

# TUGAS AKHIR

## RANCANG BANGUN ALAT PEMBACA DAYA KELUARAN DAN KECEPATAN RPM PADA TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) BERBASIS INTERNET OF THINGS

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**FIKRI ANDRIAN**  
1907220018



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fikri Andrian

NPM : 1907220018

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Pembaca Daya Keluaran Dan Kecepatan RPM Pada Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Berbasis Internet Of Things

Bidang ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 April 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M.T.

Dosen Pembanding I / Penguji



Ir. Abdul Azis Hutasuhut M.M.

Dosen Pembanding II / Penguji



Partaonan Harahap S.T.,M.T.

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Fikri Andrian

Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 28 September 2001

NPM :1907220018

Fakultas :Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Rancang Bangun Alat Pembaca Daya Keluaran Dan Kecepatan RPM Pada Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Berbasis Internet Of Things”,**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 April 2024  
Saya yang menyatakan,

  
Fikri Andrian

## ABSTRAK

Pada saat ini perkembangan penggunaan IoT dalam monitoring begitu pesat didunia terkhususnya di Indonesia. Banyak monitoring elektronik yang menggunakan IoT agar dapat mempermudah proses pengontrolan. Dengan memanfaatkan mikrokontroller yang dikombinasikan dengan modul NodemCU yang berfungsi untuk mengkoneksikan alat ukur yang telah dibuat dengan jaringan yaitu internet. Sehingga proses monitoring dapat dilakukan dengan jarak jauh dengan memanfaatkan internet pada lokasi penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat dan menganalisis alat yang telah dibuat agar dapat bekerja secara efektif dan efisien, adapun analisis kinerja alat menggunakan metode perbandingan dengan melakukan perbandingan antara alat ukur standart dan alat yang telah dibuat. Alat monitoring daya pada pembangkit listrik tenaga bayu ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan apa yang diprogram kan. Pada proses perancangan adapun sensor yang digunakan adapah ESP256 sebagai alat koneksi pada jaringan iot, dan menggunakan sensor arus ACS712, tegangan pzem dan sensor rpm meter untuk arduino uno. Alat yang telah dibuat sangat efektif dan efisien digunakan karena setelah diuji hasil bacaan rpm memiliki tingkat margi error relatif kecil yaitu paling tinggi adalah 15%. Pada hasil bacaan daya keluaran pada alat yang dibandingkan dengan daya hasil ukur langsung menggunakan multimeter. Tingkat akurasi alat juga relafit tinggi yaitu dengan rata – rata 80% dan tingkat error sebesar 20%.

**Kata Kunci :** Mikrokontroller, IoT, Daya Listrik, Monitoring

## **ABSTRACT**

*Currently, the development of the use of IoT in monitoring is very rapid in the world, especially in Indonesia. Many electronic monitoring systems use IoT to simplify the control process. By utilizing a microcontroller combined with a NodemCU module which functions to connect the measuring instrument that has been created to a network, namely the internet. So the monitoring process can be carried out remotely by using the internet at the research location. This research aims to design, make and analyze tools that have been made so that they can work effectively and efficiently, while analyzing the performance of tools using a comparative method by comparing standard measuring tools and tools that have been made. The power monitoring tool at this wind power plant can work well according to what is programmed. In the design process, the sensors used are ESP256 as a connection tool to the IoT network, and use ACS712 current sensors, PZEM voltage and RPM meter sensors for Arduino UNO. The tool that has been made is very effective and efficient to use because after testing the rpm reading results have a relatively small margin of error, namely the highest is 15%. The results of the output power readings on the tool are compared with the power measured directly using a multimeter. The accuracy level of the tool is also relatively high, namely with an average of 80% and an error rate of 20%.*

**Keywords:** *Microcontroller, IoT, Electric Power, Monitoring*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pembaca Daya Keluaran Dan Kecepatan Rpm Pada Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Pltb) Berbasis Internet Of Things” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik , Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini ,untuk itu penulis mengucapkan rasa terimakasih yang tulus kepada :

1. Ibu dan Ayah yang telah mendukung saya dalam keadaan apapun untuk menuliskan studi tugas akhir ini.
2. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Dan sekaligus Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar , S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara .
4. Ibu Elvy Sahnur Nasution , S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak / Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Teman- teman seperjuangan berikut : Sandi Purnawan, Ardi Nurman.
7. Teman- teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2019
8. Teman- teman Asisten Laboratorium Dasar sistem kontrol Periode 2022-2023.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan , untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan keteknik- elektro.

Medan , Agustus 2023

Fikri Andrian

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Ruang Lingkup .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Landasan Teori .....	5
2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu .....	8
2.3.1. Turbin Angin .....	10
2.3. Mikrokontroler .....	13
2.4. Sensor .....	17
2.5. <i>Internet of Things</i> (IoT) .....	17
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	<b>30</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	30
3.2 Bahan dan Alat .....	30
3.3 Diagram Blok Alat.....	32
3.4 Rancang Bangun Alat.....	33
3.5 Prosedur Penelitian .....	34
3.6 Metode Pengujian Sistem .....	34
3.7 Metode Analisis Data .....	35
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>44</b>
4.1 Perancangan Alat.....	44
4.1.1. Gambar Rangkaian .....	44
4.1.2. Pembuatan Alat .....	45
4.2 Pengujian Alat .....	52
<b>BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>61</b>

5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	61

**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.2 Margin error alat motor tanpa beban.....	51
Tabel 4.2 Margin error alat motor dengan beban.....	54
Tabel 4.2 Data tegangan pada alat dan multimeter.....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Angin .....	12
Gambar 2.2 Turbin Angin Horizontal .....	14
Gambar 2.3 Turbin Vertikal .....	14
Gambar 2.4 Ruang Alamat memori .....	17
Gambar 2.5 Skema Mikrokontroler .....	17
Gambar 2.6 <i>Mikrontrroller</i> .....	18
Gambar 2.7 <i>Termostat</i> .....	21
Gambar 2.8 <i>Thermistor</i> .....	22
Gambar 2.9 <i>RTD</i> .....	23
Gambar 2.10 <i>Thermocouple</i> .....	24
Gambar 2.11 Ilustrasi Sensor ACS 712 .....	25
Gambar 2.12 Terimanal ACS 712 .....	26
Gambar 2.13 Sensor TA12 .....	28
Gambar 2.14 Sinyal Output Sensor Hall .....	29
Gambar 3.1 Atmega 2560 .....	32
Gambar 3.2 ESP 8266 .....	33
Gambar 3.3 ACS 712 .....	34
Gambar 3.4 ZMPT 101B .....	34
Gambar 3.5 Sensor Hall Infra Red .....	35
Gambar 4.1 Desain Gambar Alat .....	39
Gambar 4.2 Sensor arus dan Tegangan .....	40
Gambar 4.4 Sensor RPM .....	41
Gambar 4.5 Program Pada Aplikasi arduino .....	42
Gambar 4.6 Tampilan Rpm dan Daya .....	47
Gambar 4.7 Rpm Meter .....	49
Gambar 4.8 Menu Rpm pada tampilan IOT .....	50
Gambar 4.9 Pengujian Tanpa Beban .....	52
Gambar 4.10 Pengujian Rpm motor dengan beban .....	54
Gambar 4.11 Daya Pada Alat .....	56

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi robotika telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Dimana perkembangan teknologi robotika tersebut telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi berbagai pabrik, keamanan dan permainan. Dengan perkembangan robot yang kian pesat di dunia, dapat dijadikan alternatif lain untuk menggantikan peran manusia yang memiliki keterbatasan, misalnya untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi pada bidang perindustrian, melakukan pekerjaan dengan resiko bahaya yang tinggi ataupun melakukan pekerjaan yang membutuhkan tenaga besar dan sebagainya. Teknologi robotika juga telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia. Teknologi sistem kendali dengan piranti mikrokontroler telah berkembang menjadi salah satu sistem kontrol kendali cerdas yang dapat digunakan untuk aplikasi dalam bidang robotika.

Jika sebelumnya robot hanya dioperasikan di laboratorium ataupun dimanfaatkan untuk kepentingan industri, di negara-negara maju perkembangan robot mengalami peningkatan yang tajam, saat ini robot telah digunakan sebagai alat untuk membantu pekerjaan manusia. Seiring dengan berkembangnya teknologi, khususnya teknologi elektronik, peran robot menjadi semakin penting tidak saja di bidang sains, tetapi juga di berbagai bidang lainnya, seperti di bidang kedokteran, pertanian, bahkan militer. Secara sadar atau tidak, saat ini robot telah masuk dalam kehidupan manusia sehari-hari dalam berbagai bentuk dan jenis. Ada jenis robot sederhana yang dirancang untuk melakukan kegiatan yang sederhana, mudah dan berulang-ulang, ataupun robot yang diciptakan khusus untuk melakukan sesuatu yang rumit, sehingga dapat berperilaku sangat kompleks dan secara otomatis dapat mengontrol dirinya sendiri sampai batas tertentu.

Saat ini, robotik sederhana banyak menggunakan pengendali mikro yang disebut dengan arduino. Arduino adalah pengendali mikro *single-board* bersifat sumber terbuka, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Tujuan awal dibuat Arduino adalah

untuk membuat perangkat mudah dan murah, dari perangkat yang ada saat itu. Dan perangkat tersebut ditujukan untuk para siswa yang akan membuat perangkat desain dan interaksi. Dengan pengkombinasian alat kontrol dengan perangkat IoT seperti NodemCU, pemanfaatan pengontrolan yang dapat dilakukan bisa dipermudah dengan menggunakan wireless atau monitoring tanpa kabel. Dengan IoT pengontrolan dapat dilakukan dimana saja melalui perangkat seperti komputer, laptop bahkan smartphone pengguna.

Pada saat ini perkembangan penggunaan IoT dalam monitoring begitu pesat didunia terkhususnya di Indonesia. Banyak monitoring elektronik yang menggunakan IoT agar dapat mempermudah proses pengontrolan. Pada umumnya masyarakat ataupun pembangkit listrik tenaga Bayu (PLTB) masyarakat ataupun untuk keperluan penelitian melihat daya keluaran yang dihasilkan melalui hasil pengukuran secara manual dengan memanfaatkan alat ukur seperti tang ampere untuk arus yang dihasilkan dan multimeter untuk tegangan yang dihasilkan oleh PLTB tersebut. Namun untuk mendapatkan hasil yang maksimal harus dilakukan secara berulang – ulang pengukuran secara manual dan ditengah terik panas matahari, hal ini dirasa mempersulit proses pengambilan data karena dilakukan secara manual dan membutuhkan tenaga yang lebih agar dapat hasil yang maksimal. Untuk mempermudah kerja manusia dalam hal memonitoring daya keluaran pada PLTB dapat dilakukan dengan cara memantau dari kejauhan (tidak harus ditengah terik matahari) untuk mengetahui daya keluaran PLTB tersebut. Dengan memanfaatkan mikrokontroller yang dikombinasikan dengan modul NodemCU yang berfungsi untuk mengkoneksikan alat ukur yang telah dibuat dengan jaringan yaitu internet. Sehingga proses monitoring dapat dilakukan dengan jarak jauh dengan memanfaatkan internet pada lokasi penelitian.

