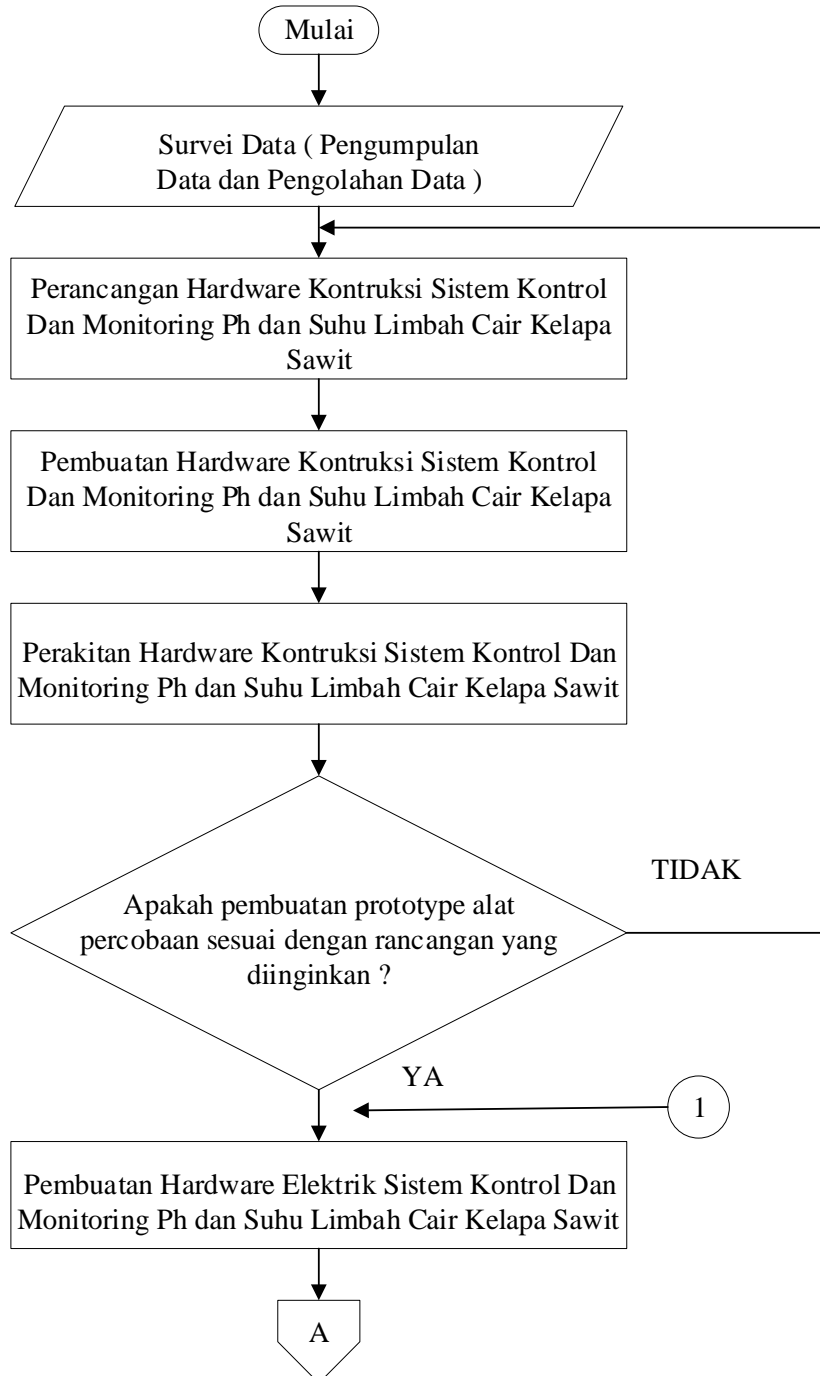
board Arduino. Misalnya shield GPS, Ethernet, SD Card, dll. Berikut adalah Spesifikasi dari Arduino UNO dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut ini.

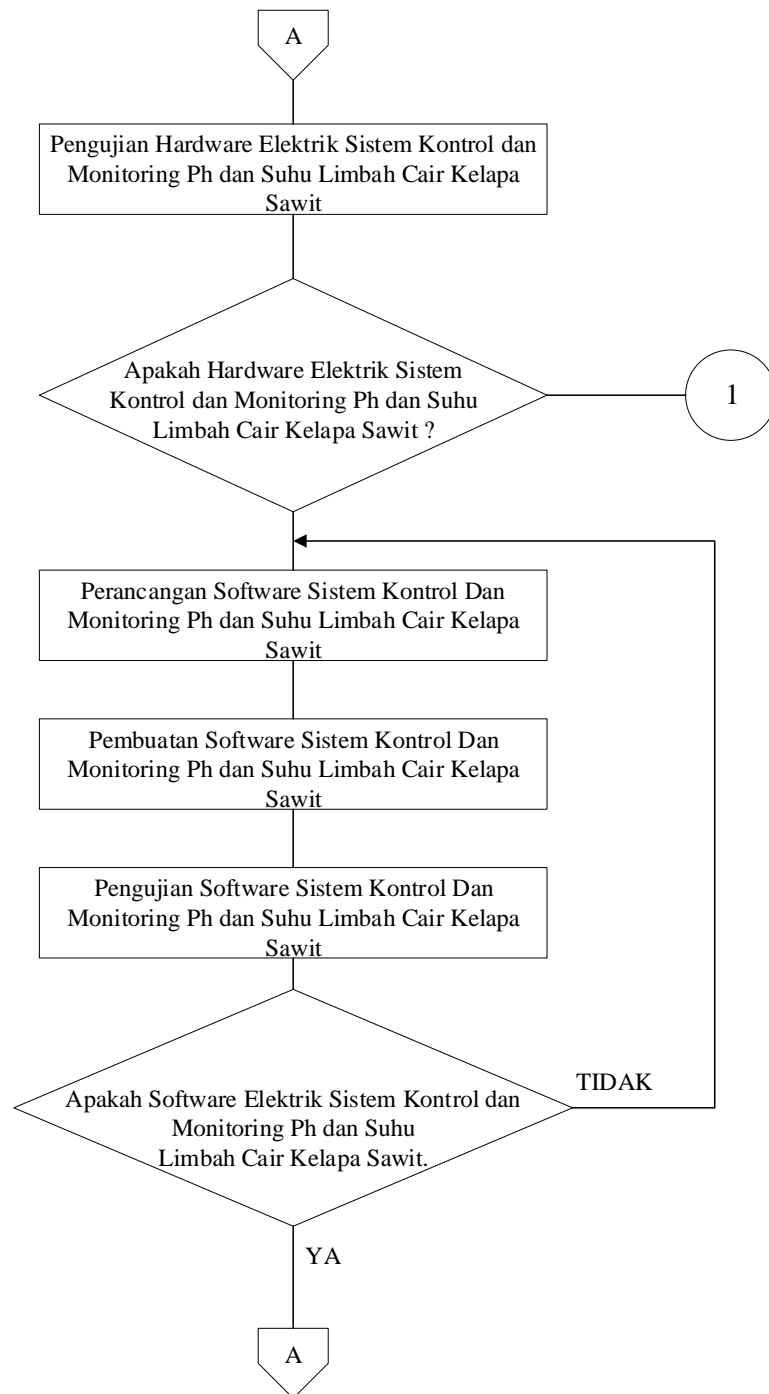
Tabel 2. 4 Spesifikasi Arduino UNO

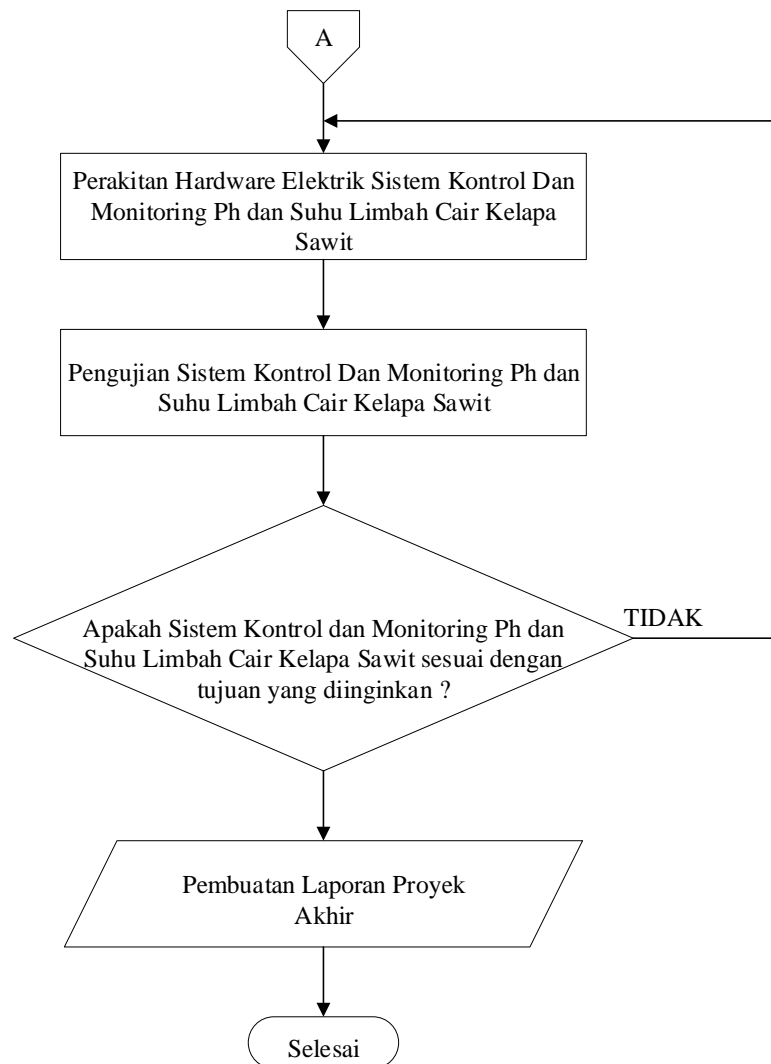
No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Mikrokontroler	ATmega328
2.	Tegangan Operasi	5V
3.	Batas tegangan <i>input</i>	6-20V
4.	Jumlah pin I/O digital	14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
5.	Jumlah pin <i>input</i> analog	6
6.	Jumlah pin I/O PWM	6
7.	Arus DC tiap pin I/O	20 Ma
8.	Arus DC untuk pin 3.3V	50 Ma
9.	Memori <i>Flash</i>	32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
10.	SRAM	2 KB (ATmega328)
11.	EEPROM	1 KB (ATmega328)
12.	<i>Clock Speed</i>	16 MHz
13.	LED_BUILTIN	13
14.	Panjang	68.6mm
15.	Lebar	53.4mm

### BAB III METODE PELAKSANAAN

Dalam pelaksanaan proyek akhir ini, dilakukan tahapan proyek akhir yang bertujuan untuk mempermudah dalam proses pembuatan proyek akhir.







Gambar 3. 1 *Flowchart* tahapan pembuatan *Prototype* Sistem Kontrol dan *Monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT

### **3.1. Survei dan Pengumpulan Data dan Pengolahan Data**

Survei data atau pengumpulan data, merupakan proses pengumpulan data-data dari berbagai sumber. Yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan proyek akhir ataupun penyusunan makalah proyek akhir.

Pada tahap ini meliputi beberapa aspek dalam pengumpulan data secara langsung yaitu (data primer) dan pengumpulan data secara tidak langsung (data sekunder). Pengumpulan data secara langsung (data primer), data yang diperoleh dari hasil konsultasi dengan dosen pembimbing dan survei data lapangan. Sedangkan pengumpulan data secara tidak langsung (data sekunder). Yaitu data yang didapatkan dari referensi-referensi buku dan jurnal yang masih berkaitan dengan proyek akhir

Setelah data – data yang dibutuhkan terkumpul maka selanjutnya mengolah data tersebut. Data-data yang telah diperoleh akan dipilih untuk menjadi referensi dan acuan dalam pembuatan proyek akhir.

### **3.2. Tahap Perencanaan Alat**

#### **3.2.1. Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan *Monitoring* PH dan Suhu Limbah cair Kelapa Sawit**

Perancang prototype sistem kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit pada proyek akhir ini dibuat dengan menggunakan *Software* Solid Work yang meliputi wadah limbah, kerangka *prototype*, serta dudukan pergerakan sensor otomatis yang digunakan dalam proyek akhir, serta penentuan dimensi/ukuran material yang akan digunakan.

#### **3.2.2. Pembuatan *Prototype* Sistem Kontrol dan *Monitoring* PH dan Suhu Limbah cair Kelapa Sawit**

Pembuatan *prototype* sistem kontrol dan *montoring* limbah cair kelapa sawit ini dilakukan di luar area Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dengan membuat konstruksi *prototype* sistem kontrol dan monitoring limbah cair kelapa sawit wadah limbah cair. Dimulai dengan pembuatan kerangka kontruksi dari *prototype*, wadah limbah cair, saluran limbah cair, media pencampuran limbah,

pembuatan dudukan pergerakan sensor otomatis, sera panel rangkaian sensor dan mikrokontroler yang akan digunakan dan serta box tampilan LCD 16 x 2 I2C yang akan digunakan.

### **3.2.3. Perakitan *Prototype* Sistem Kontrol dan *Monitoring* PH dan Suhu Limbah cair Kelapa Sawit**

Perakitan *prototype* konstruksi kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit dilakukan dengan cara merakit setiap bagian dari *prototype*, mulai dari pemasangan kerangka baja ringan pada *prototype*, perakitan bagian wadah, pemasangan pipa saluran limbah, kemudian pemasangan motor otomatis untuk pergerakan dari sensor.

### **3.2.4. Perancangan *Hardware Elektrik* Kontrol dan *Monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.**

Proses pembuatan *hardware* elektrik sistem kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit berbasis IoT. Menggunakan beberapa komponen elektrik seperti Arduino Uno, sensor PH, sensor suhu, *NodeMCU*, *fan*, *motor servo*, *resistor* dan beberapa komponen elektrik lainnya. Pembuatan hardware elektrik kontrol dan monitoring menggunakan *software Fritzing*.

### **3.2.5. Pembuatan *Hardware* Elektrik Kontrol Monitring Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.**

Proses pembuatan *hardware* elektrik sistem kontrol *monitoring* limbah cair kelapa sawit dilakukan di luar area Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dengan membeli komponen-komponen yang dibutuhkan, dan merakit komponen-komponen sesuai dengan rancangan hardware elektrik yang sudah dirancang.