Maka dari itu pada penelitian ini diangkat judul tentang Perancangan Alat Pembaca Daya Keluaran, Frekuensi Dan Cos Phi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Pltb) Berbasis Mikrokontroller Dengan Menggunakan Datalogger Dan Internet Of Things yang diharapkan mempermudah kinerja manusia dalam memonitoring daya keluaran yang dihasilkan oleh PLTB dengan jaringan yang memanfaatkan internet, yang bisa dilihat melalui komputer, laptop ataupun smartphone secara jarak jauh.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana rancangan alat pembaca daya keluaran dan kecepatan rpm pada turbin pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) berbasis internet of things tersebut?
2. Bagaimana tahapan pembuatan alat pembaca daya keluaran dan kecepatan rpm pada turbin pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) berbasis internet of things tersebut?
3. Bagaimana perangkat dapat mengakses daya keluaran dan RPM dari turbin angin yang dihasilkan dengan efektif dan akurat ?

## **1.3. Ruang Lingkup**

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah :

1. Membahas tentang perancangan alat pembaca daya keluaran dan kecepatan rpm pada turbin pembangkit listrik tenaga bayu (pltb) berbasis internet of things
2. Membahas proses pembuatan alat pembaca daya keluaran dan kecepatan rpm pada turbin pembangkit listrik tenaga bayu (pltb) berbasis internet of things
3. Menganalisis tentang tingkat efektifitas dan efisiensi alat yang telah dibuat yaitu sensitifitas dan tingkat error hasil bacaan alat.

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Merancang alat pembaca daya keluaran dan kecepatan rpm pada turbin pembangkit listrik tenaga bayu (pltb) berbasis internet of things.
2. Membuat tahapan pembuatan alat pembaca daya keluaran dan kecepatan rpm pada turbin pembangkit listrik tenaga bayu (pltb) berbasis internet of things dengan menggunakan datalogger dan internet of things.
3. Menganalisis . perangkat dapat mengakses daya keluaran dan RPM dari turbin angin yang dihasilkan dengan efektif dan akurat.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menjadi alat pembaca daya keluaran dan kecepatan rpm pada turbin pembangkit listrik tenaga bayu (pltb) berbasis internet of things
2. Memberikan pengetahuan dan informasi bagi penulis tentang mikrokontroller dan pemanfaatan IoT agar mempermudah kinerja manusia
3. Menjadi referensi penelitian bagi peneliti dan mahasiswa pada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka Relevan**

Penelitian serupa telah dilakukan oleh beberapa peneliti, (Studi et al., 2018) mengatakan Energi listrik merupakan faktor yang penting dalam kehidupan. Hampir seluruh aktivitas yang dilakukan manusia membutuhkan listrik. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) diciptakan untuk memenuhi kebutuhan kekurangan listrik tersebut. Pada sistem ini air dialirkan menggunakan pompa untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan mekanik. Energi mekanik tersebut akan diubah menjadi energi listrik oleh generator. Tegangan yang diinginkan sebesar 38 volt untuk menhidupkan lampu, tetapi tegangan yang dihasilkan generator tidak selalu sesuai dengan yang diinginkan. Oleh karena itu, dirancang sebuah sistem monitoring untuk mengetahui kecepatan putar turbin serta tegangan yang dihasilkan generator. Pada perancangan sistem monitoring ini, sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan putar turbin adalah sensor Proximity Hall Effect NJK500-2A. Sedangkan sensor yang digunakan untuk mengukur tegangan keluaran generator adalah sensor Tegangan yang menggunakan modul pembagi tegangan. Dari data uji sistem monitoring didapat hasil yaitu sensor Tegangan memiliki nilai ketidakpastian diperluas ( $U_{exp}$ ) sebesar  $\pm 0.54$  dengan akurasi sebesar 99.81%, dan error pembacaan sebesar 0.19%, sensitivitas sebesar 98,5% serta non linieritas sebesar 10.186%. Sensor Proximity Hall Effect NJK-5002A memiliki nilai ketidakpastian diperluas ( $U_{exp}$ ) sebesar  $\pm 12.325$  dengan akurasi sebesar 95.39%, dan sensitivitas sebesar 97,56% serta non linieritas sebesar 7.49%.

Pada penelitian lain Energi dari fosil yang merupakan penghasil energi yang utama dapat diubah dengan memanfaatkan tenaga angin sebagai energi alternatif yang dapat diperbarui. Alat yang digunakan sebagai konversi tenaga angin adalah turbin angin, dimana tenaga angin merupakan energi kinetik yang dirubah menjadi energi mekanik yang digunakan untuk menghasilkan energi alternatif adalah energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Angin merupakan salah satu pembangkit tenaga listrik yang memiliki efisiensi kerja yang baik bila dibanding

pembangkit listrik lainnya. Prinsip kerja pembangkit ini adalah berasal dari energi kinetik angin yang memutar baling-baling atau kincir angin, kemudian energi mekanik ini menjalankan generator untuk menciptakan energi listrik. Perancangan dilakukan untuk mengetahui dan memahami tentang mengoperasikan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin menggunakan ESP8266 berbasis Node-Red yang berintegrasi dengan smartphone atau PC sebagai monitor alat tersebut. Perancangan monitor tegangan dan arus Pembangkit Listrik Tenaga Angin menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan pemrogram menggunakan software Arduino IDE yang akan di aplikasikan kepada Node- Red untuk membuat tampilan pada layar smartphone atau PC. Metode penelitian yang digunakan penulis adalah eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan prototipe turbin angin menggunakan model turbin angin savonius dan memonitoring dari keluaran pembangkit listrik tenaga angin dengan menggunakan ESP8266 yang di tampilan menggunakan dashbord Node-Red (Listrik et al., 2022).

Peralatan industri banyak mengaplikasikan mesin berputar. Seiring pemakaiannya mesin tersebut akan mengalami keausan, apalagi jika mengalami overspeed, maka kerusakan akan lebih cepat terjadi. Oleh karena itu diperlukanlah sebuah alat yang bisa digunakan untuk memantau kecepatan putaran pada mesin berputar, yang bisa dilakukan secara realtime dan dimana saja. Sensor yang digunakan pada pengujian ini adalah sensor infrared, sensor ini bekerja saat transmitter memancarkan cahaya infrared ke reflektor kemudian diterima lagi oleh receiver dalam bentuk pulse. Data kemudian diolah oleh mikrokontroler Arduino dan Nodemcu Esp8266 untuk kemudian ditampilkan dalam bentuk nilai rpm pada LCD, aplikasi Blynk dan webserver Thingspeak. Khusus pada aplikasi Blynk dan wserver Thingspeak data akan tertampil secara nirkabel. Dari hasil pengujian, data yang tertampil pada LCD dan aplikasi Blynk akan terupdate setiap 1 detik, sedangkan pada webserver Thingspeak data hanya akan terupdate setiap 15 detik. Kemudian saat kondisi overspeed notifikasi akan terkirim via e-mail. (Hidayat & Hakim, n.d.).

Menurut (Samsinar et al., 2020) Indonesia merupakan negara dengan panjang garis pantai kedua terpanjang didunia

setelah Kanada. Hal tersebut dapat dimanfaatkan dengan membangun teknologi listrik terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga angin. Namun, masih banyak ditemukan kendala dalam pelaksanaannya seperti penentuan lokasi pantai yang memiliki banyak tenaga angin untuk menggerakkan turbin secara maksimal. Oleh karena itu dibutuhkan alat yang dapat memantau kecepatan angin serta kondisi disekitar pantai agar dapat dilakukan pemasangan turbin listrik bertenaga angin ditempat tersebut. Alat pembaca kecepatan angin biasa disebut sebagai Anemometer dan alat pembaca arah angin disebut Windvane, penggabungan alat tersebut dapat menjadi salah satu solusi agar dapat mengetahui lokasi pantai yang memiliki banyak angin secara tepat dan maksimal. Penambahan sensor suhu dan kelembapan akan menambah parameter kondisi lingkungan pantai untuk penelitian lebih lanjut. Hasil yang didapatkan pada perancangan alat ini adalah pembacaan kecepatan angin (m/s) arah angin serta temperatur dan humiditas(%) keadaan lokasi pantai tersebut dan datanya akan disimpan pada database yang terdapat pada Raspberry Pi dengan menggunakan Sqlite.

Kemudian Kecepatan angin dan desain sudu mempengaruhi besarnya kecepatan putaran generator, sehingga data kecepatan putar sudu dan kecepatan putar generator menjadi salah satu acuan untuk berbagai keperluan seperti mendesain sudu turbin, data pembanding dengan output generator dalam menentukan kinerja generator dan sistem keamanan turbin. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat pengukur kecepatan putar (rpm) generator yang dihasilkan dari pergerakan turbin angin. Prinsip kerja dari alat ini yaitu menembakkan cahaya infra merah pada bidang reflektif yang akan memantulkan cahaya inframerah yang kemudian diterima oleh detektor. Alat pengukur kecepatan putar ini menggunakan sensor led inframerah yang dapat memancarkan cahaya inframerah yang tidak kasat mata. Cahaya inframerah merupakan gelombang cahaya yang berada pada spektrum cahaya tak kasat mata yang ditembakkan ke daerah reflektif kemudian ditangkap oleh phototransistor sebagai receiver. Output receiver akan dikonversi dalam bentuk kecepatan putar (rpm) oleh mikrokontroler. Nilai rpm akan ditampilkan melalui display lcd. Berdasarkan hasil pengujian alat diperoleh bahwa error pengukuran paling kecil pada kecepatan 6000 RPM dengan prosentase error sebesar 0.00 %, sedangkan

prosentase error terbesar pada kecepatan 500 RPM sebesar 0.04 %. Dari data hasil pengujian yang telah dilakukan , hasil pengukuran masih dalam batas toleransi yaitu sebesar  $\pm 10\%$ . (Susanto, F, Prasiani, 2018)

## 2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

PLTB secara umum adalah suatu sistem pembangkit listrik yang dapat mengonversikan energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik. Secara umum PLTB terbagi menjadi 4 bagian, yaitu rotor turbin, gearbox, generator dan pembebanan. Prinsip kerja PLTB adalah mengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik dari putaran baling – baling yang dapat memutar rotor. Putaran dari rotor relatif lambat sehingga PLTB secara umum menggunakan gearbox untuk mempercepat laju putaran rotor. (M. Nuryogi, 2019)

PLTB adalah suatu teknologi pembangkit listrik yang merubah potensi angin menjadi energi listrik. Angin merupakan udara yang bergerak/mengalir, sehingga memiliki kecepatan, tenaga dan arah. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari. Daya yang dihasilkan energi angin dirumuskan sebagai berikut : (Bachtiar Antonov, Wahyudi, 2018)

$$P = k.F.A.E. v^3 \quad (2.1)$$

Dimana :

$p$  = daya (kw)

$K$  = Konstanta =  $1,37.10^{-5}$

$F$  = faktor = 0,5926

$E$  = efisiensi rotor dan peralatan lain

$v$  = kecepatan angina (m/det)

PLTB secara umum adalah suatu sistem pembangkit listrik yang dapat mengkonversikan energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik. Secara umum PLTB terbagi menjadi 4 bagian, yaitu rotor turbin, *gearbox*, generator dan pembebanan. Prinsip kerja PLTB adalah mengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik dari putaran baling-baling yang dapat memutar rotor. Putaran rotor relatif lambat sehingga PLTB secara umum menggunakan *gearbox* untuk mempercepat laju putaran rotor. Setelah itu generator mengubah putaran dari *gearbox* tersebut mejadi energi listrik

Energi kinetik pada suatu turbin angin dapat dirumuskan seperti pada persamaan berikut :

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (2.2)$$

Dimana :

$E_k$  = Energi kinetik (*joule*),

$m$  = massa udara (kg),

$v$  = kecepatan angin (m/s).

Laju aliran massa dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$m = \rho A v, \quad (2.3)$$

Dimana:

$\rho$  = massa jenis angin ( $\text{kg/m}^3$ )

$$= 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$A$  = luas penampang turbin ( $\text{m}^2$ )

$$= \pi r^2$$

Dari persamaan (2.4) dan (2.5) dapat diperoleh daya angin seperti persamaan berikut :

$$P_a = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (2.4)$$

Dimana :

$P_a$  = daya angin (watt).

Persamaan (2.5) merupakan teori perhitungan daya pada turbin angin yang hanya memperhitungkan luas penampang turbin angin yang menyapu turbin. Sedangkan untuk memperhitungkan kemampuan turbin dalam mengekstraksikan angin yaitu menggunakan efisiensi kerja turbin yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$C_p = \frac{P_m}{P_a} \quad (2.5)$$

Dimana :

$P_m$  = daya mekanik (watt)

$C_p$  = koefisien daya pada turbin angin,

Efisiensi kerja turbin tidak dapat melebihi 0,593, hal tersebut dikenal sebagai *limit betz*. Dengan menggabungkan persamaan (2.4), (2.5) dan efisiensi kerja turbin maksimal, maka dapat dituliskan seperti persamaan berikut :

$$P_{maks} = 0,2965 CP = \rho Av^3, \quad (2.6)$$

Dimana :

$P_{maks}$  = daya maksimum atau daya turbin angin dalam kondisi ideal.

### 2.2.1. Turbin Angin

Turbin angin atau dalam bahasa sederhana kincir angin merupakan turbin yang digerakkan oleh angin, yaitu udara yang bergerak di atas permukaan bumi. Sudah sejak dahulu angin berjasa bagi kehidupan manusia, salah satunya adalah para nelayan. Selain itu, turbin angin pada awalnya juga dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, memompa air dan menggiling jagung. Penggunaan turbin angin terus mengalami perkembangan guna memanfaatkan energi angin secara efektif, terutama pada daerah - daerah dengan aliran angin yang relatif tinggi sepanjang tahun. (Ananta, 2014)

Sistem pembangkit listrik tenaga angin ini merupakan pembangkit listrik yang menggunakan turbin angin (wind turbine) sebagai peralatan utamanya. Dalam skala utility memiliki berbagai ukuran, dari 100 kilowatt sampai dengan beberapa megawatt. Turbin besar dikelompokkan bersama-sama ke arah angin, yang memberikan kekuatan massal ke jaringan listrik. Turbin kecil tunggal, di bawah 100 kilowatt dan digunakan pada rumah, telekomunikasi, atau pemompaan air. Turbin kecil kadang-kadang digunakan dalam kaitannya dengan generator diesel, baterai dan sistem fotovoltaik.

Sistem ini disebut sistem angin hibrid dan sering digunakan di lokasi terpencil di luar jaringan, di mana tidak tersedia koneksi ke jaringan utilitas. Tenaga angin modern dihasilkan dalam bentuk listrik dengan merubah rotasi pisau turbin menjadi arus listrik menggunakan generator listrik. Kincir dengan energi angin digunakan untuk memutar peralatan mekanik dalam melakukan kerja fisik, seperti memompa air atau menyalakan lampu. Daya yang dihasilkan oleh turbin angin tergantung pada diameter pada sudu. Semakin besar diameter, maka daya yang dihasilkan semakin besar.



Gambar 2.1 Turbin Angin  
(Bachtiar Antonov, Wahyudi, 2018)

Turbin angin sekarang ini banyak digunakan untuk mengakomodasi listrik masyarakat dengan menggunakan konversi energi dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui yaitu angin. Cara kerja pembangkit listrik tenaga bayu/angin cukup sederhana. Energi angin yang memutar turbin angin, diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibelakang bagian turbin angin, sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik ini biasanya akan disimpan dalam baterai sebelum dimanfaatkan. Banyaknya baterai disesuaikan dengan jumlah daya yang dibutuhkan dalam instalasi listrik rumah tangga atau instansi.

Dalam perkembangannya turbin angin dibagi menjadi dua jenis turbin angin Propeller dan turbin angin Darrieus. Kedua jenis turbin inilah yang kini memperoleh perhatian besar untuk dikembangkan. Pemanfaatannya yang umum sekarang sudah digunakan adalah untuk memompa air dan pembangkit tenaga listrik. Turbin angin terdiri atas dua jenis, yaitu :

#### 1. Turbin Angin Sumbu Horizontal

Turbin angin Propeller adalah jenis turbin angin dengan poros horizontal seperti baling-baling pesawat terbang pada umumnya. Turbin angin ini harus diarahkan sesuai dengan arah angin yang paling tinggi kecepatannya.



Gambar 2.2. Turbin Angin Horizontal  
(Manullang, 2020)

Pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) adalah suatu teknologi pembangkit listrik yang merubah potensi angin menjadi energi listrik. Angin adalah udara yang bergerak/mengalir, sehingga memiliki kecepatan, tenaga dan arah. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari

## 2. Turbin Angin Sumbu Vertikal

Turbin angin sumbu vertikal/tegak memiliki sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Generator dan gearbox turbin jenis ini bisa ditempatkan didekat tanah, sehingga menara tidak perlu menyokongnya dan lebih mudah diakses untuk keperluan perawatan. Desain turbin ini menyebabkan sejumlah desain menghasilkan tenaga putaran yang berdenyut. Drag (gaya yang menahan pergerakan) sebuah benda padat melalui fluida (zat cair atau gas) bisa saja tercipta saat kincir berputar. Drag sulit dipasang diatas menara, turbin sumbu tegak sering dipasang lebih dekat ke dasar tempat ia diletakkan, seperti tanah atau puncak atap sebuah bangunan.



Gambar 2.3 Turbin Vertikal

(F. Al. Muhajid, N, Sinaga 2021)

Berdasarkan data-data pada PLTB di Indonesia, teknologi turbin angin skala besar dapat bekerja dengan baik pada kecepatan pada kecepatan antara 5 – 20 meter/detik. Kurang dari 5 m/s lebih sesuai untuk diubah menjadi energi mekanik atau pembangkit tenaga angin skala kecil. (F. Al. Muhajid, N, Sinaga 2021)

### 2.3. Mikrokontroler

Sistem komputer yang dikenal sebagai "komputer mikro chip tunggal" adalah sistem yang semua atau sebagian besar komponennya terkandung dalam satu chip sirkuit terintegrasi (IC). Menurut Chamim (2010), mikrokontroler adalah jenis komputer yang melakukan satu atau lebih tugas yang sangat spesifik. Komponen mikrokontroler antara lain :

- a. Pemroses (processor)
- b. Memori,
- c. Input dan output Kadangkala

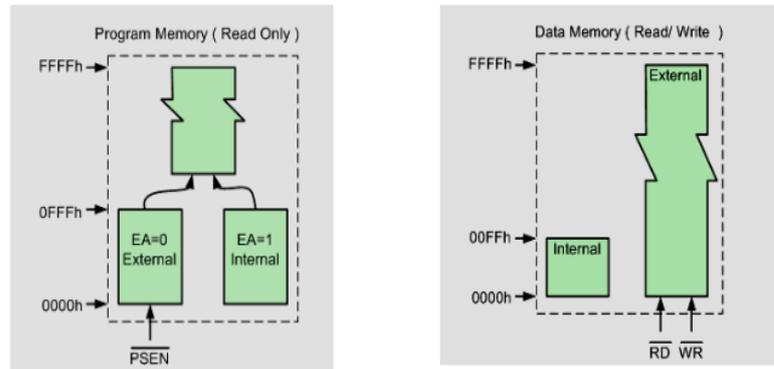
Kadang-kadang, mikrokontroler ini menggabungkan banyak chip ke satu papan sirkuit. Karena perangkat ini ideal untuk tugas khusus, aplikasi yang diinstal di komputer ini dirancang khusus untuk tugas tersebut. Karena desainnya yang relatif mudah, mikrokontroler ini biasanya harganya lebih murah daripada komputer jenis lain dalam hal harga.

Meskipun penggunaannya masih kalah dengan Programmable Logic Control (PLC), mikrokontroler menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan

PLC. Meskipun demikian, mikrokontroler telah banyak digunakan di industri. Karena mikrokontroler lebih kecil dari modul PLC, maka letaknya dapat diatur dengan lebih mudah. Banyak peralatan rumah tangga, termasuk mesin cuci, telah banyak menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler banyak digunakan dalam manajemen lalu lintas, bidang medis, dan banyak bidang lainnya sebagai pengontrol sederhana. Komputer yang digunakan dalam mobil untuk mengontrol stabilitas mesin dan perangkat pengatur lalu lintas di lampu lalu lintas adalah contoh dari alat ini.