### **3.2.6. Perancangan *Software* Kontrol *Monitoring* PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.**

Perancangan *software* ini dilakukan dengan membuat rancangan berupa program kontrol dan monitoring alat proyek akhir berupa output tampilan, serta kontrol dari *fan* sebagai *exhaust* dan kontrol *valve*, sebagai pencampuran dari



limbah cair kelapa sawit. Pembuatan software tampilan aplikasi pada *smartphone* untuk *me-monitoring* dan *me-ngontrol* sistem yang telah di buat dengan menggunakan aplikasi *Mit App Inventor*. Perancangan *software* meliputi rancangan tampilan *log in* dan *sign up*, *monitoring* suhu, ph, debit dan volume aliran limbah.serta tampilan kontrol manual untuk pengontrolan fan dan valve serta pengontrolan sensor.

### **3.2.7. Pembuatan Software Kontrol Monitoring PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.**

Pembuatan *software* yang akan dilakukan meliputi :

1. Pembuatan pemrograman pada Arduino UNO sebagai kontrol.
2. Pembuatan pemrograman tampilan *Monitoring* pada *smartphone*.

Menggunakan aplikasi *Mit App Inventor*.

### **3.3. Pengujian Komponen Sistem Kontrol dan Monitoring PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.**

Pengujian komponen elektrik yang dilakukan untuk mengetahui komponen-komponen yang akan digunakan bekerja sesuai dengan fungsinya.

Berikut uji coba komponen-komponen elektrik:

1. Uji coba Arduino Uno.
2. Uji coba NodeMcu ESP8266.
3. Uji coba Sensor PH 4502C.
4. Uji coba Sensor Suhu DS18B20.
5. Uji coba Motor Micro Servo.

### **3.4. Pengujian Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring PH & Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil akhir dari *prototype* yang telah di buat, apakah telah bekerja sesuai dengan yang diinginkan atau belum.

1. Pengujian sensor PH dan sensor suhu dalam membaca nilai PH dan suhu limbah cair kelapa sawit.

2. Pengujian selenoid valve dalam pencampuran limbah cair kelapa sawit.
3. Pengujian pengontrol dan *Monitoring* nilai PH dan suhu.

### **3.5. Pembuatan Laporan Proyek Akhir**

Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam pembuatan proyek akhir yang bertujuan untuk merangkum keseluruhan detail mengenai alat yang dibuat, yang meliputi latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, landasan teori, metode pelaksanaan, pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan membahas mengenai proses serta pengujian alat yang dikembangkan dalam pembuatan proyek akhir dengan judul “Sistem Kontrol dan *Monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT”, yaitu sebagai berikut:

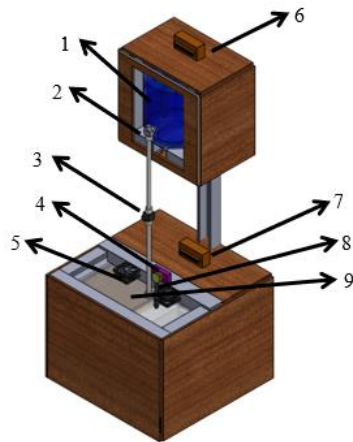
#### **4.1. Deskripsi Alat**

Sistem kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit berbasis IoT ini merupakan sistem kontrol dan *monitoring* PH dan suhu pada limbah cair kelapa sawit (POME). Sistem pengontrolan dan *monitoring* ini menggunakan Arduino UNO dalam mengolah data dan NodeMCU ESP8266 sebagai pengirim data yang akan di tampilkan pada aplikasi *smartphone*. Dalam pengontrolan dan *monitoring* dari alat ini menggunakan sensor PH dan sensor suhu sebagai pengukuran PH dan suhu. Sedangkan untuk kontrol dari sistem ini menggunakan valve kontrol dan fan sebagai *exhaust*

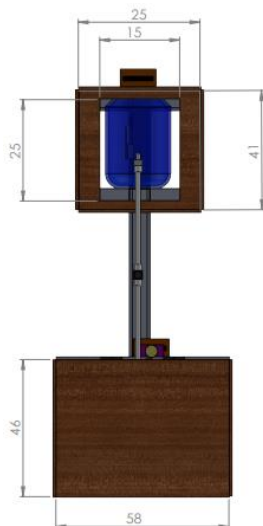
Sistem kontrol dan *Monitoring* ini dapat menampilkan nilai *PH* dan Suhu serta dapat menampilkan debit dan volume dari keluaran POME pada aplikasi *Smartphone*. Selain itu, system ini juga dapat mengontrol pencampuran POME serta mengaktifkan *Exhaust* jika suhu melebihi standar yang diinginkan.

#### **4.2. Perancangan *Prototype* Sistem Kontrol dan *Monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.**

Pada tahap perancangan *Prototype* sistem kontrol dan *Monitoring* PH dan Suhu limbah cair kelapa sawit berbasis IoT. Sistem alat ini dirancang sesuai dengan konsep yang sudah ditentukan. Rancangan *Prototype* ini dilakukan dengan *Software Solid Work*. Rancangan *Prototype* Sistem Kontrol dan *Monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT yang akan dibuat dapat ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Desain Prototype Sistem Kontrol dan *Monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT



(a). 1 Gambar Tampak Depan



(b). 1 Gambar Tampak Samping

Berikut adalah keterangan dari gambar :

Keterangan :

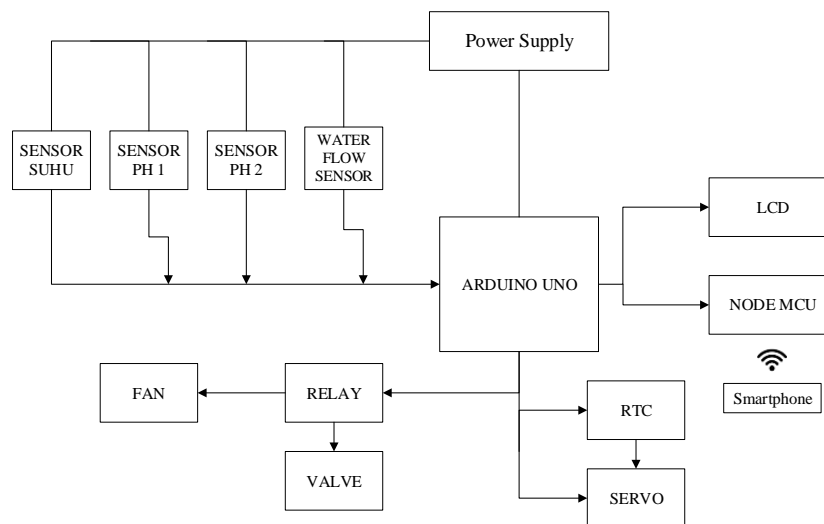
1. Sensor PH-4502C.
2. Selenoid Valve 12VDC.
3. Water Flow Sensor.
4. Motor Servo.
5. Kipas CPU 12VDC.
6. Modul Sensor PH2 + LCD 16x2 I2C.
7. Modul Sensor PH2 + LCD 16x2 I2C.
8. Sensor PH-4502C. + Sensor Suhu DS18B20.

9. Wadah penampungan limbah cair kelapa sawit.

Perancangan konstruksi *prototype* ini direncanakan dibuat dengan kerangka baja ringan dengan ketebalan 3,5 cm, lebar 7,5 cm dan dengan ketinggian yang sudah sesuai dengan pengukuran. Dan untuk penutup dari konstruksi ini dengan triplek dengan ketebalan 3mm dan dengan ukuran masing-masing bentuk yang sesuai dengan desain perencanaan alat.

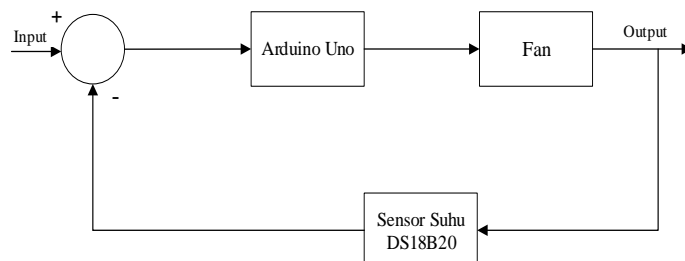
### 4.3. Diagram Blok

Diagram blok dari sistem kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit ditunjukkan pada gambar berikut.



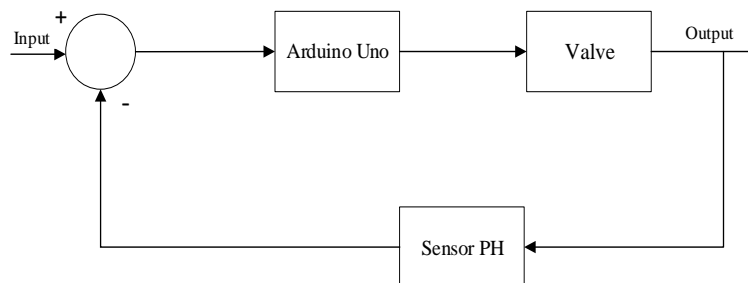
Gambar 4. 2 Diagram Blok Sistem Kontrol dan *Monitoring* PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT

Berikut ini adalah diagram blok sistem kontrol dan *monitoring* suhu limbah cair kelapa sawit berbasis IoT.



Gambar 4. 3 Diagram Blok Sistem Kontrol Suhu

Berikut ini adalah diagram blok sistem kontrol dan monitoring Ph limbah cair kelapa sawit.



Gambar 4. 4 Diagram Blok Sistem Kontrol Ph

#### 4.3.1 Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari blok kontrol dan *monitoring* diatas adalah semua komponen terhubung dengan *power supply* sehingga pada sistem ini hanya akan bekerja dengan adanya tegangan listrik. Komponen sensor yang terdiri dari Sensor Suhu DS18B20, Sensor PH 4530C, dan *Water Flow Sensor* akan membaca inputan berupa limbah cair kelapa sawit yang kemudian akan di olah di *microcontroller*, pada sistem ini menggunakan Arduino UNO, Arduino Uno akan mengolah data inputan sensor yang kemudian akan di tampilkan pada LCD dan di koneksikan dengan NodeMCU ESP8266 agar dapat terkoneksi dengan *smartphone*.

Kemudian sistem ini akan melakukan pengontrolan, Ketika limbah cair kelapa sawit tidak sesuai dengan standar yang diinginkan, maka Arduino UNO akan mengirimkan perintah untuk menjalankan sistem pengontrolan. Arduino UNO dihubungkan dengan *relay* yang akan digunakan untuk mengaktifkan *fan* dan *valve* dan *RTC* digunakan untuk mengaktifkan motor servo. Program dari *user* akan memerintahkan Arduino UNO untuk mengaktifkan sistem kontrol sesuai dengan perintah yang telah dibuat.

#### 4.4.Pembuatan *Prototype* Sistem Kontrol dan *Monitoring* PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT.

Pada tahap pembuatan kontruksi sistem kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit berbasis IoT, menggunakan baja ringan dengan ketebalan 3 cm, sebagai konstruksi kerangka wadah, dan menggunakan tempat/box untuk panel

sistem kontrol dan *monitoring* dengan ukuran 35 x 25 cm, dan untuk box sensor dan LCD 16 x 2 I2C menggunakan akrilik dengan ketebalan 2 mm dengan ukuran 15 x 8 cm dan 8 x 8 cm.



Gambar 4. 5 Konstruksi Kerangka Prototype



Gambar 4. 6 Prototype Proyek Akhir

Konstruksi kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit berbasis IoT dibuat sesuai dengan konsep rancangan desain yang sudah dibuat, ditutupi dengan

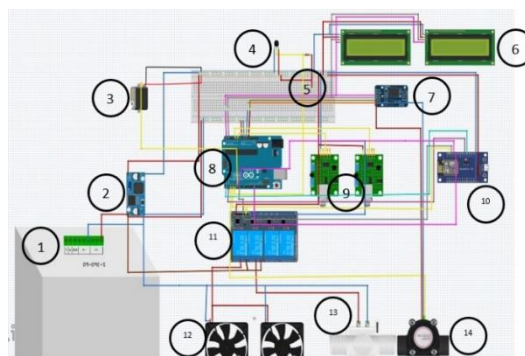
triplek dengan ketebalan 3mm, dengan ukuran keseluruhan 56 cm × 47 cm × 120 cm

#### 4.5. Perencanaan dalam *Hardware* Elektrik Sistem Kontrol dan *Monitoring* PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT

Pada tahap atau proses pembuatan *hardware* elektrik sistem kontrol dan *monitoring* ini dilakukan berdasarkan beberapa konsep yang telah dibuat, beberapa tahapan dalam perencanaan *hardware* ini hingga sampai di tahapan pengujian alat.

#### 4.6. Pembuatan *Hardware* Elektrik Sistem Kontrol dan *monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT

Perancangan *hardware* elektrik sistem kontrol dan *monitoring* PH dan suhu limbah cair kelapa sawit dilakukan dengan merancang peletakan komponen-komponen yang terdapat pada pengontrolan sistem. Komponen-komponen alat meliputi Arduino UNO, Sensor Suhu, Sensor *PH*, Relay dan LCD 16 x 2 I2C, NodeMCU ESP8266, RTC, Motor Listrik, Solenoid valve dan power supply. Perancangan blok *Hardware* elektrik ini dirancang dengan menggunakan *Software* *FRITZING*. Berikut gambar blok sistem kontrol dapat dilihat pada gambar.



Gambar 4. 7 Skematik Elektrik Sistem Kontrol dan *Monitoring*

Keterangan :

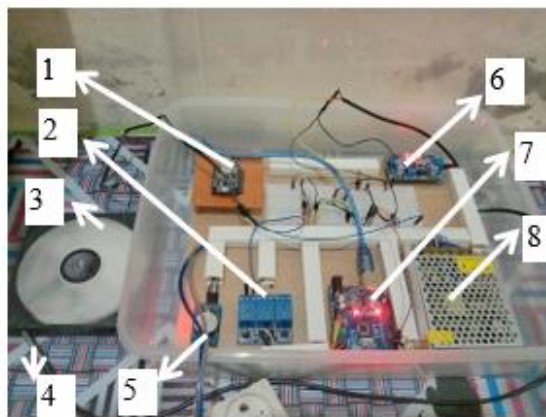
- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1. Power Supply 12VDC (5 A). | 5. Resistor 4k7 ohm.            |
| 2. LM2596 step down module.  | 6. LCD 16x2 I2C.                |
| 3. Motor Servo.              | 7. RTC (Real Time Clock) modul. |
| 4. Sensor suhu DS18B20.      | 8. Arduino Uno.                 |



- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| 9. Sensor PH-4502C.     | 12. Kipas CPU 12VDC.      |
| 10. NodeMCU ESP8266.    | 13. Selenoid Valve 12VDC. |
| 11. Modul Relay SRD 5V. | 14. Water Flow Sensor.    |

Dari rancangan *hardware* yang sudah di rancang pada *software fritzing* maka dibuatlah *hardware* seperti pada gambar berikut ini, yang di letakkan di panel box.