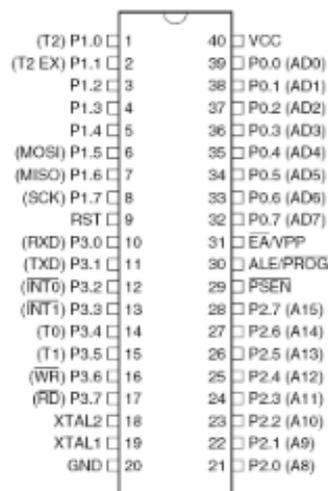
Hanya ada dua mikrokontroler secara teknis, RISC dan CISC, dan masing-masing memiliki keluarga atau garis keturunannya sendiri. Reduced Instruction Set Computer disingkat RISC: CISC yang merupakan singkatan dari Complex Instruction Set Computer, memiliki lebih banyak fitur meskipun memiliki instruksi yang lebih sedikit. Bisa dibilang petunjuknya lebih lengkap dan fasilitasnya cukup. Keluarga Motorola dengan seri 68, keluarga MCS51 yang membuat Atmel, Philip, dan Dallas, dan keluarga PIC dari Microchip, Renesas, dan Zilog adalah di antara banyak jenisnya. Setiap keluarga masih memiliki sejumlah jenis yang berbeda. Akibatnya, menghitung jumlah mikrokontroler sangat menantang. Dalam hal betapa mudahnya belajar, orang yang berbeda perlu mengetahui hal yang berbeda. Mikrokontroler BASIC Stamp dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman BASIC, Jstamp dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman Java, C++ dapat diprogram menggunakannya untuk keluarga MCS51, dan masih banyak lagi.

Memori mikrokontroler adalah ruang alamatnya sendiri. Memori mikrokontroler terdiri dari memori program dan memori data yang dipisahkan. Ini memungkinkan untuk mengakses data memori dan menggunakan pengalamatan 8-bit, memungkinkan kapasitas akses 8-bit mikrokontroler untuk langsung menyimpan dan memanipulasinya. (ROM/EPROM) memori program read-only Kita dapat menggunakan memori eksternal (RAM) untuk memori data.



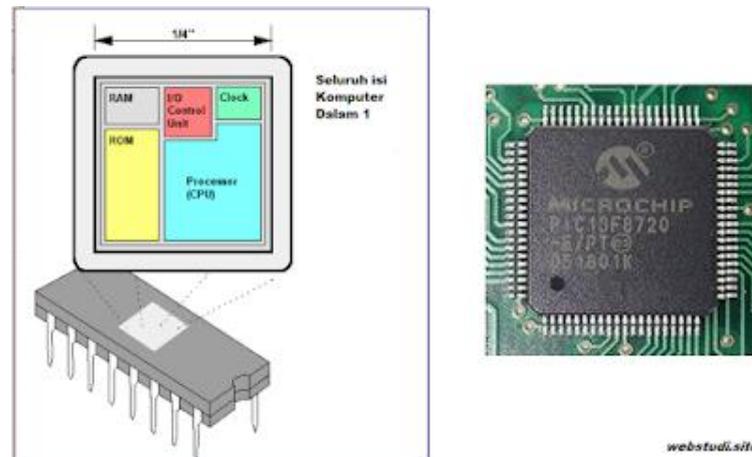
Gambar 2.4. Ruang Alamat Memori  
(Chanim, 2010)

Register yang disebut "Register Fungsi Khusus" dapat ditemukan di dalam mikrokontroler. Keluarga MCS-51, misalnya, memiliki alamat SFR dari 80H hingga FFH. Ilustrasi skema mikrokontroler dapat ditemukan di sini :



Gambar 2.5. Skema Mikrokontroler  
(Chanim, 2010)

Sebuah sistem komputer yang dikenal sebagai mikrokontroler terkandung dalam sirkuit terpadu (IC). RAM, ROM, dan port IO hanyalah beberapa komponen penting yang membentuk komputer pada umumnya yang dapat ditemukan di sirkuit terpadu (IC). Mikrokontroler, berbeda dengan komputer pribadi yang biasanya dibuat untuk digunakan oleh semua orang, biasanya hanya dibuat untuk melakukan hal-hal tertentu, seperti mengontrol sistem tertentu.



Gambar 2.6. Mikrokontroller

(Chanim, 2010)

Hal ini tidak terlepas dari kedudukan mikrokontroler sebagai sistem tertanam, komponen perangkat sistem, atau sistem yang lebih besar, oleh karena itu orang juga menyebutnya sebagai mikrokontroler tertanam. Singkatnya, mikrokontroler dapat dianggap sebagai sistem komputer yang diapit sirkuit terpadu (IC). Sebelum mikrokontroler dapat digunakan, suatu perintah atau program harus dimasukkan ke dalam IC.

Ada karakteristik tertentu yang membedakan perangkat elektronik dari perangkat lain. Mikrokontroler memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Kemampuan CPU yang tidak terlalu tinggi Tidak seperti CPU, mikrokontroler sederhana biasanya hanya memiliki kemampuan untuk menjalankan atau memproses beberapa perintah. Meskipun banyak mikrokontroler saat ini memiliki spesifikasi yang lebih canggih, mereka tidak dapat menandingi kemampuan CPU untuk memproses data yang dihasilkan perangkat lunak.
- b. Mikrokontroler Memori Internalnya Kecil Anda yang sering melihat mikrokontroler pasti akan menyadari bahwa mikrokontroler memiliki memori internal yang kecil. Mikrokontroler biasanya hanya mendukung ukuran Bit, Byte, atau Kilobyte.
- c. Mikrokontroler dengan Memori Non-Volatile Dengan menggunakan memori non-volatile, perintah dapat dihapus atau dibuat ulang, dan data

yang disimpan dalam mikrokontroler tidak boleh hilang meskipun daya tidak disuplai (Power supply).

- d. Perintah yang Relatif Sederhana Dengan kemampuan CPU yang tidak terlalu tinggi, tidak banyak berpengaruh pada kemampuan mengolah data. Namun demikian, mikrokontroler canggih, seperti yang digunakan untuk pemrosesan sinyal dan tugas lainnya, masih terus dikembangkan.
- e. Port I/O terkait erat dengan program dan perintah. Port I/O adalah salah satu bagian terpenting mikrokontroler. Fungsi utama port input dan output I/O adalah sebagai jalur komunikasi. Port I/O yang disederhanakan memungkinkan perangkat input dan output untuk berkomunikasi satu sama lain..

Adapun jenis – jenis mikrokontroller adalah sebagai berikut :

#### 1) Mikrokontroer AVR (Vegard's Risc Processor)

Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC 8-bit, dan merupakan jenis mikrokontroler yang paling sering digunakan dalam aplikasi elektronika dan instrumentasi. Ini adalah jenis mikrokontroler yang berjalan pada satu siklus clock, sedangkan mikrokontroler AVR dibagi menjadi empat kelas berdasarkan penggunaan atau fungsinya, memori, dan periferai: keluarga ATMega, AT90Sxx, ATTiny, dan AT86RFxx.

#### 2) PIC

PIC adalah komponen dari keluarga mikrokontroler RISC. Ini pada awalnya dikembangkan dengan maksud untuk meningkatkan kinerja sistem I/O dengan memanfaatkan teknologi CPR 16-bit CP1600 General Instrument. PIC sekarang memiliki EPROM, kernel motor, dan komunikasi serial, di antara fitur-fitur lainnya. tetapi juga memiliki memori program mulai dari 32 hingga 512 kata. Bahasa assembly mendefinisikan satu kata sebagai satu instruksi, dengan 12 hingga 16 bit tergantung pada PICMicro. PIC merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang sangat populer di kalangan developer karena murah, memiliki banyak aplikasi database, dapat diprogram ulang melalui port serial komputer, dan banyak digunakan.

### 3) Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 Versi perbaikan dari mikrokontroler AT89C51, Mikrokontroler AT89S52 Mikrokontroler AT89S52 memiliki dua input data 16-bit, memori flash 8K byte, dan RAM 256 byte adalah :

- 1) Cocok dengan jenis mikrokontroler tipe MCS51
- 2) Dengan adanya 8K Bytes ISP flash memori maka meningkatkan kemampuan baca/tulis hingga 1000 kali
- 3) 32 Jalur I/O yang dapat diprogram ulang
- 4) 256 X 8 bit RAM internal dengan 8 sumber interrupt
- 5) Memiliki Tegangan kerja 4-5 V dengan rentang 0-33MHz
- 6) Memiliki mode pemrograman In System Programmable yang fleksibel (Byte dan Page Mode)

### 4) Mikrokontroler ATmel91 Series

Jenis kelompok Mikrokontroler Atmel lain yang umumnya terdapat dipasaran yaitu AT90, Tiny & Mega series - AVR, Atmel AVR32, Atmel AT89 series, dan MARC4

### 5) MCS51 Series

Beberapa tipe Mikrokontroler MCS51 series yaitu :

8031 - tidak memiliki ROM internal

8051 - 4K ROM internal

8751 - 4K EPROM/OTP

8951 - 4K EPROM/MTP

ukuran ROM; '51(4K), '52(8K), '54(16K), '58(32K)

80C51 - In System Programmable (ISP)

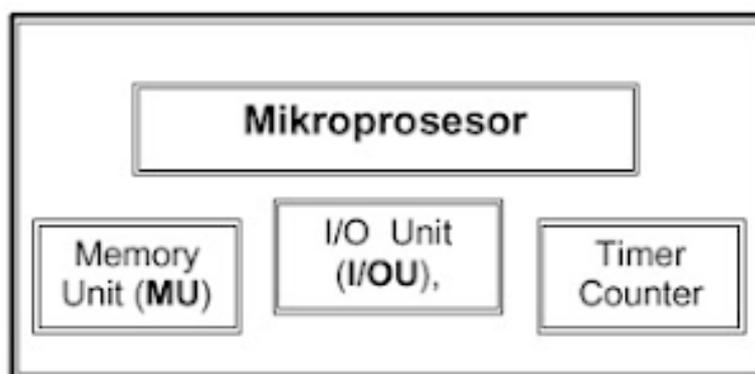
89C2051 - kemasan 20-pin

Kata "pengontrol" pada mikrokontroler dan "prosesor" pada mikroprosesor pada dasarnya adalah yang membedakan mikrokontroler dari mikroprosesor. Kita sudah mengetahui perbedaan mendasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor dari perbedaan terminologi ini. Kita dapat menyimpulkan perbedaan mendasar antara mikroprosesor dan mikrokontroler dari perbedaan antara kedua istilah ini. Mikroprosesor adalah prosesor kecil, sedangkan mikrokontroler adalah pengontrol kecil. Pertanyaannya, tentu saja, apa yang diproses atau dikontrol—program, data,

atau perintah yang dimasukkan. Dari sini, orang dapat dengan jelas melihat perbedaan antara kedua perangkat tersebut.

Mikroprosesor yang lebih sering disebut dengan Central Processing Unit (CPU) berguna untuk mengambil dan menghitung data, melakukan perhitungan dan mengolah data, serta menyimpan hasil pengolahan atau perhitungan dari data tersebut agar hasilnya dapat ditampilkan pada layar monitor. monitor jika mereka diperiksa secara lebih mendalam berdasarkan fungsinya. Padahal mikrokontroler itu sendiri berguna untuk mengontrol sistem atau perangkat yang menggunakan data dalam Read-Only Memory (ROM).

Central Processing Unit (CPU) merupakan salah satu komponen yang menyusun mikrokontroler. Sebuah chip tunggal menampung sirkuit ALU, CU, register, RWM, ROM, serial dan paralel I/O, counter-timer, dan clock.



Gambar 2.16. Blok Diagram Mikro Kontroller

(Sumber : Chanim, 2010)

#### 2.4. Sensor

Sensor selalu digunakan untuk mengukur suatu parameter dalam bidang elektronika digital. Karim, Syaiful (2013:19) Sensor suhu adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi tanda-tanda perubahan panas, suhu, atau keduanya dalam satu dimensi suatu benda atau dalam satu atau lebih dimensi ruang. Misalnya, termokopel, bimetal, RTD, transistor foto, dioda foto, pengganda foto, fotovoltaiik, pirometer inframerah, hygrometer, dan perangkat sejenis lainnya. Adanya perubahan suhu di sekitar sensor inilah yang membuat sensor ini bekerja. Ketika ini terjadi, sinyal non-listrik diubah menjadi sinyal listrik, biasanya

tegangan listrik. Selain itu, tegangan listrik 1 mV dc biasanya dihasilkan dengan setiap perubahan 10°C.

Yang dimaksud dengan “Sensor Suhu” adalah suatu komponen yang mampu mengubah besaran panas menjadi besaran listrik untuk mendeteksi gejala perubahan suhu pada benda tertentu. Kita dapat mengetahui atau mendeteksi gejala perubahan suhu tersebut dalam bentuk keluaran Analog atau Digital karena sensor suhu mengukur besarnya energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu benda. Transduser juga termasuk sensor suhu. Termometer suhu ruangan, termometer suhu tubuh, penanak nasi, lemari es, AC, dan berbagai jenis peralatan listrik dan elektronik lainnya yang menggunakan sensor suhu.

Saat ini banyak sekali berbagai macam sensor suhu yang masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda tergantung dari aplikasinya. Berikut ini adalah contoh sensor suhu :

a. Termostat (Thermostat)

Jenis sensor suhu kontak yang dikenal sebagai termostat atau termostat hermostat memanfaatkan prinsip elektro-mekanis. Termostat pada dasarnya terbuat dari dua logam yang berbeda, seperti aluminium, nikel, tembaga, atau tungsten. Strip Bi-Metalik dibuat ketika dua jenis logam digabungkan. Jika mencapai suhu tertentu, Bi-Metallic Strip akan menekuk untuk memutuskan atau menghubungkan rangkaian (ON/OFF). Oven, pemanas air, dan peralatan listrik lainnya sering menggunakan termostat..



Gambar 2.17 Termostat

b. Thermistor

Termistor Nilai resistansi suatu komponen elektronika dipengaruhi oleh temperatur. PTC (Koefisien Suhu Positif), yang nilai resistansinya naik saat suhu tinggi, dan NTC (Koefisien Suhu Negatif), yang nilai resistansinya menurun saat suhu naik, adalah dua jenis utama resistor termo. Keramik semikonduktor seperti Kobalt, Mangan, atau Nikel Oksida dilapisi dengan kaca untuk membuat termistor yang dapat mengubah energi listrik menjadi resistansi. Termistor memiliki keuntungan sebagai berikut :

- Memiliki Respon yang cepat atas perubahan suhu.
- Lebih murah dibanding dengan Sensor Suhu jenis RTD (Resistive Temperature Detector).
- Rentang atau Range nilai resistansi yang luas berkisar dari 2.000 Ohm hingga 10.000 Ohm.
- Memiliki sensitivitas suhu yang tinggi.

Regulator tegangan, sensor suhu lemari es, pendeteksi kebakaran, sensor suhu pada mobil, sensor suhu pada komputer, dan sensor untuk memantau pengisian ulang ponsel, kamera, dan laptop hanyalah beberapa contoh dari sekian banyak perangkat elektronik yang menggunakan termistor (PTC/NTC).



Gambar 2.18 Thermistor

c. Resistive Temperature Detector (RTD)

Resistive Temperature Detector, atau RTD singkatnya, melakukan fungsi yang sama seperti Thermistor tipe PTC dengan mengubah energi listrik menjadi hambatan listrik yang sebanding dengan perubahan suhu. Namun, dibandingkan dengan PTC Thermistor, Resistive Temperature Detector (RTD) lebih presisi dan akurat. Platinum biasanya digunakan dalam konstruksi detektor suhu resistif, yang juga dikenal sebagai termometer resistansi platinum (PRT). Keuntungan Resistive Temperature Detector (RTD)

- Rentang suhu yang luas yaitu dapat beroperasi di suhu  $-200^{\circ}\text{C}$  hingga  $+650^{\circ}\text{C}$ .
- Lebih linier jika dibanding dengan Thermistor dan Thermocouple
- Lebih presisi, akurasi dan stabil.



Gambar 2.19 RTD

#### d. Thermocouple

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling banyak digunakan. Ini karena termokopel beroperasi pada suhu mulai dari  $-200^{\circ}\text{C}$  hingga lebih dari  $2000^{\circ}\text{C}$  dan relatif murah. Sederhananya, termokopel adalah sensor suhu termo-listrik yang terdiri dari dua sambungan logam yang berbeda. Satu logam termokopel disimpan pada suhu konstan untuk berfungsi sebagai persimpangan referensi, sementara yang lain harus mencapai suhu panas agar dapat dideteksi. Rangkaian akan menghasilkan tegangan yang sebanding dengan suhu sumber panas berdasarkan perbedaan suhu antara dua bagian. Berikut ini adalah keunggulan Thermocouple :

- Memiliki rentang suhu yang luas
- Tahan terhadap guncangan dan getaran
- Memberikan respon langsung terhadap perubahan suhu.



Gambar 2.20 Thermocouple

e. Contact Temperature Sensor

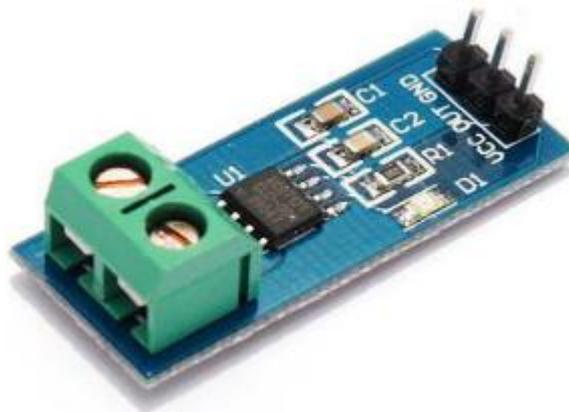
Sensor Suhu Kontak Sensor suhu jenis kontak adalah sensor yang mendeteksi perubahan suhu dengan melakukan kontak fisik (hubungan) dengan suatu objek. Suhu benda gas, cair, atau padat semuanya dapat dipantau dengan sensor suhu semacam ini.

f. Non Contact Temperature Sensor

Sensor Suhu Non Kontak Sensor suhu Non Kontak adalah sensor suhu yang dapat mendeteksi perubahan suhu melalui konveksi dan radiasi. Karena tidak perlu melakukan kontak fisik langsung dengan objek untuk mengukur atau mendeteksinya, sensor ini disebut sensor suhu non-kontak.

#### 2.4.1. Sensor ACS 712

Hai, menurut (Taif. Abbas dan Jamil 2019) ACS712 adalah paket IC yang dapat digunakan sebagai sensor arus daripada trafo arus karena lebih kecil dan tidak terlalu besar. Mirip dengan sensor efek hall lainnya, ACS712 menggunakan medan magnet di sekitar arus untuk menghentikannya menjadi tegangan linier saat arus berubah. Nilai variabel sensor ini dimasukkan ke dalam mikrokontroler, untuk diproses. Keluaran sensor ini masih berupa sinyal tegangan AC yang disearahkan oleh rangkaian penyearah agar mikrokontroler dapat mengolahnya.



Gambar 2.23. Ilustrasi Sensor ACS 712

Sumber : (Ratnasari and Senen 2017)

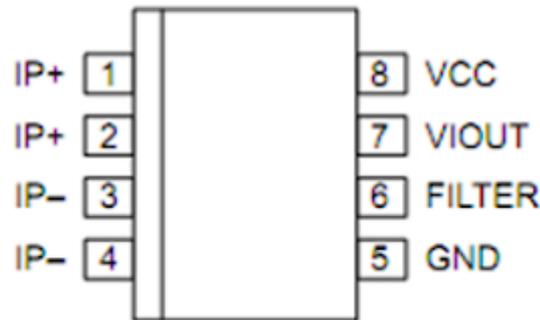
Sensor arus Hall Effect ACS712 dikatakan satu (Ratnasari dan Senen, 2017). Efek Hall Allegro ACS712 adalah sensor arus AC atau DC presisi yang digunakan untuk mengukur arus dalam sistem komersial, industri, otomotif, dan komunikasi. Aplikasi tipikal sensor ini meliputi perlindungan beban berlebih, catu daya mode switching, mengendalikan motor, dan mendeteksi beban listrik.

Sensor arus ACS712 juga dapat dianggap sebagai sensor untuk mendeteksi arus. Namun, menggunakan sensor arus ACS712 biasanya memiliki kelemahan, seperti kenyataan bahwa nilai arus yang berasal dari sensor tidak linier, terkadang memerlukan tingkat linier yang lebih tinggi. Kami pertama-tama akan berbicara tentang sensor ACS712 sebelum melangkah lebih jauh. Sensor arus ACS712 atau Hall Effect merupakan modul yang berfungsi untuk mendeteksi aliran arus listrik yang melewatinya. Memiliki variasi jenis berdasarkan arus maksimum yaitu 5A, 20A, dan 30A, serta menggunakan VCC 5V. Efek Hall Allegro ACS712 adalah sensor arus AC atau DC presisi yang digunakan untuk mengukur arus dalam sistem komersial, industri, otomotif, dan komunikasi. Aplikasi tipikal sensor ini meliputi perlindungan beban berlebih, catu daya mode switching, mengendalikan motor, dan mendeteksi beban listrik. Beban yang perlu diukur dihubungkan secara seri dengan sensor ini.

Karena memiliki jalur tunggal khusus tembaga dan sirkuit Hall linear dengan offset rendah, sensor ini memberikan pembacaan yang sangat akurat. Arus baca mengalir melalui kabel tembaga di sensor ini, menciptakan medan magnet yang ditangkap oleh Integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional. Beginilah cara kerja sensor ini.

Dengan menempatkan komponen internal dekat dengan hall transducer dan konduktor yang menghasilkan medan magnet, akurasi pembacaan sensor dapat ditingkatkan. Bi CMOS Hall IC buatan pabrik yang sangat presisi di dalamnya akan distabilkan dengan tepat oleh voltase proporsional rendah. Gambar dan daftar terminal untuk ACS712 disediakan di bawah ini.