Berikut adalah penempatan *hardware* elektrik pada *prototype* sistem kontrol dan monitoring limbah cair kelapa sawit berbasis IoT.



Gambar 4. 8 *Hardware* Elektrik Proyek Akhir

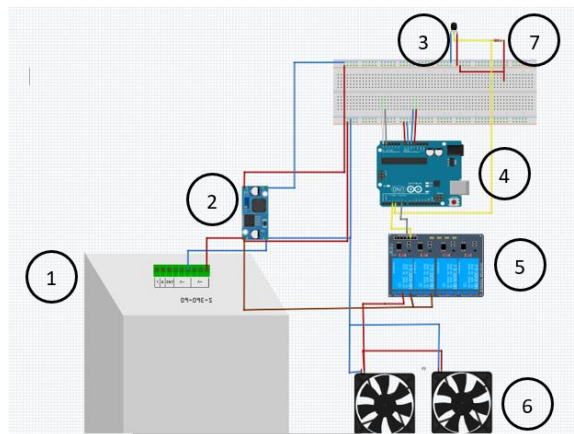
Keterangan:

1. NodeMCU ESP8266.
2. Modul Relay SRD 5V.
3. Kipas CPU 12VDC.
4. Sensor Suhu DS18B20.
5. RTC (Real Time Clock) modul.
6. LM2596 step down module.
7. Arduino Uno.
8. Power Supply 12VDC (5 A).

#### 4.6.1. Sensor Suhu DS1820

Pada proyek akhir ini menggunakan sensor Suhu DS18B20, Sebagai alat untuk mengukur suhu pada limbah cair kelapa sawit berbasis IoT. Sensor suhu dengan type ini dipilih karena memiliki spesifikasi yang bagus, dan dibutuhkan untuk

proyek akhir ini, sensor ini juga tahan terhadap air dan memiliki akurasi yang baik. Sensor suhu ini menggunakan pengontrolan dari Arduino Uno. Sensor suhu akan dihubungkan dengan modul sensor yang kemudian pin pada modul sensor akan dihubungkan ke Arduino UNO. Berikut adalah skematik sensor dan gambar sensor suhu DS18B20.



Gambar 4. 9 Skema Elektrik Sensor Suhu DS18B20

Keterangan:

1. Power supply 12VDC (5 A).
2. LM2596 step down module.
3. Sensor suhu DS18B20.
4. Arduino uno.
5. Modul relay (3 channel).
6. Fan CPU 12VDC.
7. Resistor 4k7 ohm.

#### 4.6.2. Pemasangan Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu DS18B20 dengan tegangan 3-5 V pemasangan sensor suhu ini dilakukan di luar area Polman Babel, posisi pemasangan sensor ini sesuai dengan konstruksi yang sudah di buat, diperhatikan dari aspek pengukuran dan limbah cair yang akan di ukur.

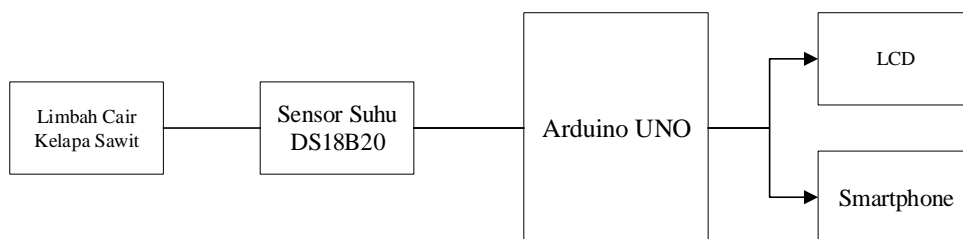


Gambar 4. 10 Pemasangan Sensor suhu DS18B20

#### 4.6.3. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

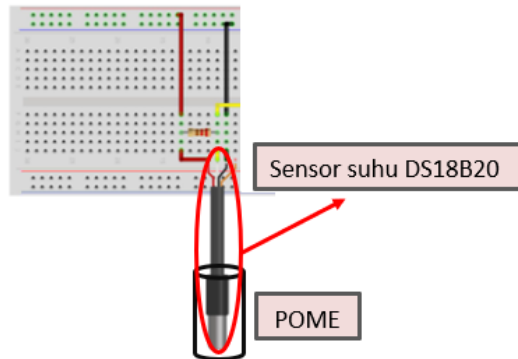
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai suhu yang terbaca oleh sensor DS18B20. Untuk melakukan uji coba sensor yang sudah di sambungkan dengan Arduino dan LCD, kemudian mencoba sensor ini dengan meletakkan sensor suhu pada limbah cair kelapa sawit, maka akan secara otomatis membaca nilai suhu pada limbah cair kelapa sawit. Proses di atas untuk mendapatkan nilai suhu pada limbah cair

kelapa sawit yang akan digunakan. Berikut adalah blok diagram pengujian sensor suhu.



Gambar 4. 11 Blok Diagram Pengujian Sensor Suhu

Berikut adalah skematik pengujian dari sensor suhu DS18B20.



Gambar 4. 12 Skematik Sensor Suhu

Berikut adalah Program Pengujian Sensor Suhu :

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <Arduino.h>
#define ONE_WIRE_BUS 4
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensorSuhu (&oneWire);

// Deklarasi Variabel Sensor SUHU
float suhu;
// Deklarasi Variabel KIPAS menggunakan relay SSR
int relaySSR1 = 3;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  sensorSuhu.begin ();
  pinMode(relaySSR1, OUTPUT);
  delay (500);
}

void loop()
{
  // menghitung dan menampilkan nilai SUHU
  sensorSuhu.setResolution(11);
  sensorSuhu.requestTemperatures ();
  suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0)+ 1.87;
  Serial.print ("suhu:");
  Serial.println(suhu);
  delay (500);

  // mengaktifkan fan berdasarkan nilai suhu
  if(suhu > 34.00)
  {
    digitalWrite(relaySSR1,HIGH);
    Serial.println("suhu melewati batas normal");
  }
}
```

```
Serial.println("Fan ON");
delay (500);
}
else if (suhu <= 34.00)
{
  digitalWrite(relaySSR1,LOW);
  Serial.println("suhu normal");
  Serial.println("Fan OFF");
}
delay (500);
}
```

Berikut adalah gambar hasil pengujian dari sensor suhu terhadap limbah cair kelapa sawit dan pengukuran suhu dengan thermometer.



Gambar 4. 13 Gambar Pengujian Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Sensor Suhu DS18B20





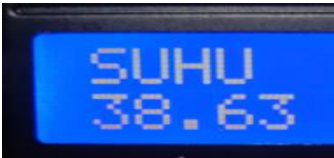

Gambar 4. 14 Gambar Pengujian Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Thermometer

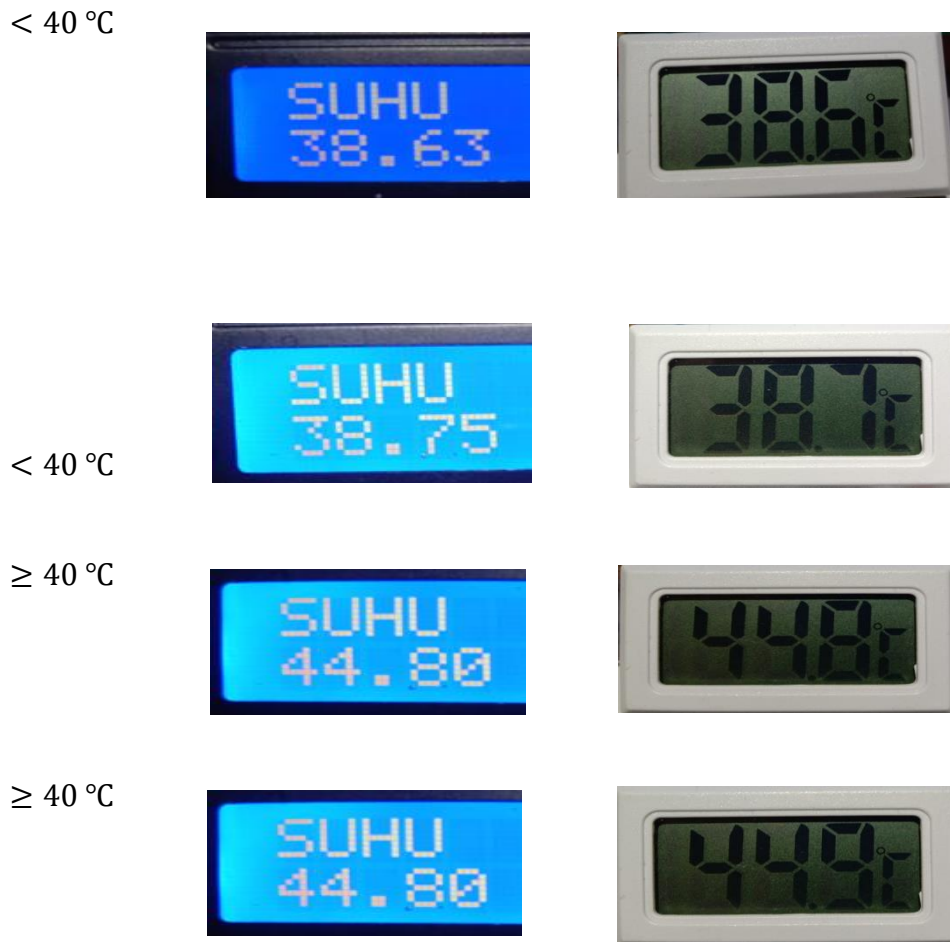


Gambar 4. 15 Gambar Pengujian Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Sensor Suhu dan Thermometer

Dari hasil pengujian di atas, maka nilai hasil pengujian akan di tampilkan pada LCD dan akan di tampilkan layar *Monitoring thermometer*. Berikut adalah Tabel Gambar Hasil Pengujian Sensor suhu DS18B20 terhadap limbah cair kelapa sawit.

Tabel 4. 1 Tabel Gambar Hasil Pengujian Sensor Suhu terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit

Input suhu limbah	Tampilan pada LCD	Tampilan pada Thermometer
< 40 °C		
< 40 °C		



Dari data tabel gambar di atas dapat kita peroleh tabel hasil pengujian sebagai berikut. Berikut adalah tabel hasil pengujian sensor suhu DS18B20 terhadap limbah cair kelapa sawit berbasis IoT.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Suhu Terhadap Limbah Cair

Input suhu limbah °C	Pengukuran Nilai Sensor Suhu °C	Pengukuran Nilai Thermometer °C	<i>ERROR</i>
< 40	33,40	33,4	0 %
< 40	38,6	38,5	0,1%
< 40	38,6	38,6	0,2%
< 40	38,7	38,7	0%
≥ 40	44,8	44,8	0%

$\geq 40$	44,9	44,8	0,1%
-----------	------	------	------

Perhitungan persentase *error* pada Tabel 4.2 dengan beberapa sampel yang didapat.

Rumus perhitungan nilai *error* :

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left| \frac{V_{\text{Alat Ukur}} - V_{\text{sensor}}}{V_{\text{Alat Ukur}}} \right| \times 100\%$$

- Persentase *error* =  $\left| \frac{33,40 - 33,4}{3,34} \right| \times 100\%$

Persentase *error* = 0%

- Persentase *error* =  $\left| \frac{38,5 - 38,6}{38,5} \right| \times 100\%$

- Persentase *error* = 0,1%

- Persentase *error* =  $\left| \frac{38,6 - 38,6}{38,6} \right| \times 100\%$

Persentase *error* = 0%

- Persentase *error* =  $\left| \frac{44,8 - 44,8}{44,8} \right| \times 100\%$

- Persentase *error* = 0%

- Persentase *error* =  $\left| \frac{44,8 - 44,9}{44,8} \right| \times 100\%$

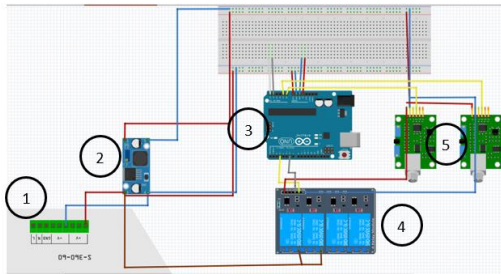
Persentase *error* = 0,1%

Dengan dilakukannya pengujian ini, maka dapat dipastikan bahwa sensor suhu dapat bekerja dengan baik dengan dapat membaca nilai suhu yang tertera pada media penguji. Dengan persentase *error* 0 - 0,2 %, hal ini dapat terjadi karena adanya faktor kalibrasi atau faktor suhu ruangan terbuka yang mempengaruhi.



#### 4.6.4. Sensor PH

Pada proyek akhir ini menggunakan sensor PH 4502C, Sebagai alat untuk mengukur PH pada limbah cair kelapa sawit berbasis IoT. Sensor PH dengan tipe ini dipilih karena memiliki spesifikasi yang bagus, dan dibutuhkan untuk proyek akhir ini, sensor ini juga tahan terhadap panas dan memiliki akurasi yang baik. Sensor PH ini menggunakan pengontrolan dari Arduino Uno. Sensor PH akan dihubungkan dengan modul sensor yang kemudian pin pada modul sensor akan dihubungkan ke Arduino UNO. Berikut adalah skematik sensor dan gambar sensor PH 4502C.



Gambar 4. 16 Skematik Rangkaian Sensor PH 4502C

Keterangan :

1. Power supply 12VDC (5 A).
2. LM2596 step down module.
3. Arduino uno.
4. Modul relay (3 channel).
5. Sensor PH 4502C.

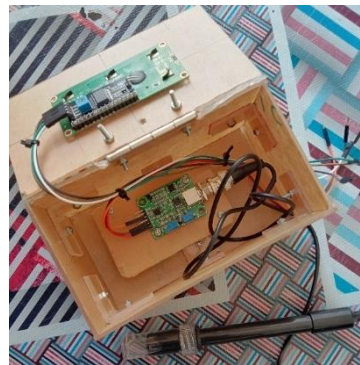
Berikut adalah sensor PH dan Modul yang digunakan pada proyek akhir ini, sensor PH yang digunakan adalah sensor PH 4502C.



Gambar 4. 17 Sensor PH 4502C

#### 4.6.5. Pemasangan Sensor PH 4502C

Pada tahap pemasangan sensor PH ini, terlebih dahulu dengan membeli sensor yang sudah jadi dan siap digunakan, untuk mengefisiensi waktu. Pemasangan sensor PH di luar area POLMAN BABEL. Sensor PH 4502C dipasang sesuai dengan perancangan yang telah di konsep sebelumnya, berdasarkan posisi yang tepat untuk dilakukan pengukuran dan tidak mengganggu proses lainnya.

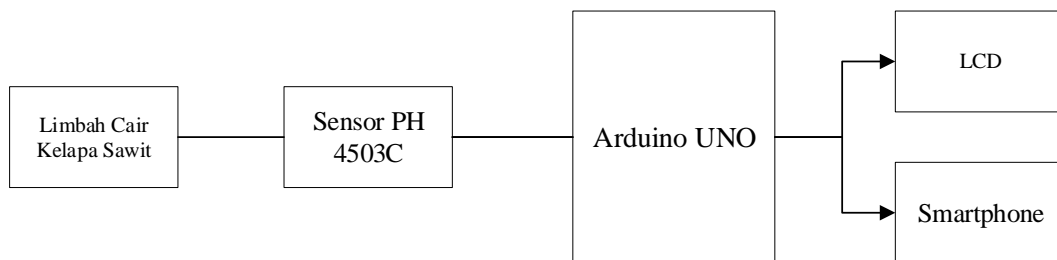


Gambar 4. 18 Pemasangan Sensor PH 4502C

#### 4.6.6. Pengujian Sensor PH 4502C

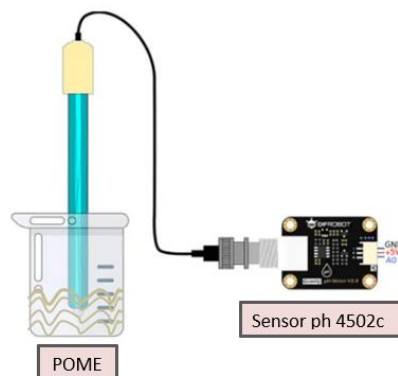
Pengujian ini dilakukan untuk melihat hasil dari pembacaan sensor dan keakurasian dari pembacaan sensor, untuk melihat apakah sensor bekerja dengan baik, apakah sensor PH ini dapat berfungsi dengan baik jika digunakan untuk mengukur PH limbah cair kelapa sawit. Untuk melakukan pengujian sensor ini maka sensor akan di sambungkan ke Arduino untuk menjalankan sebuah program atau pengontrol dari sensor PH 4502C yang akan digunakan. Kemudian untuk

mencoba sensor ini dengan meletakkan sensor di tempat yang sudah di rancang sesuai dengan perancangan, maka sensor akan secara otomatis membaca nilai PH pada cairan limbah cair kelapa sawit atau POME, yang kemudian nilai sensor akan ditampilkan di LCD 16 x 2 I2C. Proses di atas untuk mendapatkan nilai PH pada limbah cair kelapa sawit yang akan digunakan. Berikut adalah Blok Diagram pengujian sensor PH 4502C.



Gambar 4. 19 Blok Diagram Pengujian Sensor PH 4502C

Berikut adalah ilustrasi pengujian sensor PH 4502C terhadap limbah cair kelapa sawit.



Gambar 4. 20 Skematik Pengujian Sensor

Pengujian sensor PH terhadap limbah cair kelapa sawit, pada pengujian ini menggunakan 2 *sample* limbah, yaitu *sample* pertama limbah cair kelapa sawit yang memiliki nilai PH sesuai dengan standar atau limbah yang siap digunakan untuk pembuatan biogas yaitu  $> 5$ , dan *sample* yang kedua yaitu limbah cair yang memiliki nilai PH dibawah standar yang akan dikontrol yaitu sebesar  $< 5$ .



Gambar 4. 21 Gambar Pengujian Sensor PH 4502C

Berikut adalah Program Pengujian Sensor PH :