## Pin-out Diagram



Gambar 2.24 Terminal ACS 712

Spesifikasi Sensor ACS712 :

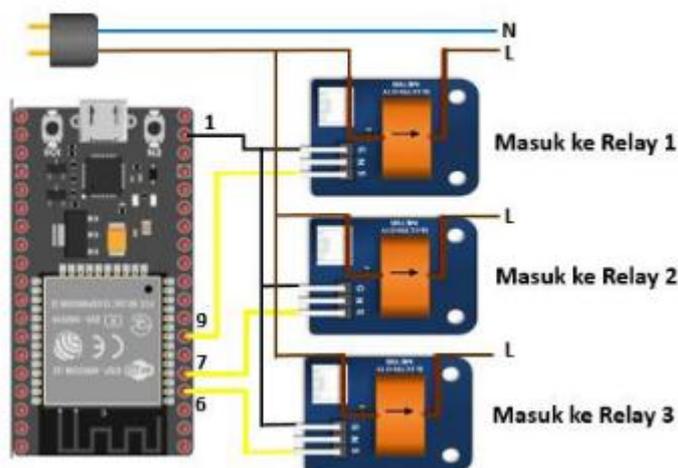
- a) Rise time output = 5  $\mu$ s.
- b) Bandwidth sampai dengan 80 kHz.
- c) Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .
- d) Tahanan konduktor internal 1,2 m $\Omega$ .
- e) Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8.
- f) Sensitivitas output 185 mV/A.
- g) Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 30 A.
  1. Tegangan output proporsional terhadap input arus AC atau DC.
  2. Tegangan kerja 5 VDC.

Untuk mengukur arus yang melewati sensor ini digunakan rumus tegangan pada pin Out =  $2,5 \pm (0,185 \times I)$  Volt, dimana I = arus yang terdeteksi dalam satuan Ampere.

ensor Arus ACS 712 dapat digunakan sebagai sensor untuk membaca aliran arus listrik maupun sebagai proteksi dari beban berlebih. Sensor ini biasanya digunakan pada project yang berbasis mikrokontroler seperti Arduino dan AVR

### 2.4.2. Sensor TA 12

Untuk mengukur besarnya arus yang mengalir digunakan sensor TA12-100 yang rangkaiannya diperlihatkan pada Gambar 2.25.



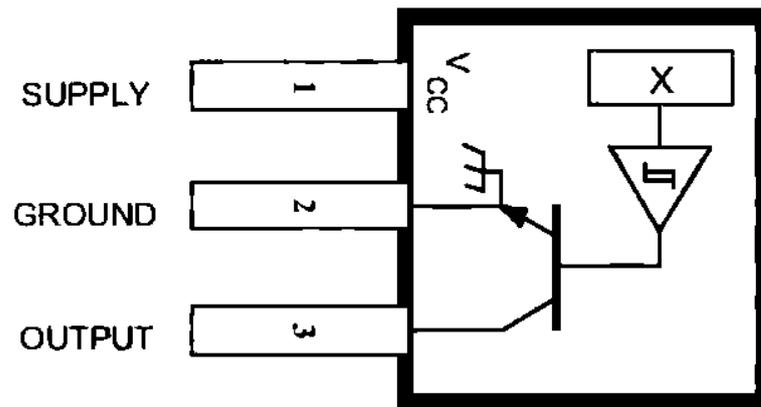
Gambar 2.25. Sensor TA12

Sumber : (Iksan and Tjahjadi 2018)

Pada sensor ini modul sudah dilengkapi dengan resistor  $220 \Omega$  untuk konversi variabel output arus menjadi tegangan. Konfigurasi pin sensor TA12-100 yaitu pin ground sensor dihubungkan dengan pin ground pada ESP32, pin S (Data) di hubungkan ke pin 6,7 dan 9, sedangkan untuk kabel AC dilewatkan tengah – tengah kumparan. Namun pada penelitian yang telah dilakukan banyak peneliti sensor ini jarang digunakan sebagai alat pengukur arus untuk mikrokontroler, hal ini disebabkan harga yang sensor ini relatif mahal dibandingkan ACS 712 dan memiliki tingkat akurasi yang sama dengan ACS 712. (Iksan and Tjahjadi 2018).

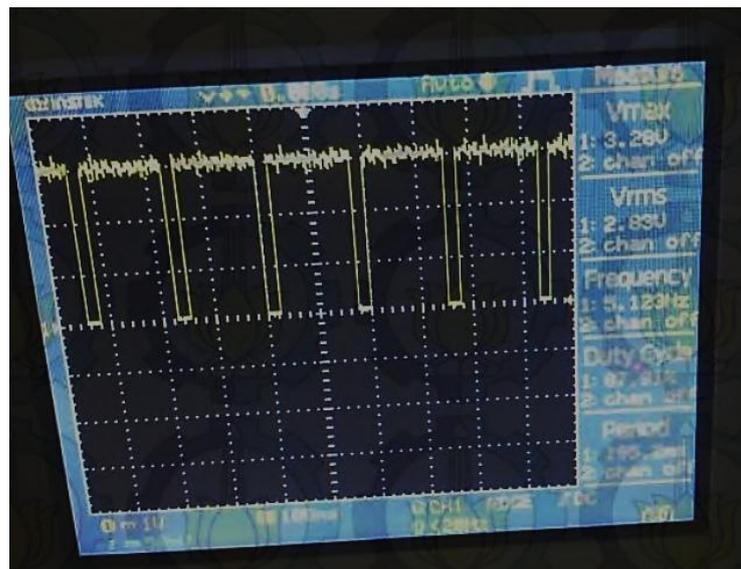
#### 2.4.3. Sensor Hall Infra Red

Sensor Hall Effect dirancang untuk merasakan adanya objek magnetis dengan perubahan posisinya. Perubahan medan magnet yang terus menerus menyebabkan timbulnya pulsa yang kemudian dapat ditentukan frekuensinya, sensor jenis ini biasa digunakan sebagai pengukur kecepatan. Sensor Hall Effect digunakan untuk mendeteksi kedekatan (proximity), kehadiran atau ketidakhadiran suatu objek magnetis yang menggunakan suatu jarak kritis.



Gambar 2.21 Sensor Hal

Output sensor hall effect adalah berupa tegangan, dikarenakan kebutuhan signal processing adalah sinyal digital, maka output hall effect sensor dimasukkan ke rangkaian komparator. Sehingga, output yang akan dihasilkan adalah sinyal low dan sinyal high.



Gambar 2.22 Sinyal Output Sensor Hall

Gambar 2.22 menunjukkan hasil dari uji sensor hall effect ketika sudah menjadi modul. Sinyal low (0 volt) dan sinyal high (5 volt) digambarkan pada gambar tersebut. Dari hasil sinyal kotak (discrete) akan diambil salah satu bagiannya, antara Rising atau Falling. Perhitungan Rpm dapat dilakukan dengan cara

menghitung frekuensi dari sinyal tersebut, dan hasilnya dikalikan dengan 60, karena merupakan per detik.

## **2.5. Internet of Things (IoT)**

Internet of Things, atau IoT, adalah teknologi internet masa depan yang menjanjikan. Internet of Things (IoT) adalah jaringan yang menghubungkan sensor, aktuator, dan objek sehari-hari yang digunakan dalam perawatan kesehatan, transportasi, dan militer. Segala sesuatu di sekitar kita terhubung dengan internet melalui IoT (Sarhan, 2018: 40).

(Mudjanarko, 2017 :151) berpendapat bahwa definisi yang berbeda dari Internet of Things (IoT) adalah konsep atau skenario di mana suatu objek dapat mengirim data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi antara manusia atau komputer. Menurut (Pasaribu et al., 2024) Internet of Things adalah konsep di mana sebuah objek dapat memiliki kemampuan untuk berkomunikasi melalui jaringan, seperti dengan mentransfer data tanpa proses komunikasi yang dilakukan antara manusia (manusia kepada manusia) atau antara manusia dan perangkat sistem seperti komputer atau kontroler [6]. Dengan teknologi Internet of Things, proses kerja sistem dapat dilakukan secara luas, jangkauan juga lebih luas, dan proses pengolahan data dan analisis data terhadap sistem juga menjadi lebih baik. Di Gambar 1, teknologi IoT ini benar-benar mendukung kerja sistem sebagai satu unit yang mencakup komponen dan elemen dalam hal memfasilitasi aliran informasi data dari setiap perangkat. Sistem dalam studi ini menggabungkan tiga bagian penting, yaitu mekanis, hardware (elektronik), dan algoritma kontrol. Tiga bagian saling berinteraksi dan tidak dapat dipisahkan menjadi satu sistem (Efendi, 2018).

Internet, sistem elektromekanis mikro (MEMS), dan teknologi nirkabel semuanya bersatu untuk membentuk Internet of Things. Dalam konteks Internet of Things, "benda" dapat merujuk ke subjek seperti orang dengan monitor untuk implan jantungnya, hewan ternak dengan transponder biochip, atau mobil dengan sensor bawaan untuk memberi tahu pengemudi saat tekanan ban rendah. Komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) di bidang manufaktur, listrik, minyak, dan gas adalah area di mana IoT saat ini paling erat terkait. Sistem "pintar" sering

digunakan untuk merujuk pada produk yang memiliki kemampuan komunikasi M2M. (contoh: smart grid sensor, smart meter, dan smart label).

IoT telah dikembangkan selama beberapa dekade, terlepas dari kenyataan bahwa ide tersebut baru populer pada tahun 1999. Mesin Coke di Universitas Carnegie Mellon pada awal 1980-an adalah alat IoT pertama. Pemrogram tidak perlu pergi ke mesin untuk memeriksa status, memeriksa apakah minuman dingin sedang menunggu mereka, atau terhubung ke mesin melalui Internet. Dalam presentasi yang diberikan pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton, salah satu pendiri dan direktur eksekutif Auto-ID Center di MIT, istilah IoT (Internet of Things) pertama kali digunakan. (Susanto et al., 2022)

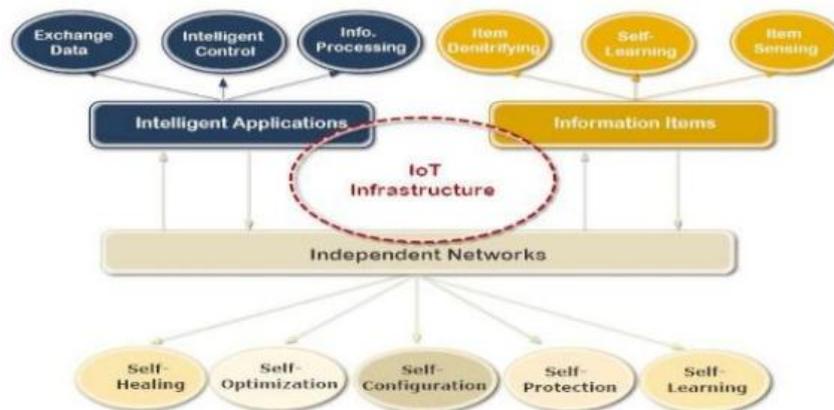
Merek terkenal LG mengumumkan pada tahun 2000 akan mengembangkan dan merilis teknologi IoT, khususnya smart wardrobe. Lemari pintar ini dapat menentukan apakah stok makanan perlu diisi ulang. Melalui Program Savi, pada tahun 2003, FRID yang disebutkan sebelumnya mulai menonjol di era perkembangan teknologi Amerika. Walmart, peritel terbesar di dunia, mulai menggunakan RFID di semua tokonya di seluruh dunia pada tahun yang sama. Pada tahun 2005, media terkenal seperti The Guardian dan Boston Globe mulai mengutip berbagai artikel ilmiah dan proses pengembangan IoT, yang menyebabkan peningkatan popularitas IoT. Untuk memasarkan penggunaan IP dalam jaringan untuk "Smart Objects", yang juga bertujuan untuk mengaktifkan IoT itu sendiri, sejumlah bisnis sepakat untuk meluncurkan IPSO (IPSO) . (Zainab, et al., 2015: 38).