```
#include <Wire.h>

float resolution_1;
float resolution_2;
int measurings_1;
int measurings_2;
float voltage_1;
float voltage_2;
float PH_1value;
float PH_2value;
float b = 1.25;
float b1 = 3.15;
float m = 0.167;

void setup()
{
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin (9600);
  resolution_1 = 1024.0;
  resolution_2 = 1024.0;
  delay(100);
}

void loop()
{
  measurings_1 = 0;
  for (int i = 0; i < 10; i++)
  {
    measurings_1 = measurings_1 + analogRead(A0);
    delay(10);
  }
  voltage_1 = (( 5 / resolution_1) * (measurings_1/10));

  PH_1value = ((7 + ((2.5 - voltage_1) / m))) + b;
```

```

    Serial.print ("PH1 = ");
    Serial.println(PH_1value);
    delay(1000);

    measurings_2 = 0;
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        measurings_2 = measurings_2 + analogRead(A1);
        delay(10);
    }
    voltage_2 = (( 5 / resolution_2) * (measurings_2/10));

    PH_2value = ((7 + ((2.5 - voltage_2) / m))) + b1;

    Serial.print ("PH2 = ");
    Serial.println(PH_2value);

    delay(1000);
}

```

Berikut adalah gambar hasil pengujian sensor PH 4502C, terhadap limbah cair kelapa sawit dan pengukuran nilai limbah dengan PH Meter sebagai pembandingan dari pengujian sensor PH 4502C.



Gambar 4. 22 Gambar Pengujian Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Sensor PH





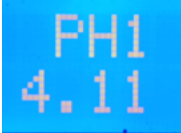



Gambar 4. 23ambar Pengukuran Limbah Cair Kelapa Sawit dengan PH Meter



Gambar 4. 24 Gambar Pengujian PH Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Sensor PH dan PH Meter

Dari hasil pengujian PH limbah cair kelapa sawit diatas, maka nilai tampilan dari pengujian sensor akan di tampilkan di LCD 16 x 2 I2C, dan pada tampilan monitor PH Meter. Berikut adalah tabel gambar hasil pengujian sensor PH dan pengukuran PH Meter.

Tabel 4. 3 Tabel Gambar Hasil Pengujian Sensor PH 4502C terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit.

Input <i>PH</i> limbah	Tampilan pada LCD 16 x 2 I2C	Tampilan pada PH Meter
4 – 5		
4 – 5		
4 – 5		

4-5		
6-7		
6-7		
6-7		

Dari data tabel 4.3, tabel gambar hasil tampilan nilai PH dapat kita peroleh tabel hasil pengujian sebagai berikut. Berikut adalah tabel hasil pengujian sensor suhu DS18B20 terhadap limbah cair kelapa sawit berbasis IoT.

Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Sensor PH terhadap limbah cair kelapa sawit

Input Limbah	Hasil Pengukuran PH Meter	Hasil Pengukuran Sensor PH	Persentase <i>Error</i>
4-5	4,10	4,08	0,02%
4-5	4,11	4,11	0%

4 – 5	4,22	4,22	0%
4 – 5	4,23	4,25	0,02%
6 – 7	6,32	6,27	0,05%
6 – 7	6,32	6,30	0,02%
6 – 7	6,33	6,33	0%

Perhitungan persentase *error* pada Tabel 4.5 dengan beberapa sampel yang didapat.

Rumus perhitungan nilai *error* :

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left| \frac{V_{\text{Alat Ukur}} - V_{\text{sensor}}}{V_{\text{Alat Ukur}}} \right| \times 100\%$$

- Persentase *error* =  $\left| \frac{4,10 - 4,08}{4,10} \right| \times 100\%$

$$\text{Persentase } error = 0,02\%$$

- Persentase *error* =  $\left| \frac{4,11 - 4,11}{4,11} \right| \times 100\%$

- Persentase *error* = 0%

- Persentase *error* =  $\left| \frac{4,22 - 4,22}{4,22} \right| \times 100\%$

$$\text{Persentase } error = 0\%$$

- Persentase *error* =  $\left| \frac{4,23 - 4,25}{4,23} \right| \times 100\%$

$$\text{Persentase } error = 0,02\%$$

- Persentase *error* =  $\left| \frac{6,32 - 6,27}{6,32} \right| \times 100\%$

- Persentase *error* = 0,05%

- Persentase *error* =  $\left| \frac{6,32 - 6,30}{6,32} \right| \times 100\%$

$$\text{Persentase } error = 0,02\%$$

- Persentase *error* =  $\left| \frac{6,33 - 6,33}{6,33} \right| \times 100\%$

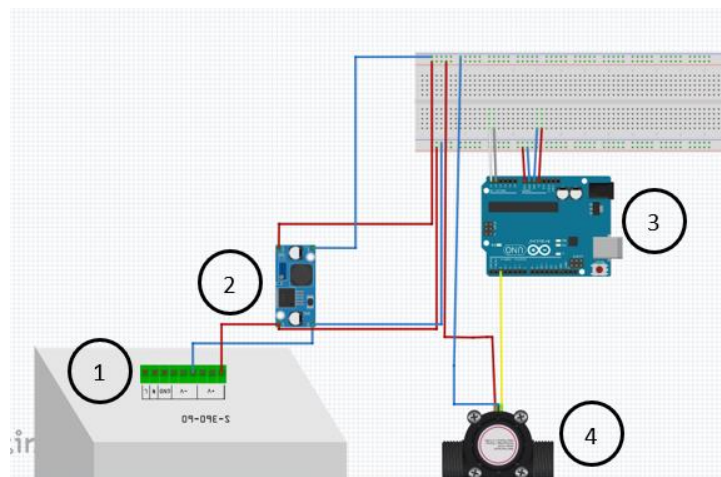
$$\text{Persentase } error = 0\%$$



Berikut adalah hasil pengujian sensor PH, dari nilai di atas dapat kita ketahui sensor PH dapat bekerja dengan baik dan mengukur nilai PH sesuai dengan PH yang terukur. Dengan persentase *error* 0,02 %, hal ini berarti sensor PH dapat mengukur nilai PH secara akurat, dengan faktor faktor *error* yang sedikit mempengaruhinya.

#### 4.6.7. Water Flow Sensor

Pada proyek akhir ini menggunakan *water flow sensor*, sebagai komponen untuk mengetahui nilai debit dan volume dari POME yang akan digunakan sebagai pencampuran POME yang ada di wadah penampungan. *water flow sensor* ini menggunakan pengontrolan dari Arduino uno. Pin utama dari sensor ini akan di hubungkan ke Arduino uno. Berikut skematik penyambungan *water flow sensor* dengan Arduino UNO.



Gambar 4. 25 Skematik Water Flow Sensor

Keterangan :

1. Power supply 12VDC (5 A).
2. LM2596 step down module.
3. Arduino uno.
4. Water Flowmeter Sensor.



Gambar 4. 26 Water Flow Sensor

#### 4.6.8. Pemasangan Water Flow Sensor

Penggunaan *water flow sensor* siap pakai ini untuk meminimalisir waktu dalam proses pengerjaan proyek akhir. Pemasangan sensor ini dilakukan di luar area POLMAN BABEL. Pemasangan *water flow sensor* di pasang sesuai dengan rancangan yang sudah di rancang pada proses perancangan sebelumnya.

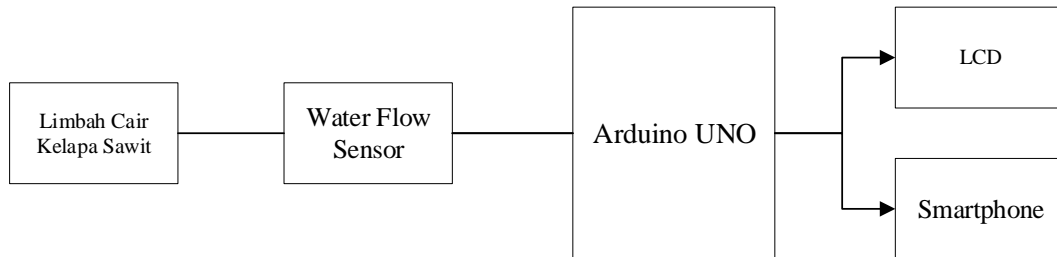


Gambar 4. 27 Pemasangan Water Flow Sensor

#### 4.6.9. Pengujian Water Flow Sensor

Pengujian *water flow sensor* ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor dapat bekerja dengan baik atau tidak, pin dari *valve* akan di hubungkan ke Arduino,

yang kemudian akan menghasilkan outputan, untuk mengetahui nilai debit atau volume suatu *PH* yang akan di keluarkan atau yang akan dilakukan pencampuran.



Gambar 4. 28 Blok Diagram Water Flow Sensor

Berikut adalah Program Pengujian Water Flow Sensor/Flow Meter :

```

#include <Wire.h>
// Deklarasi Variabel FLOWMETER
byte sensorInt = 0;
byte flowSensor = 2;
float konstanta = 2.95;
volatile byte pulseCount;
float debit;
unsigned long oldTime;
unsigned int flowmlt;
unsigned long volume;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(flowSensor, INPUT);
  digitalWrite(flowSensor, HIGH);
  delay(500);
  pulseCount = 0;
  debit = 0.0;
  flowmlt = 0;
  volume = 0;
  oldTime = 0;
  attachInterrupt(sensorInt, pulseCounter, FALLING);
  delay(500);
}

void loop()

{
  // menghitung dan menampilkan nilai debit dan volume
  if((millis()- oldTime) > 1000)
  {
    detachInterrupt(sensorInt);
    debit = ((1000.0 / (millis()- oldTime))*
pulseCount)/konstanta;
  }
}
  
```

```

oldTime = millis();
flowmlt = (debit/60)*1000;
volume += flowmlt;

unsigned int frac;
Serial.print("Debit:");
Serial.print(debit);// Print litres/hour
Serial.println(" L/m");

Serial.print("Volume:");
Serial.print(volume);
Serial.println(" mL");
pulseCount = 0;
attachInterrupt(sensorInt, pulseCounter, FALLING);
}
}
void pulseCounter()
{
pulseCount++;
}

```


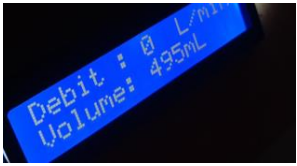


Berikut adalah gambar hasil pengujian water flow sensor terhadap lajunya aliran air, pada pengujian water flow sensor ini menggunakan air sebagai sampel percobaan.



Gambar 4. 29 Pengujian Water Flow Sensor

Dari hasil pengujian water flow sensor di dapatkan nilai hasil pengujian pada LCD, pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 5 Tabel Gambar Hasil Pengujian Water Flow Sensor dengan media air

Gelas Ukur Input air	Tampilan LCD 16 x 2 I2C
	
	
	
	
	
	

Dari hasil tabel tampilan hasil pengujian water flow sensor, di dapatkan nilai pengujian sebagai berikut. Berikut adalah tabel dari Hasil Pengujian Water Flow Sensor

Tabel 4. 6 Tabel Hasil Pengujian Water Flow Sensor

Gelas Ukur( mL)	Layar LCD 16 x 2 I2C (mL)	<i>ERROR</i>
500	490	0,01%
1000	1000	0,%
1600	1500	0,01%
400	400	0%
200	196	0,01%
300	306	0,06%

Perhitungan persentase *error* pada Tabel 4.4 dengan beberapa sampel yang didapat.

Rumus Perhitungan *Error* :

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left| \frac{V_{\text{Alat Ukur}} - V_{\text{sensor}}}{V_{\text{Alat Ukur}}} \right| \times 100\%$$

- $\text{Persentase error} = \left| \frac{0,49 - 0,5}{0,5 \text{ L}} \right| \times 100\%$

$$\text{Persentase error} = 0,01\%$$

- $\text{Persentase error} = \left| \frac{1 - 1}{1 \text{ L}} \right| \times 100\%$

- $\text{Persentase error} = 0,0\%$

- $\text{Persentase error} = \left| \frac{1,59 - 1,6}{1,6 \text{ L}} \right| \times 100\%$

$$\text{Persentase error} = 0,01\%$$

- $\text{Persentase error} = \left| \frac{0,4 - 0,4}{0,4 \text{ L}} \right| \times 100\%$

$$\text{Persentase error} = 0,01\%$$

- $\text{Persentase error} = \left| \frac{0,3 - 0,36}{0,3 \text{ L}} \right| \times 100\%$

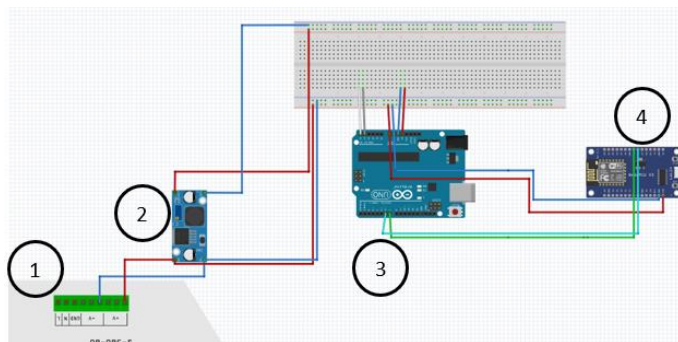
- $\text{Persentase error} = 0,06 \%$

- $\text{Persentase error} = \left| \frac{0,2 - 0,19}{0,2 \text{ L}} \right| \times 100\%$   
 $\text{Persentase error} = 0,01\%$

Dari hasil pengujian *water flow sensor* ini dapat dipastikan bahwa *water flow sensor* dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan dalam proyek akhir ini, untuk perbedaan nilai dari hasil gelas ukur dan hasil pembacaan sensor, bisa saja disebabkan dari nilai toleransi dari sensor atau kalibrasi dari sensor, oleh karena itu banyak faktor yang menyebabkan hal itu terjadi. Untuk rata-rata *persentase* dari *error* sebesar 0 - 0,01 %.

#### 4.6.10. NodeMCU ESP8266

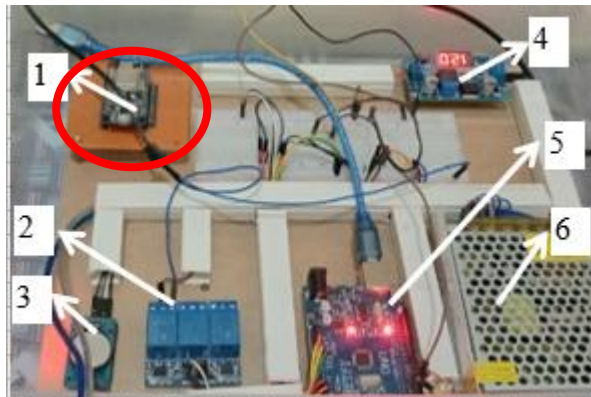
Proyek ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai penerima data dari Arduino UNO, semua program kontrol dan monitor dari Arduino uno akan di kirimkan ke NodeMCU yang kemudian akan di kirimkan ke *firebase* dan mengkoneksikan data tersebut ke *smartphone* melalui jaringan *wifi* yang ada di fitur NodeMCU.



Gambar 4. 30 Skematik Elektrik Sambungan NodeMCU

#### 4.6.11. Pemasangan NodeMCU ESP8266

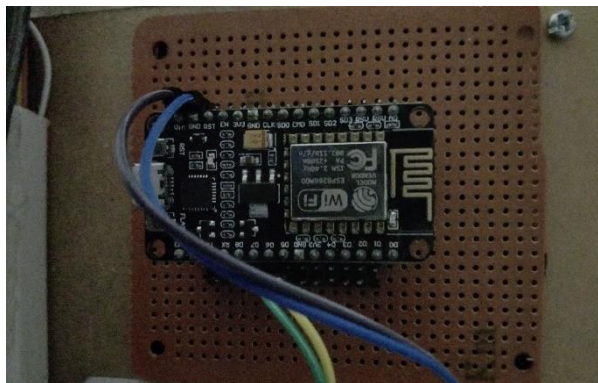
Pada tahap pemasangan NodeMCU ESP8266 ini diputuskan untuk membeli modul NodeMCU ESP8266 yang telah jadi dan siap pakai dengan tujuan untuk mengefisiensi waktu pembuatan proyek akhir.



Gambar 4. 31 Pemasangan Node MCU pada Box Panel

Keterangan :

1. NodeMCU ESP8266.
2. Modul Relay SRD 5V.
3. RTC(Real Time Clock) modul.
4. LM2596 step down module.
5. Arduino Uno.
6. Power Supply 12VDC (5 A).



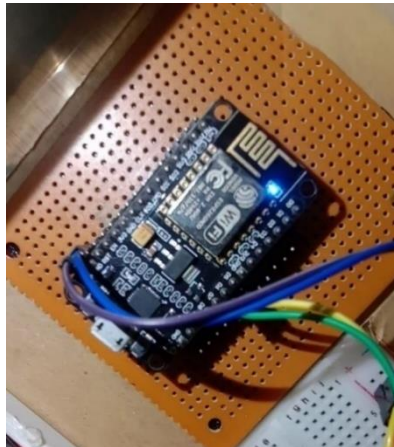
Gambar 4. 32 Pemasangan Node Mcu pada PCB

#### 4.6.12. Pengujian NodeMCU ESP8266

Pada tahap pengujian NodeMCU ESP8266 ini bertujuan untuk mengetahui kondisi dari modul NodeMCU ESP8266. Pengujian modul ini dengan mencoba pemrograman NodeMCU ESP8266 ke *firebase*, NodeMCU akan di sambungkan ke PC kemudian Program Arduino akan dikirimkan ke NodeMCU dan



kemudian di teruskan ke *firebase* dalam pengujian ini harus menggunakan library program dari NodeMCU itu sendiri, kemudian ketika sudah bisa digunakan library NodeMCU maka program akan diteruskan ke *firebase*, yang kemudian akan dikoneksikan ke *smartphone*. Berikut adalah gambar pengujian NodeMCU ESP8266.



Gambar 4. 33 Pengujian NodeMcu

Berikut adalah Program Pengujian Node MCU.

```
// library NodeMCU
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <FirebaseArduino.h>
// pin serial komunikasi pada NodeMCU
SoftwareSerial NodeMCU(12, 13); //deklarasi pin D6=12=tx dan
D7=13=rx pada node mcu
#define FIREBASE_HOST "testm-98fbd-default-rtdb.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH "4K6VeFN8Bfg1PJJu75I7uI8BxqSINOR5sm7o7SviR"
#define WIFI_SSID "Ini Hospot"
#define WIFI_PASSWORD "makasihganteng"

unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 3000;
//variable array untuk data pemisah
String arrData[5];
float debitt;
int volumee;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  NodeMCU.begin(9600);
  // connect to wifi.
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print("connecting");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
```

```

    }
    Serial.println("");
    Serial.print("WiFi connected! ");
    // Serial.println(WiFi.localIP());
    Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
}

void loop(){
//counfigurasi millis
    unsigned long currentMillis = millis(); //Baca waktu millis saat
    ini
    if(currentMillis - previousMillis >= interval){
//Update data previousMillis
        previousMillis = currentMillis;

//pembacaan data dari arduino uno (hasil kiriman data)
//baca data serial
        String data = "";
        while(NodeMCU.available()>0)
        {
            data += char (NodeMCU.read());
        }
        //Pembuangan spasi datanya
        data.trim();

        //uji data
        if(data != "")
        {
            //parsing datanya(pecah data)
            int index = 0;
            for(int i=0; i<= data.length(); i++)
            {
                char delimiter = '#' ;
                if(data[i] != delimiter)
                    arrData[index] += data[i] ;
                else
                    index++; //variable index bertambah 1
            }

            //pemastian data yag dikirim lengkap
            if(index == 1)
            {
                //tampilkan nilai sensor ke serial monitor
                Serial.println("volume: " + arrData[0]); //data volume
                Serial.println("debit : " + arrData[1]); //data debit
            }

            volumee = arrData[0].toInt();
            debitt = arrData[1].toFloat();
            arrData[0] = "";
            arrData[1] = "";
        }
        //minta data ke arduino uno
        NodeMCU.println("Ya");
    }
    Firebase.setString("volume", String(volumee));
}