Sistem IoT yang baik dibangun di atas dasar desain arsitektur yang baik. Di lingkungan IoT, skalabilitas, perutean, jaringan, dan masalah lainnya semuanya dapat diselesaikan dengan arsitektur yang baik. Huansheng (dalam Zainab, et al., 2015: 38) Biasanya, pendekatan arsitektur IoT berdasarkan tiga dimensi utama adalah :

- a) Item informasi : termasuk semua item yang terhubung ke lingkungan IoT mungkin merasakan item, mengidentifikasi item dan item kontrol.
- b) Jaringan independen : yang mencakup beberapa fitur seperti konfigurasi diri, perlindungan diri, adaptasi diri, dan optimalisasi diri;

- c) Aplikasi cerdas : yang memiliki perilaku cerdas melalui Internet secara umum. Perilaku cerdas memungkinkan kontrol cerdas, pertukaran metode data melalui item jaringan, pemrosesan data, semua aplikasi yang terkait dengan IoT dapat diklasifikasikan menurut dimensi ini.

Ketika dimensi-dimensi ini bersatu, ruang baru yang disebut infrastruktur IoT dibuat. Ruang ini berfungsi sebagai sistem pendukung untuk hal-hal tertentu dan dapat memberikan berbagai layanan seperti identifikasi barang, identifikasi lokasi, dan perlindungan data. Tiga dimensi IoT dan koneksinya digambarkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.11. Diagram 3 dimensi IoT

(Sarhan, 2018: 40).

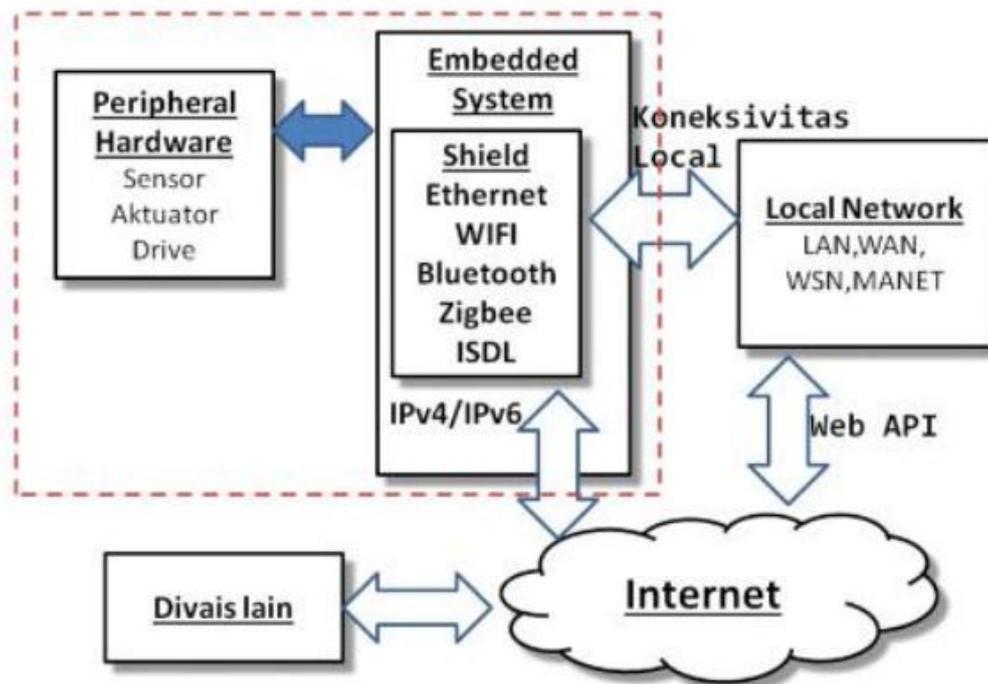
Internet of Things bekerja dengan menggunakan argumen pemrograman. Setiap argumen perintah dapat menciptakan interaksi antar mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tidak dibatasi oleh jarak yang jauh. Internet sekarang menjadi penghubung antara dua interaksi antar mesin. Di Internet of Things, manusia hanya berfungsi sebagai pengatur dan pengawas mesin langsung. Komponen fundamental IoT adalah :

1. Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan membuat hampir semua mesin yang ada menjadi "pintar". Hasilnya, teknologi berbasis AI dapat meningkatkan Internet of Things dalam segala hal. Data, algoritme untuk kecerdasan buatan, dan jaringan yang tersedia digunakan untuk mengembangkan teknologi yang ada. Contoh sederhana termasuk

meningkatkan atau mengembangkan lemari es dan freezer sehingga mereka dapat memesan secara otomatis ke supermarket ketika stok susu dan sereal hampir habis. (Heru Sandi & Fatma, 2023)

2. Konektivitas IoT memungkinkan pembuatan jaringan baru serta jaringan khusus IoT. Jaringan tidak lagi hanya bergantung pada penyedia utamanya. Jaringan tidak perlu luas dan mahal; itu dapat diakses dalam skala yang jauh lebih kecil dengan biaya lebih rendah. Jaringan kecil antar sistem perangkat dapat dibuat oleh IoT. (Heru Sandi & Fatma, 2023)
3. Sensor adalah yang membedakan Internet of Things dari mesin berteknologi tinggi lainnya. Sensor ini mampu mendefinisikan instrumen, yang mengubah perangkat IoT pasif menjadi sistem aktif yang dapat dimasukkan ke dalam kehidupan sehari-hari dan menyimpang dari standar jaringan. (Heru Sandi & Fatma, 2023)
4. Internet of Things (IoT) memperkenalkan model baru untuk keterlibatan aktif dengan konten, produk, dan layanan.
5. Perangkat berukuran kecil. Perangkat kecil yang dibuat khusus digunakan di Internet of Things untuk kecepatan, skalabilitas, dan kemampuan beradaptasi yang tinggi. (Heru Sandi & Fatma, 2023)

Embedded System merupakan mikrokontroler berbasis RISC, seperti Intel MCS-96, PIC16F84, Atmel 8051, Motorola 68H11, dan sebagainya (Sulistyanto, dkk., 2015:20). Perangkat keras khusus, perangkat lunak sistem, API Web, dan protokol membentuk arsitektur Internet of Things, yang memungkinkan perangkat tersemat cerdas untuk terhubung ke internet dan mengakses data sensor atau memindahkan sistem kontrol melalui internet. (Gambar 2.12).



Gambar 2.12. Diagram Arsitektur IoT  
(Sarhan, 2018: 40).

Ada berbagai metode yang digunakan perangkat untuk terhubung ke internet, seperti Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth, dan sebagainya. Selain itu, perangkat mungkin tidak langsung terhubung ke internet melainkan berada di cluster (seperti jaringan sensor) dan terhubung ke base station (internet). Alamat IP yang unik diperlukan karena perangkat ini harus ditemukan dengan cara yang unik. Karena IPv4 hanya mendukung hingga 4 miliar nomor IP, perangkat pada dasarnya adalah skema IPv6 dengan perkiraan 20 miliar divisi IoT online. (Megawati, 2021)

Internet of things menjadi sebuah bidang penelitian tersendiri semenjak berkembangnya teknologi internet dan media komunikasi lain, semakin berkembang keperluan manusia tentang teknologi, maka semakin banyak penelitian yang akan hadir, internet of things salah satu hasil pemikiran para peneliti yang mengoptimasi beberapa alat seperti media sensor, radio frequency identification (RFID), wireless sensor network serta smart object yang memungkinkan manusia mudah berinteraksi dengan semua peralatan yang terhubung dengan jaringan internet. IOT muncul sebagai isu besar di Internet diharapkan bahwa miliaran hal fisik atau benda akan dilengkapi dengan berbagai

jenis sensor terhubung ke internet melalui jaringan serta dukungan teknologi seperti tertanam sensor dan aktualisasi , frekuensi radio Identifikasi (RFID), jaringan sensor nirkabel, real-time dan layanan web, IOT sebenarnya cyber fisik sistem atau jaringan dari jaringan. Dengan jumlah besar hal / benda dan sensor / aktuator yang terhubung ke internet, besar-besaran dan dalam beberapa kasus aliran data real-time akan otomatis dihasilkan oleh hal-hal yang terhubung dan sensor.