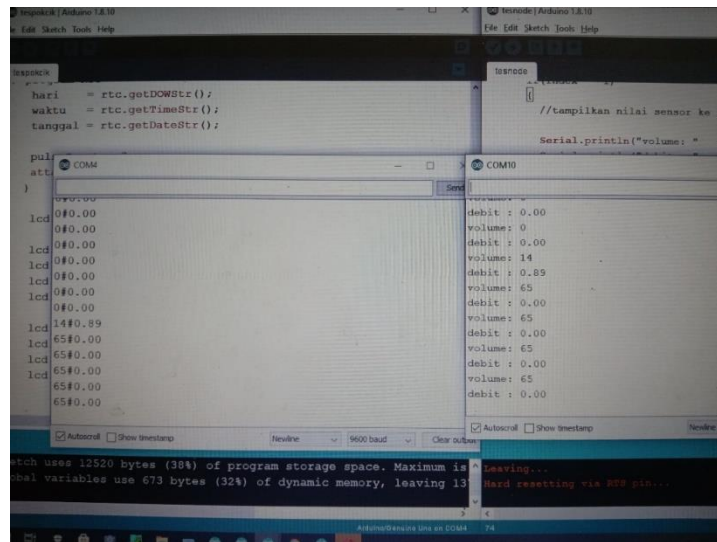
```

```

    Firebase.setString("debit", String(debit));
    delay(100);
}

```

Berikut adalah tampilan yang dihasilkan dari hasil pengujian NodeMCU.



Gambar 4. 34 Gambar Hasil Pengujian NodeMCU

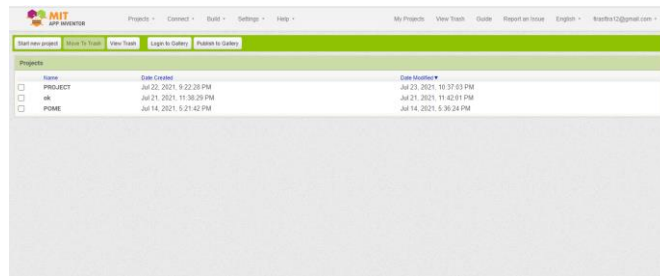
Berikut adalah hasil pengujian NodeMCU, dapat disimpulkan bahwa hasil yang di tampilkan pada Arduino UNO sama dengan yang di tampilkan pada NodeMCU, hal ini berarti NodeMCU bekerja dengan baik dan dapat digunakan untuk mengerjakan Proyek Akhir ini.

#### 4.7. Perancangan *Software* Aplikasi Sistem Kontrol dan *Monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT

Perancangan *Software* aplikasi pada *smartphone* menggunakan aplikasi yang telah tersedia yaitu aplikasi *Mit App Inventor* yang kemudian akan dihubungkan dengan *firebase*, data yang sudah di upload ke *firebase* akan di koneksikan dengan *Mit APP Inventor*.

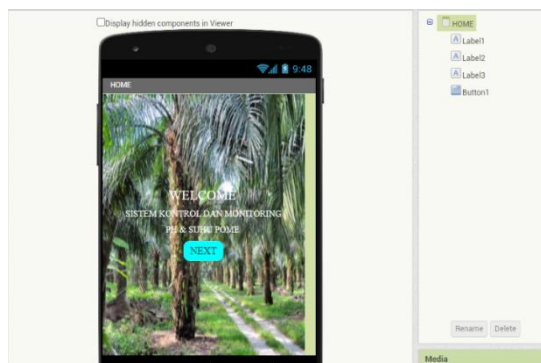
#### 4.8. Pembuatan *Software* Aplikasi Sistem Kontrol dan *Monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT

Berikut adalah Pembuatan awal *software* perancangan pada *Mit App Inventor*



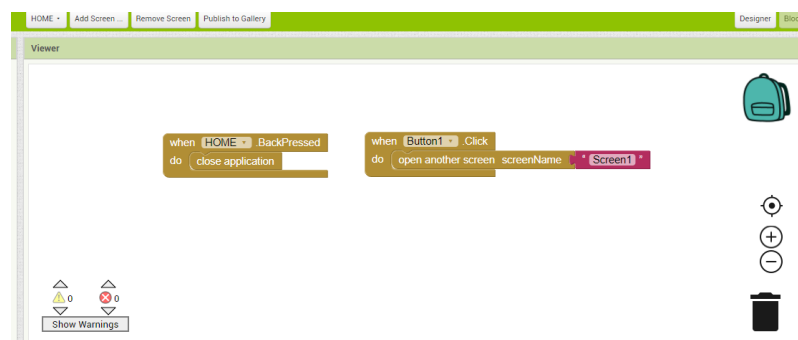
Gambar 4. 35 Gambar Pembuatan *Software* dengan *Mit App Inventor*

Setelah pembuatan project pada *Mit App Inventor* Tampilan screen utama ketika masuk aplikasi *Mit App Inventor*.



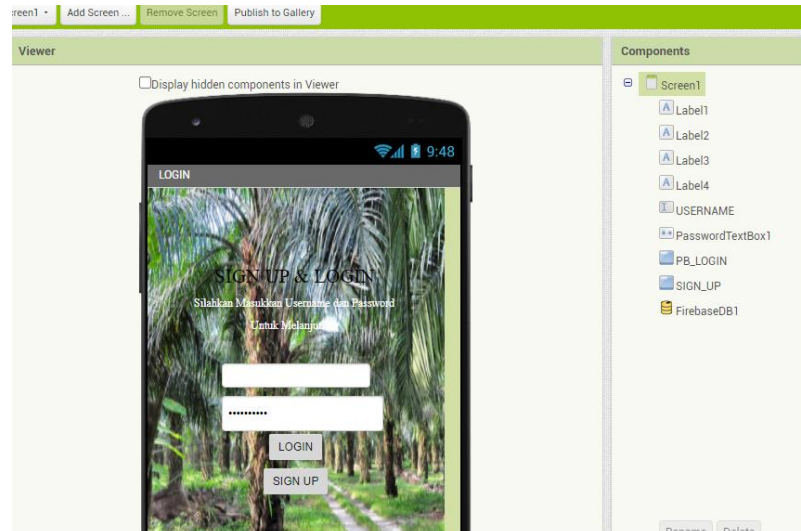
Gambar 4. 36 Tampilan Home pada Aplikasi

Berikut adalah block program untuk tampilan *home* layar pada aplikasi , yang merupakan tampilan utama.



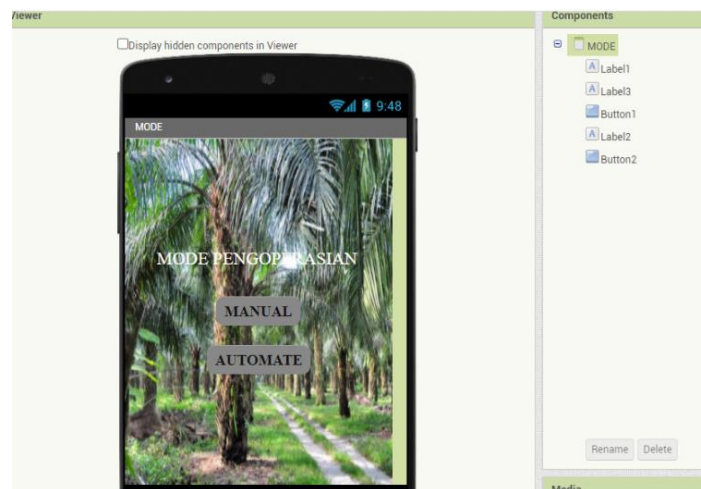
Gambar 4. 37 Blok Program Tampilan Utama

Berikut tampilan pada screen kedua, pada screen kedua ini meminta user untuk memasukkan ID dan Password untuk masuk ke dalam aplikasi ini untuk menjalankan aplikasi kontrol dan *Monitoring* ini.



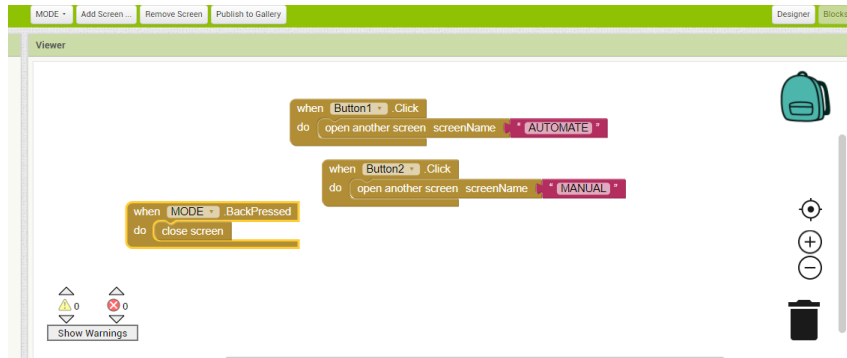
Gambar 4. 38 Tampilan SIGN UP & LOGIN

Setelah melakukan *SIGN UP & LOGIN* pada aplikasi ini maka selanjutnya akan menampilkan mode pengoperasian, dimana disini user akan memilih melakukan dengan mode manual atau otomatis.



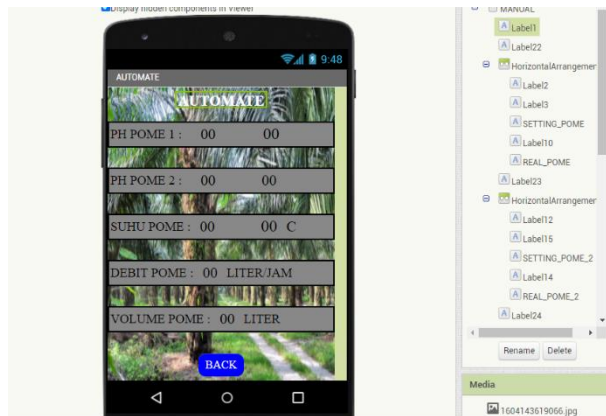
Gambar 4. 39 Tampilan Mode Pengoperasian

Berikut adalah blok program untuk pengaplikasian tampilan mode



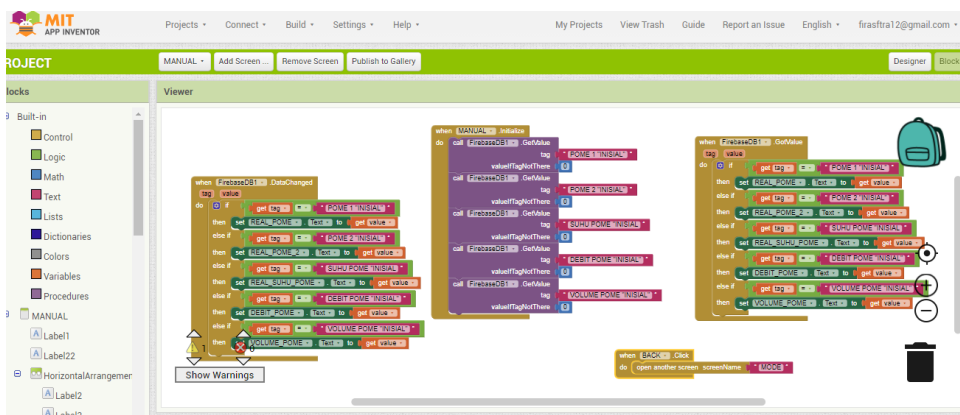
Gambar 4. 40 Blok Program Tampilan Mode

Berikut adalah Tampilan untuk pengoperasian dengan mode Otomatis.



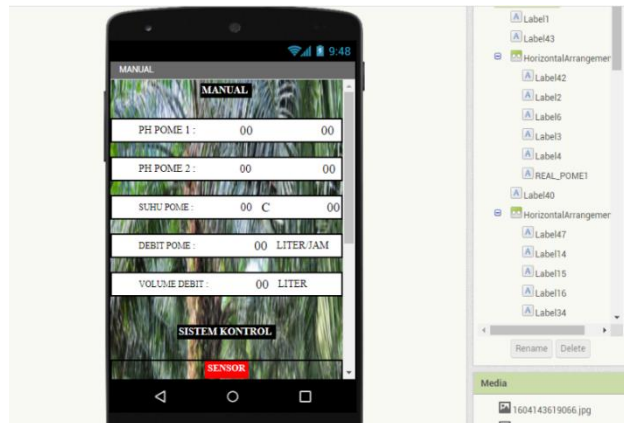
Gambar 4. 41 Gambar untuk Tampilan Automate

Berikut ini adalah block program untuk tampilan mode otomatis.



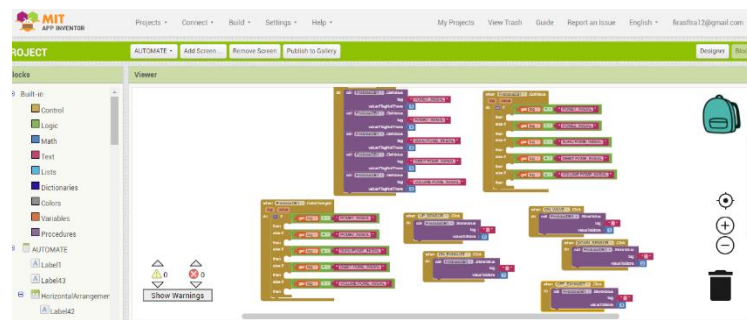
Gambar 4. 42 Blok Program untuk Tampilan Automate

Tampilan Aplikasi untuk pengoperasian manual atau untuk sistem kontrol



Gambar 4. 43 Gambar Tampilan untuk Pengoperasian Manual

Berikut ini adalah program untuk tampilan operasi manual pada smartphone.



Gambar 4. 44 Blok Program untuk Mengaplikasikan Tampilan pada manual

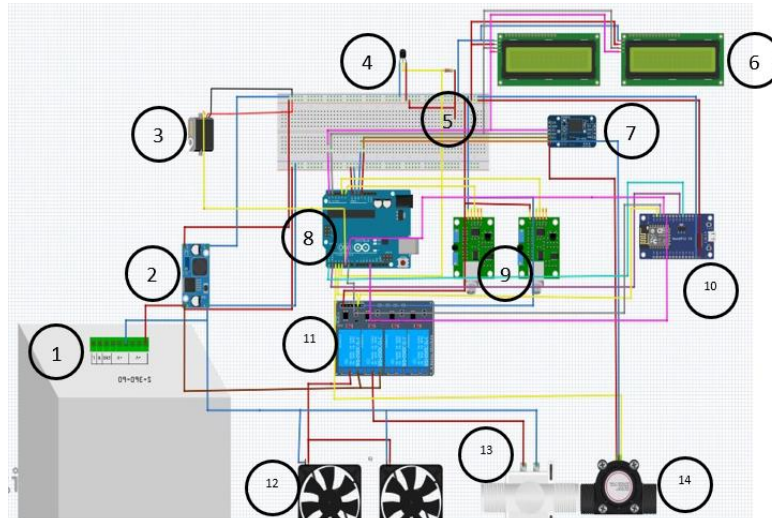
#### 4.9. Uji Coba Sistem Kontrol dan *Monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT

Pengujian alat dapat dilakukan setelah semua komponen sistem kontrol dan *Monitoring* selesai dan telah terpasang pada konstruksi sesuai desain posisi yang sudah di rancang. Pengujian dilakukan secara keseluruhan, apakah alat dapat bekerja dengan baik dan kontrol alat dapat berfungsi dengan baik.

#### 4.10. Pengujian dan Pengambilan Data Prototype Sistem Kontrol dan *Monitoring* PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit.

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah sistem kontrol dan monitoring dari proyek akhir ini dapat bekerja dengan baik, sesuai dengan fungsinya. Untuk mengetahui apakah proses pengontrolan dan monitoring bisa

dilakukan melalui *smartphone*. Berikut ini adalah skematik dari pengujian keseluruhan:



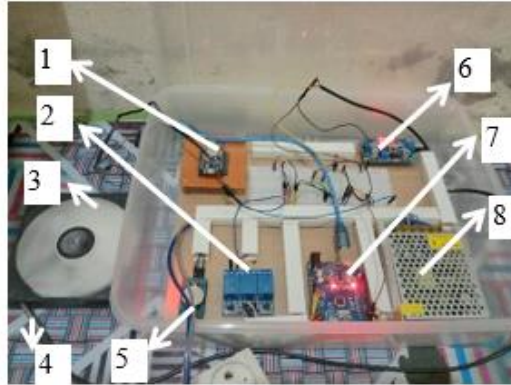
Gambar 4. 45. Gambar Skematik Rangkaian Keseluruhan

Keterangan :

- |                                 |                           |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1. Power Supply 12VDC (5 A).    | 8. Arduino Uno.           |
| 2. LM2596 step down module.     | 9. Sensor PH 4502C.       |
| 3. Motor Servo.                 | 10. NodeMCU ESP8266.      |
| 4. Sensor suhu DS18B20.         | 11. Modul Relay SRD 5V.   |
| 5. Resistor 4k7 ohm.            | 12. Kipas CPU 12VDC.      |
| 6. LCD 16x2 I2C.                | 13. Selenoid Valve 12VDC. |
| 7. RTC (Real Time Clock) modul. | 14. Water flow Sensor     |



Berikut ini adalah pemasangan komponen hardware keseluruhan dari sistem kontrol dan monitoring limbah cair kelapa sawit berbasis IoT.



Gambar 4. 46 Gambar Hardware Keseluruhan.

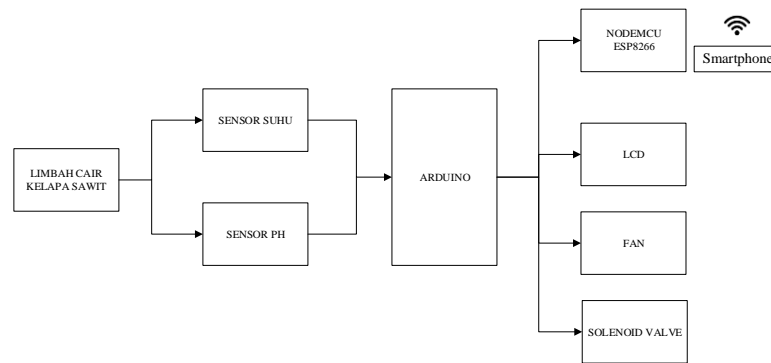
Keterangan :

1. NodeMCU ESP8266.
2. Modul Relay SRD 5V.
3. Kipas CPU 12VDC.
4. Sensor Suhu DS18B20.
5. RTC(Real Time Clock) modul.
6. LM2596 step down module.
7. Arduino Uno.
8. Power Supply 12VDC (5 A).

Dalam Proses Pengujian ini dilakukan 3 kali pengujian yaitu :

1. Pengujian dengan nilai PH rendah dan Suhu Tinggi.
2. Pengujian dengan nilai PH tinggi dan Suhu rendah.
3. Pengujian Monitoring tampilan LCD 16 x 2 I2C dan *Smartphone*.

Berikut ini adalah blok diagram pengujian *prototype* sistem kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit berbasis IoT. Terhadap limbah cair kelapa sawit.



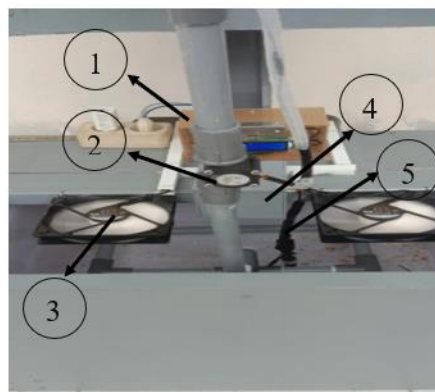
Gambar 4. 47 Blok Diagram Pengujian *Prototype*

Berikut adalah gambar hasil pengujian keseluruhan dari prototype sistem kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit berbasis *IOT*.

Berikut adalah gambar pengujian kontrol dari prototpe sistem kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit berbasis IoT.



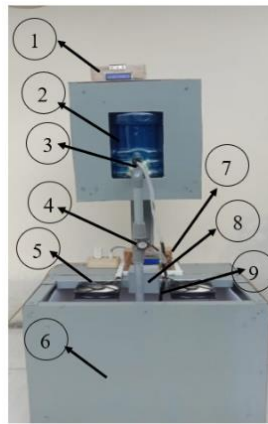
Gambar 4. 48 Gambar Pengujian Kontrol *Fan* pada *Prototype*



Gambar 4. 52 Gambar Pengujian Fan dan Valve

Keterangan :

1. Box modul sensor ph1 4502c + LCD 16 x 2 I2C.
2. Water flowmeter sensor.
3. Fan CPU 12VDC (sebagai *exhaust* untuk menghisap uap panas).
4. Motor servo (untuk menaikkan dan menurunkan pergerakan sensor suhu dan sensor ph).
5. Sensor suhu DS18B20 dan sensor ph-4502c.



Gambar 4. 53 Gambar Pengujian Keseluruhan Sistem Prototype Proyek Akhir

Keterangan :







1. Box modul sensor ph2 4502c + LCD 16 x 2 I2C.
2. Wadah penampungan limbah cair kelapa sawit yang lama.
3. Water solenoid valve.
4. Water flowmeter sensor.
5. Fan CPU 12VDC (sebagai *exhaust* untuk menghisap uap panas).
6. Wadah penampungan limbah cair kelapa sawit yang lama.
7. Box modul sensor ph1 4502c + LCD 16 x 2 I2C.
8. Motor servo (untuk menaikkan dan menurunkan pergerakan sensor suhu dan sensor ph).
9. Sensor suhu DS18B20 dan sensor ph-4502C.

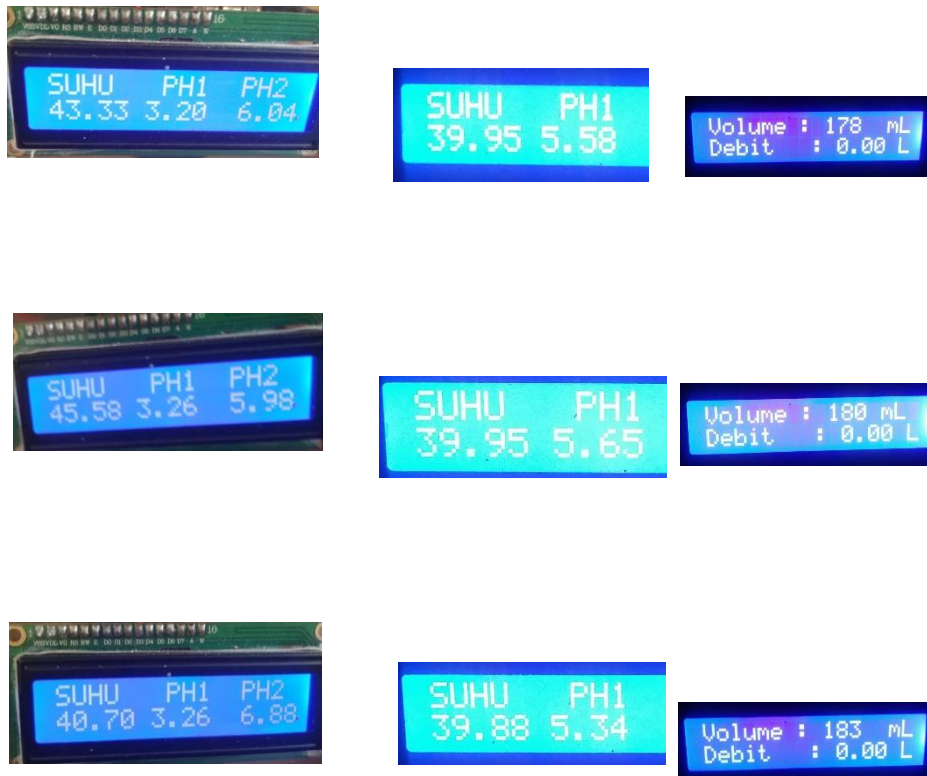
#### 4.10.1 Pengujian dengan Limbah Cair Kelapa Sawit yang memiliki Nilai PH rendah dan Suhu Tinggi.

Dalam pengujian ini dilakukan dengan memasukkan limbah cair kelapa sawit yang memiliki nilai PH rendah dan suhu tinggi kedalam wadah penampungan. Dengan input nilai PH < 5 dan suhunya  $\geq 40^{\circ}\text{C}$ . Kemudian sensor suhu dan sensor PH akan melakukan pengukuran terhadap nilai suhu dan PH limbah cair kelapa sawit yang ada di wadah penampungan. Hasil dari pengukuran ini akan di tampilkan pada LCD. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem ini dapat bekerja pada suhu dan PH yang sudah di tentukan pada input.

Berikut ini adalah tabel gambar hasil pengujian pertama terhadap limbah cair kelapa sawit.

Tabel 4. 7 Tabel Gambar Hasil Pengujian Pertama Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit.

INPUT LIMBAH	Output Tampilan LCD 16 x 2 I2C	
		
		



Dari tabel hasil gambar pengujian di atas, dapat diperoleh hasil tabel pengujian seperti berikut ini.

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian pertama limbah cair kelapa sawit dengan nilai PH rendah dan suhunya tinggi.

Tabel 4. 8 Tabel Pengujian Pertama Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit

INPUT LIMBAH °C		Output Tampilan LCD 16 x 2 I2C		
Suhu °C	PH	Suhu °C	PH	Volume mL
40,08	3,26	39,45	5,13	174
40,70	3,26	39,88	5,34	174
41,20	3,2	39,85	5,16	176

43,33	3,2	39,95	5,58	180
45,58	3,26	39,95	5,65	183

Dari hasil pengujian di atas dapat kita ketahui bahwa jika nilai limbah cair kelapa sawit memiliki suhu  $\geq 40^{\circ}\text{C}$  dan  $\text{PH} < 5$ , maka akan mengaktifkan pengontrol yang berupa *fan* (sebagai exhaust untuk menghisap uap panas) dan solenoid valve (sebagai pencampuran limbah cair kelapa sawit). Agar nilai suhu dan PH limbah cair kelapa sawit memenuhi nilai standar yang di tentukan.

Dari tabel di atas dapat kita buktikan bahwa terjadi pada pengujian ini terjadi pengontrolan sistem, karena terjadinya perubahan nilai output dan adanya nilai volume pencampuran limbah cair kelapa sawit yang termonitoring pada tampilan *LCD*.

#### **4.10.2 Pengujian dengan Limbah Cair Kelapa Sawit yang memiliki Nilai PH tinggi dan Suhu rendah.**

Dalam pengujian ini dilakukan dengan memasukkan limbah cair kelapa sawit yang memiliki nilai PH tinggi dan suhu rendah kedalam wadah penampungan. Dengan input nilai  $\text{PH} > 5$  dan suhunya  $< 40^{\circ}\text{C}$ . Kemudian sensor suhu dan sensor PH akan melakukan pengukuran terhadap nilai suhu dan PH limbah cair kelapa sawit yang ada di wadah penampungan. Dari hasil pengukuran nilai tersebut akan di tampilkan pada *LCD*. Yang di tampilkan pada tabel dibawah ini.

Berikut ini adalah tabel gambar hasil pengujian kedua terhadap limbah cair kelapa sawit.

Tabel 4. 9 Tabel Gambar Hasil Pengujian Kedua Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit

INPUT LIMBAH CAIR	Output Pengujian Limbah Cair Tampilan LCD 16 x2 I2C
	
	
	
	
	

Dari tabel hasil gambar pengujian di atas, dapat diperoleh hasil tabel pengujian seperti berikut ini.

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian kedua limbah cair kelapa sawit dengan nilai PH tinggi dan suhunya rendah.

Tabel 4. 10 Tabel Pengujian Kedua Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit

INPUT		OUTPUT		
LIMBAH		Tampilan LCD 16 x 2 I2C		
Suhu °C	PH	Suhu	PH	Volume
38,48	5,45	38,48	5,45	0
38,83	5,83	38,83	5,83	0
39,45	5,74	39,45	5,74	0
39,70	5,77	39,70	5,77	0
39,95	5,60	39,95	5,60	0










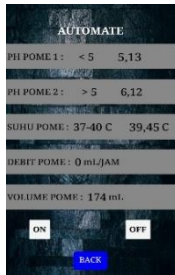
Dari hasil pengujian di atas dapat kita ketahui bahwa jika nilai limbah cair kelapa sawit memiliki suhu  $< 40^{\circ}\text{C}$  dan  $\text{PH} > 5$ , maka tidak terjadi pengontrolan terhadap suhu dan ph limbah cair kelapa sawit, karena nilai suhu dan ph limbah cair kelapa sawit, masih memenuhi nilai standar yang ditentukan.

#### **4.10.3 Pengujian *Monitoring* Nilai PH dan Suhu Limbah Cair Kelapa Sawit pada tampilan LCD dan *Smartphone*.**

Dalam pengujian ini dilakukan dengan memasukkan limbah cair kelapa sawit yang memiliki nilai  $40^{\circ}\text{C} < \text{suhu} \leq 40^{\circ}\text{C}$ , serta memiliki nilai  $5 > \text{PH} < 5$ . Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah tampilan LCD dan tampilan *smartphone* dapat menampilkan nilai yang sama. Sehingga *monitoring* dapat dilakukan melalui *smartphone*. Pada pengujian ini juga dilakukan untuk melihat apakah kontrol dari sistem ini dapat dilakukan melalui *smartphone*.



Tabel 4. 11 Tabel Hasil Pengujian Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit Pada Tampilan LCD dan Smartphone

INPUT LIMBAH CAIR	OUTPUT Pengujian Limbah Cair	
	Tampilan LCD 16 x 2	Tampilan Smartphone
	I2C	
		
		
	 	



Dari tabel di atas dapat kita ketahui bahwa, limbah cair kelapa sawit memiliki nilai inputan suhu  $< 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan nilai PH  $> 5$ , tidak mengalami pengontrolan karena, nilai suhu dan PH masih memenuhi standar yang diinginkan, namun untuk limbah cair kelapa sawit yang memiliki nilai suhu  $\geq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan nilai PH  $< 5$ , maka sistem akan mengalami pengontrolan, yaitu dengan mengaktifkan *exhaust*, dan mengaktifkan *valve* untuk pencampuran limbah sehingga mendapatkan nilai PH yang diinginkan, hasil dari pengujian tersebut dapat di *monitoring* melalui *smartphone*. Dari tabel di atas juga dapat kita buktikan bahwa pengontrolan dapat dilakukan melalui *smartphone*, hal ini terbukti dari tampilan *output* pada *smartphone*. Maka dapat kita simpulkan bahwa, pengontrolan dan *monitoring* dari sistem kontrol dan *monitoring* limbah cair kelapa sawit berbasis IoT ini dapat berfungsi dengan baik.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari pengujian alat dan analisa serta fungsi alat yang berjudul "Sistem Kontrol dan *Monitoring* Limbah Cair Kelapa Sawit Berbasis IoT " dapat di ketahui bahwa :

- Dari hasil pengujian diperoleh, jika nilai limbah cair kelapa sawit memiliki suhu  $< 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan  $\text{PH} > 5$ , maka tidak terjadi pengontrolan terhadap suhu dan PH limbah cair kelapa sawit. Karena nilai suhu dan PH limbah cair sudah memenuhi nilai standar yang di tentukan.
- Dari hasil pengujian diperoleh, jika nilai limbah cair kelapa sawit memiliki suhu  $\geq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan  $\text{PH} < 5$ , maka terjadi pengontrolan suhu dan PH limbah cair kelapa sawit. Pengontrolan dilakukan dengan mengaktifkan fan (sebagai *exhaust* untuk menghisap uap panas) dan valve (sebagai pencampuran limbah cair kelapa sawit). Agar nilai suhu dan PH-nya memenuhi nilai standar yang ditentukan.
- Monitoring dan kontrol alat ini dapat di lakukan dari jarak jauh melalui *smartphone* (aplikasi *MIT App Inventor*). Selama NodeMCU ESP8266 ter-koneksi dengan jaringan internet.

#### **5.2. Saran**

Dari keseluruhan proyek akhir yang telah dikerjakan ini ada beberapa saran yang disampaikan untuk mengembangkan proyek akhir ini kedepannya, yaitu:

1. Alat ini dibuat dengan sistem pencampuran limbah dengan mengalir limbah melalui pipa-pipa yang dihubungkan, untuk mendapatkan nilai PH yang maksimal proses pencampuran dapat dilakukan dengan metode pengadukan.
2. Hasil pengukuran suhu dan PH dapat dimaksimalkan lagi dengan melakukan akurasi sensor baik dari program maupun sensor yang digunakan.
3. Pengontrolan pencampuran dapat di maksimalkan lagi dengan menambahkan pencampuran berdasarkan debit aliran yang diinginkan.

## 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] J. D. W. Kahl *et al.*, "Internet Of Think," *Time*, vol. 6, no. 3, p. 198, 2019.
- [4] 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.
- [5] A. Hutagalung, "Sensor suhu " *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., pp. 5–24, 1967.
- [6] M. La Raufun, Sandi Ardiasyah, "Prototype Pengontrol Pengisian Tandon Air Secara Paralel Menggunakan Solenoid Valve Berbasis Atmega 2560," *Informatika*, vol. 7, no. 2, pp. 30–35, 2018.
- [7] M. A. Hasan, N. Nasution, and D. Setiawan, "Game Bola Tangkis Berbasis Android Menggunakan App Inventor," *Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 8, no. 2, pp. 160–169, 2017, doi: 10.31849/digitalzone.v8i2.641.
- [8] 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 : Randika Saptianda  
Tempat, Tanggal Lahir : Air Kuang, 28 September 2000  
Alamat Rumah : Jl. Air Kuang, Rt 01, Jebus  
No. HP : 082266121916  
Email : randikasaptianda28@gmail.com  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam



#### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 12 Jebus	Lulus 2012
SMP Negeri 1 Jebus	Lulus 2015
SMK Negeri 1 Parittiga	Lulus 2018
DIII Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	Lulus 2021

#### 3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 6 September 2021

Randika Saptianda

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Fira Safitra  
Tempat, Tanggal Lahir : Sungailiat, 04 Mei 2001  
Alamat Rumah : Jalan Ahmad Yani, Belinyu  
No. HP : 082279165132  
Email : firasftra12@gmail.com  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam



### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 3 Belinyu	Lulus 2012
SMP Negeri 1 Belinyu	Lulus 2015
SMA Negeri 1 Belinyu	Lulus 2018
DIII Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	Lulus 2021

### 3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 6 September 2021



Fira Safitra

## Lampiran 2 Program Keseluruhan

### 1. Kode Program Dari Arduino Uno Ke NodeMCU ESP8266

```
// kepala library
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <Wire.h>
#include <DS3231.h>
#include <Servo.h>
// library LCD
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd1(0x27,16,2);

LiquidCrystal_I2C lcd2(0x26,16,2);
#define ONE_WIRE_BUS 4

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);

DallasTemperature sensorSuhu (&oneWire);

Servo myservo;

DS3231 rtc(SDA,SCL);

// Deklarasi Variabel KIPAS menggunakan relay SSR
int FAN = 3;

// Deklarasi Variabel KERAN menggunakan relay SSR
int VALVE = 8;

//
int relaySSR1=9 ;
int relaySSR2=10 ;
int relaySSR3=11 ;
int relaySSR3Value=0;
int relaySSR4=12 ;
int relaySSR4Value=0;
//
int u= 0;
int v= 0;
int w= 0;
int x= 0;
int y= 0;
int z=0;
//
int pos1 =0;
int pos2 =180;
int pos3 = 0;
int pos4 = 180;

// Deklarasi Variabel Sensor PH
```

```

float resolution_1;
float resolution_2;
int measurings_1;
int measurings_2;
float voltage_1;
float voltage_2;
float pH_1value;
float pH_2value;
float b = 1.25;
float b1 = 3.15;
float m = 0.167;

// Deklarasi Variabel Sensor SUHU

float suhu;

// Deklarasi Variabel Water Flow Sensor
byte sensorInt = 0; // deklarasi flow water
byte flowsensor = 2; // input pin flow sensor
float konstanta = 7.5; //konstanta flow sensor
float debit; // inisialisasi debit
int volume; // inisialisasi volume
unsigned long oldTime; // inisialisasi oldTime
unsigned int flowmlt; // inisialisasi flowmlt
volatile byte pulseCount; // inisialisasi pulseCount

// Deklarasi Variabel RTC
String hari;
String waktu;
Time t;
const int jamMonitoring = 10;
const int menMonitoring = 00;
const int jamMonitoring1 = 14;
const int menMonitoring1 = 00;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    resolution_1 = 1024.0;
    resolution_2 = 1024.0;
    pinMode(FAN, OUTPUT);
    digitalWrite (FAN,0);
    pinMode (VALVE, OUTPUT);
    pinMode (relaySSR1, INPUT);
    pinMode (relaySSR2, INPUT);
    pinMode (relaySSR3, INPUT);
    pinMode (relaySSR4, INPUT);

    rtc.begin();
    myservo.attach(5);

// Menampilkan awal LCD 16x2
    lcd1.begin();
    lcd1.backlight();
    lcd1.clear();
    lcd1.setCursor(3,0);
    lcd1.print("BISMILLAH");

```



```

    lcd1.setCursor(0,1);
    lcd1.print("*****");
    delay(200);
    lcd2.begin();
    lcd2.backlight();
    lcd2.clear();
    lcd2.setCursor(3,0);
    lcd2.print("BISMILLAH");
    lcd2.setCursor(0,1);
    lcd2.print("*****");
    delay(200);
    pinMode(flowsensor, INPUT);
    digitalWrite(flowsensor, HIGH);

    pulseCount = 0;
    debit       = 0.0;
    flowmlt     = 0;
    volume      = 0.0;
    oldTime     = 0;
    attachInterrupt(sensorInt, pulseCounter, FALLING);

}

void loop(){
    // Real Time Clock
    hari = rtc.getDOWStr();
    waktu = rtc.getTimeStr();
    Serial.println(waktu);
    t = rtc.getTime();
    relaySSR4Value = digitalRead(relaySSR4);
    relaySSR3Value = digitalRead(relaySSR3);
    //Serial.print("relaySSR4Value= ");
    //Serial.println(relaySSR4Value);
    //Serial.print("relaySSR3Value = ");
    //Serial.println(relaySSR3);

    // mengaktifkan fan berdasarkan nilai suhu dan mode otomatis

    if(suhu >= 40.00 && relaySSR4Value == HIGH)
    {
        digitalWrite(FAN,HIGH);
        y=1;
        delay(50);
    }

    else if(suhu <= 40.00 && y==1 )
    {
        digitalWrite(FAN,LOW);
        y=0;
        delay(50);
    }
    // mengaktifkan fan berdasarkan mode manual IoT

```

```

if (relaySSR1 == HIGH && x==0)
{
    digitalWrite(FAN,1);
    x=1;
}

else if (relaySSR1 == LOW && x==1)
{
    digitalWrite(FAN,0);
    x=0;
}
delay(100);
// mengaktifkan VALVE berdasarkan nilai PH1 dan mode otomatis Iot
if( pH_1value <= 5 && relaySSR4Value == HIGH)
{
    digitalWrite (VALVE,HIGH);
    v=1;
    delay(50);
}

else if ( pH_1value >=6 && v == 1)
{
    digitalWrite (VALVE,LOW);
    v=0;
    delay(50);
}

delay(100);
// mengaktifkan Valve berdasarkan mode manual IoT
if (relaySSR2 == HIGH && u==0 )
{
    digitalWrite (VALVE,HIGH);
    u=1;
}

else if (relaySSR2 == LOW && u==1 )
{
    digitalWrite (VALVE,LOW);
    u=0;
}
delay(100);
// mengaktifkan motor servo berdasarkan waktu

if (t.hour == jamMonitoring && t.min == menMonitoring || t.hour
== jamMonitoring1 && t.min == menMonitoring1 && relaySSR4Value ==
HIGH)

{
    delay(500);
    myservo.write(pos3);
    z=1;
    delay(10);
}

if (pH_1value >=6 && z==1)
{
    myservo.write(pos4);
}

```

```

        z=0;
        delay(5);
    }

    delay(100);
    // mengaktifkan motor servo berdasarkan mode manual IoT
    if (relaySSR3Value == HIGH && w==0 )
    {
        delay(5000);
        myservo.write(pos1);
        w=1;
        delay(10);
    }
    else if (relaySSR3Value == LOW && w==1)
    {
        delay(5000);
        myservo.write(pos2);
        w=0;
        delay(10);
    }

    delay (500);
    LCD1();
    LCD2();
    //baca permintaan dari NodeMCU
    String minta = "";

    //baca permintaan NodeMCU
    while(Serial.available()>0)
    {
        minta += char(Serial.read());
    }
    //pembuangan spasi data yang diterima
    minta.trim();

    //uji variable minta
    if(minta == "Ya"){
    //kirim datanya
        kirimdata();
    }
    //kosongkan variable minta
    minta = "";
    delay(500);
}

void kirimdata() {
//program flow sensor
    if((millis() - oldTime) > 1000) {
        detachInterrupt(sensorInt);
        debit    = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount) /
konstanta;
        oldTime = millis();
        flowmlt = (debit / 60) * 1000;
        volume += flowmlt;
        unsigned int frac;

```

```

    pulseCount = 0;
    attachInterrupt(sensorInt, pulseCounter, FALLING);
}
// menghitung dan menampilkan nilai SUHU
sensorSuhu.setResolution(11);
sensorSuhu.requestTemperatures();
suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0)+ 0.95;
// menghitung dan menampilkan nilai PH1 dan PH2
measurements_1 = 0;
for (int i = 0; i < 10; i++)
{
    measurements_1 = measurements_1 + analogRead(A0);
    delay(10);
}
    voltage_1 = (( 5 / resolution_1) * (measurements_1/10));
    pH_1value = ((7 + ((2.5 - voltage_1) / m))) + b;

    measurements_2 = 0;
for (int i = 0; i < 10; i++)
{
    measurements_2 = measurements_2 + analogRead(A1);
    delay(10);
}
    voltage_2 = (( 5 / resolution_2) * (measurements_2/10));

    pH_2value = ((7 + ((2.5 - voltage_2) / m))) + b1;

//Variable penampungan data yang akan dikirim ke NodeMCU
    String datakirim = String(volume) + "#" + String(debit)+ "#" +
        String(suhu)+          "#"+String(pH_1value)+
"#"+String(pH_2value);

    //kirim data ke NodeMCU
    Serial.println(datakirim);
    delay(500);
}

void pulseCounter(){
// Increment the pulse counter
    pulseCount++;
}

void LCD2(){
//program flow sensor
    if((millis() - oldTime) > 1000) {
        detachInterrupt(sensorInt);
        debit    = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount) /
konstanta;
        oldTime = millis();
        flowmlt = (debit / 60) * 1000;
        volume += flowmlt;
        unsigned int frac;

        pulseCount = 0;

```

```

attachInterrupt(sensorInt, pulseCounter, FALLING);
}

lcd2.clear();

lcd2.setCursor(0,0);
lcd2.print("Volume  : ");
lcd2.print(volume);
lcd2.print(" mL");

lcd2.setCursor(0,1);
lcd2.print("Debit   : ");
lcd2.print(debit);
lcd2.print(" L/m");

}

void LCD1(){
// menghitung dan menampilkan nilai SUHU
sensorSuhu.setResolution(11);
sensorSuhu.requestTemperatures();
suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0)+ 0.95;

measurements_1 = 0;
for (int i = 0; i < 10; i++)
{
measurements_1 = measurements_1 + analogRead(A0);
delay(10);
}
voltage_1 = (( 5 / resolution_1) * (measurements_1/10));
pH_1value = ((7 + ((2.5 - voltage_1) / m))) + b;

measurements_2 = 0;
for (int i = 0; i < 10; i++)
{
measurements_2 = measurements_2 + analogRead(A1);
delay(10);
}
voltage_2 = (( 5 / resolution_2) * (measurements_2/10));

pH_2value = ((7 + ((2.5 - voltage_2) / m))) + b1;
lcd1.clear();

lcd1.setCursor(0,0);
lcd1.print("SUHU");
lcd1.setCursor(0,1);
lcd1.print(suhu);
lcd1.setCursor(7,0);
lcd1.print("PH1");
lcd1.setCursor(6,1);
lcd1.print(pH_1value);
lcd1.setCursor(12,0);
lcd1.print("PH2");
lcd1.setCursor(12,1);
lcd1.print(pH_2value);

```

```
    delay(100);
}
```

## 2. Kode Program NodeMCU ESP8266

```
// library NodeMCU
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <FirebaseArduino.h>
// pin serial komunikasi pada NodeMCU
SoftwareSerial NodeMCU(12,13 ); //deklarasi pin D6=12=tx dan
D7=13=rx pada node mcu
#define FIREBASE_HOST "testm-98fbd-default-rtdb.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH "4K6VeFN8Bfg1PJ75I7uI8BxqSINOR5sm7o7SviR"
#define WIFI_SSID "Ini Hospot"
#define WIFI_PASSWORD "makasihganteng"

unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 7000;
//variable array untuk data pemisah
String arrData[5];
float debitt,suhu,pH_1value, pH_2value ;
int volumee;
String a, b,c,d;

int relaySSR1 = D1;
int relaySSR2 = D2;
int relaySSR3 = D3;
int relaySSR4 = D4;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  NodeMCU.begin(9600);
  pinMode(relaySSR1, OUTPUT);
  pinMode(relaySSR2, OUTPUT);
  pinMode(relaySSR3, OUTPUT);
  pinMode(relaySSR4, OUTPUT);
  // connect to wifi.
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print("connecting");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.print("WiFi connected! ");
  // Serial.println(WiFi.localIP());
  Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
}

void loop(){
  a=Firebase.getString("fan");
  if (a=="1")
  {
    digitalWrite(relaySSR1,HIGH); //Device1 is ON
```

```

        return;
        delay(100);
    }
    else
    {
        digitalWrite(relaySSR1,LOW); //Device1 if OFF
        delay(100);
    }
    delay(500);
    b=Firebase.getString("valve");
    if (b=="1")
    {
        digitalWrite(relaySSR2,HIGH); //Device1 is ON
        return;
        delay(100);
    }
    else
    {
        digitalWrite(relaySSR2,LOW); //Device1 if OFF
        delay(100);
    }
    delay(500);
    c=Firebase.getString("servo");
    if (c=="1")
    {
        digitalWrite(relaySSR3,HIGH); //Device1 is ON
        Serial.println ("servo down");
        return;
        delay(100);
    }
    else
    {
        digitalWrite(relaySSR3,LOW); //Device1 if OFF
        Serial.println ("servo up");
        delay(100);
    }
    delay(500);
    d=Firebase.getString("auto");
    Serial.println(d);
    if (d=="1")
    {
        digitalWrite(relaySSR4,HIGH); //Device1 is ON
        Serial.println ("auto on");
        return;
        delay(100);
    }
    else
    {
        digitalWrite(relaySSR4,LOW); //Device1 if OFF
        Serial.println ("auto off");
        delay(100);
    }
    delay(500);
}
//counfigurasi millis

```

```

    unsigned long currentMillis = millis(); //Baca waktu millis
    saat ini
    if(currentMillis - previousMillis >= interval){
//Update data previousMillis
    previousMillis = currentMillis;

//pembacaan data dari arduino uno (hasil kiriman data)
//baca data serial
    String data = "";
    while(NodeMCU.available()>0)
    {
        data += char (NodeMCU.read());
    }
//Pembuangan spasi datanya
    data.trim();

//uji data
    if(data != "")
    {
        //parsing datanya(pecah data)
        int index = 0;
        for(int i=0; i<= data.length(); i++)
        {
            char delimiter = '#' ;
            if(data[i] != delimiter)
                arrData[index] += data[i] ;
            else
                index++; //variable index bertambah 1
        }

//pemastian data yag dikirim lengkap
        if(index == 4)
        {
            //tampilkan nilai sensor ke serial monitor

            Serial.println("volume: " + arrData[0]); //data
volume
            Serial.println("debit : " + arrData[1]); //data debit
            Serial.println("suhu : " + arrData[2]); //data suhu
            Serial.println("PH1 : " + arrData[3]); //data PH1
            Serial.println("PH2 : " + arrData[4]); //data PH2
        }

        volumee = arrData[0].toInt();

        debitt = arrData[1].toFloat();
        suhu = arrData[2].toFloat();
        pH_1value = arrData[3].toFloat();
        pH_2value = arrData[4].toFloat();

        arrData[0] = "";
        arrData[1] = "";
        arrData[2] = "";
        arrData[3] = "";
        arrData[4] = "";
    }
}

```



```
    //minta data ke arduino uno
    NodeMCU.println("Ya");
}

Firebase.setString("volume", String(volumee));
Firebase.setString("debit", String(debitt));
Firebase.setString("suhu", String(suhu));
Firebase.setString("PH1", String(pH_1value));
Firebase.setString("PH2", String(pH_2value));
delay(100);
}
```