Dari semua kegiatan yang ada dalam IOT adalah untuk mengumpulkan data mentah yang benar dengan cara yang efisien tapi lebih penting adalah untuk menganalisis dan mengolah data mentah menjadi informasi lebih berharga (C. Wang et al., 2013). Internet of Things merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet (Keoh, Kumar, & Tschofenig, 2014).

a. Things

Things merupakan objek yang dilengkapi dengan sensor yang mengumpulkan data yang akan ditransfer melalui jaringan dan aktuator yang memungkinkan sesuatu untuk bertindak (misalnya, untuk menghidupkan atau mematikan lampu, membuka atau menutup pintu, menambah atau mengurangi kecepatan putaran mesin dan banyak lagi). Konsep ini termasuk lemari es, lampu jalan, bangunan, kendaraan, mesin produksi, peralatan rehabilitasi, dan segala sesuatu yang dapat dibayangkan. Sensor dalam semua kasus tidak melekat secara fisik pada benda-benda. Sensor mungkin perlu memantau, misalnya, apa yang terjadi di lingkungan terdekat dengan suatu benda.

b. Gateways

Gateways adalah sarana yang menyediakan konektivitas antara hal-hal dan bagian cloud dari solusi IoT, memungkinkan preprocessing dan pemfilteran data sebelum memindahkannya ke cloud (untuk mengurangi volume data untuk pemrosesan dan penyimpanan terperinci) dan mentransmisikan perintah kontrol dari cloud ke berbagai hal. Hal-hal kemudian menjalankan perintah menggunakan aktuatornya.

c. Cloud Gateway

Cloud gateway memfasilitasi kompresi data dan transmisi data yang aman antara gateway bidang dan server cloud IoT. Ini juga memastikan kompatibilitas dengan berbagai protokol dan berkomunikasi dengan gateway lapangan menggunakan protokol yang berbeda tergantung pada protokol apa yang didukung oleh gateway.

d. Streaming Data

Streaming data processor berfungsi untuk memastikan transisi input data yang efektif ke danau data dan aplikasi kontrol. Tidak ada data yang sesekali dapat hilang atau rusak.

e. Data Lake

Data lake merupakan sebuah wadah yang digunakan untuk menyimpan data yang dihasilkan oleh perangkat yang terhubung dalam format alami. Data besar datang dalam “kumpulan” atau “aliran”. Ketika data diperlukan untuk wawasan yang bermakna, data itu diekstraksi dari danau data dan dimuat ke gudang data besar.

f. Bigdata

Big data warehouse merupakan data yang difilter dan diproses yang diperlukan untuk wawasan yang berarti diekstraksi dari danau data ke gudang data besar. Gudang data besar hanya berisi data yang dibersihkan, terstruktur, dan cocok (dibandingkan dengan danau data yang berisi semua jenis data yang dihasilkan oleh sensor). Juga, gudang data menyimpan informasi konteks tentang hal-hal dan sensor (misalnya, di mana sensor dipasang) dan aplikasi kontrol perintah mengirim ke hal-hal.

g. Data analisis

Data analytics dapat menggunakan data dari gudang data besar untuk menemukan tren dan mendapatkan wawasan yang dapat ditindak lanjuti. Ketika dianalisis (dan dalam banyak kasus – divisualisasikan dalam skema, diagram, infografis) data besar menunjukkan, misalnya, kinerja perangkat, membantu mengidentifikasi inefisiensi dan mencari cara untuk meningkatkan sistem IoT (membuatnya lebih dapat diandalkan, lebih banyak pelanggan-

berorientasi). Selain itu, korelasi dan pola yang ditemukan secara manual dapat berkontribusi lebih lanjut untuk membuat algoritma untuk aplikasi kontrol.

h. User

Machine learning and the models ML generates dengan pembelajaran mesin, ada peluang untuk membuat model yang lebih tepat dan lebih efisien untuk aplikasi kontrol. Model diperbarui secara berkala (misalnya, seminggu sekali atau sebulan sekali) berdasarkan data historis yang terakumulasi di gudang data besar. Ketika penerapan dan efisiensi model baru diuji dan disetujui oleh analis data, model baru digunakan oleh aplikasi kontrol.

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

##### 3.1.1. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 5 bulan terhitung dari tanggal 2 September 2023 sampai 5 Februari 2024. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), merancang program alat monitoring dalam penelitian ini, pengambilan data, terakhir kesimpulan dan saran.

##### 3.1.2. Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

#### 3.2. Bahan dan Alat

Untuk melakukan penelitian ini, bahan dan alat yang digunakan adalah :

1. Mikrokontroler Atmega 2560

Adapun gambar mikrokontroler atmega 2560 adalah sebagai berikut :



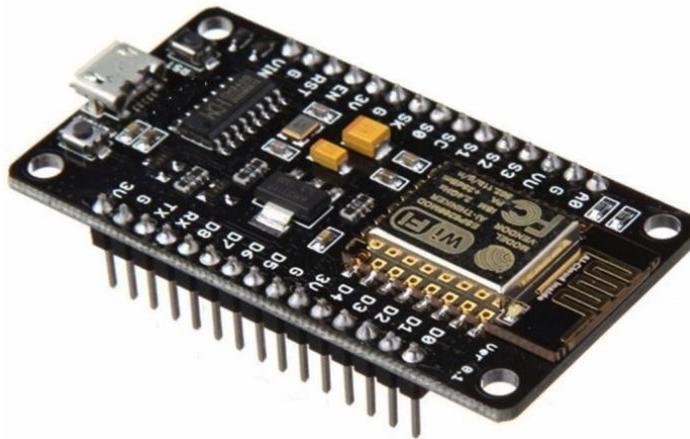
Gambar 3.1 Atmega 2560

Dari gambar 3.1 Mikrokontroler AT Mega 2560 memiliki 54 pin input / output digital. (dimana 14 dapat digunakan sebagai output PWM), 16

input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz,

koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Arduino Mega ini sudah berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC ke DC atau baterai untuk memulai.

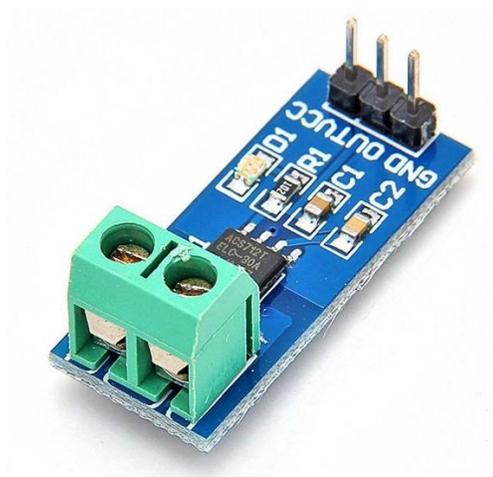
## 2. Modul IoT



Gambar 3.2 ESP8266

Gambar 3.2 yaitu Modul IoT ESP8266 disebut sebagai System On Chip (SOC) yang memiliki kemampuan untuk terhubung dengan jaringan TCP/IP via Wi-Fi selain kemampuan layaknya mikrokontroler sebagai sebuah “otak” dan pengendali di dalam dunia elektronika embedded.

## 3. Sensor Arus ACS 712 20A



Gambar 3.3 ACS 712

Sensor arus ACS712 digunakan untuk mendeteksi arus pada suatu kawat/kabel dalam instalasi listrik. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC) menggunakan prinsip Hall Effect. Sensor yang memiliki prinsip Hall Effect dirancang untuk mendeteksi objek magnetis dengan perubahan posisi. Adanya perubahan medan magnet secara terus menerus menimbulkan adanya pulsa yang kemudian dapat diambil frekuensinya. Sensor arus ini dapat membaca baik arus dc maupun ac sampai dengan 20 ampere. Sensor ACS712 20A mengeluarkan tegangan 2,5 volt jika tidak ada arus.

#### 4. Sensor Tegangan ZMPT101b



Gambar 3.4 ZMPT 101B

Modul Sensor tegangan digunakan untuk mendeteksi tegangan yang mengalir pada jaringan listrik. Hasil pembacaan dapat langsung dibaca oleh arduino maupun mikrokontroler lain melalui antarmuka 1-wire.

#### 5. Sensor Hall Infra Red



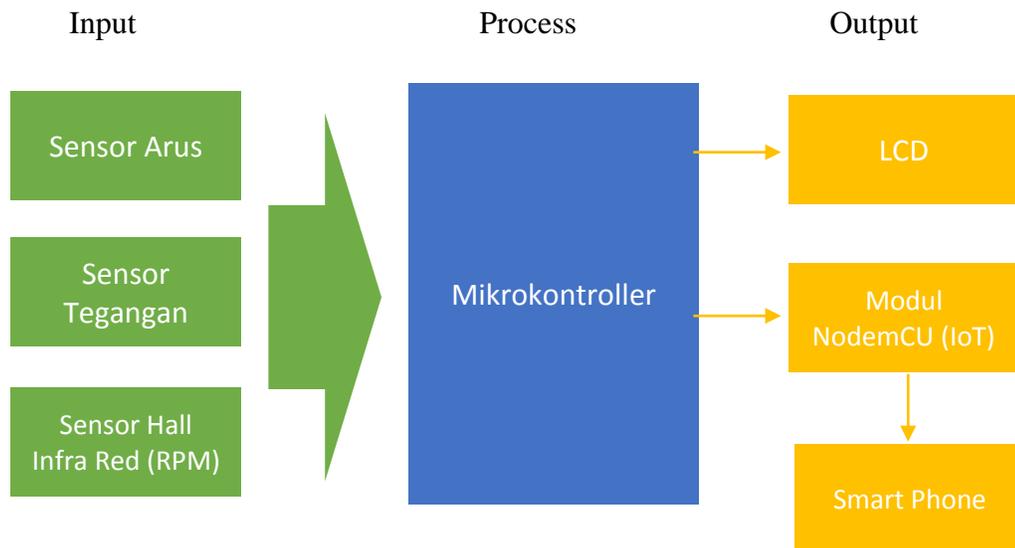
Gambar 3.5 Sensor Hall Infra Red

Pada gambar 3.5 yaitu sensor hall infra red, Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi benda magnetik, dimana pada sistem mikrokontroler sensor ini digunakan untuk menghitung jumlah putaran atau RPM pada suatu

motor dengan memanfaatkan objek putih yang didekatkan pada sensor. Setiap kali infra red membaca objek putih maka akan terhitung 1 putaran..

### 3.3. Diagram Blok Alat

Adapun diagram blok alat untuk mempermudah melihat alur kerja alat adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Blok Alat

Dari gambar 3.1 dapat dilihat pada input alat menggunakan 3 jenis sensor, yaitu sensor tegangan, sensor arus dan sensor infra red (rpm). Dimana ketiga sensor ini berfungsi untuk mendeteksi masing – masing objek sesuai dengan kegunaan sensor. Kemudian sensor mengirim sinyal pada mikrokontroler sehingga dapat dikirimkan menjadi tampilan pada LCD alat serta dapat ditampilkan pada smartphone atau perangkat elektronik lainnya melalui internet of things dengan bantuan modul nodemcu.

### 3.4. Flowchart Penelitian

Adapun flowchart pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

### **3.5. Prosedur Penelitian**

Dari diagram alir 3.2 dapat dijabarkan langkah – langkah dan alur penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mencari penelitian – penelitian sebelumnya dalam bentuk jurnal yang membahas tentang perancangan alat yang dapat membaca daya keluaran dan kecepatan RPM pada turbin angin.
2. Setelah studi literatur dirasa cukup kemudian selanjutnya adalah pengumpulan data. Adapun yang dikumpulkan adalah sistem kerja dari sistem kontrol, kerja dari masing – masing sensor.
3. Maka proses selanjutnya adalah perancangan dan perangkaian alat, kemudian proses pembuatan alat hingga selesai
4. Setelah alat selesai dibuat maka tahap selanjutnya adalah pengujian dengan mengambil data – data yang diperlukan untuk melihat tingkat akurasi alat yang dibuat
5. Kemudian, setelah data – data dikumpulkan, selanjutnya adalah pengolahan data.
6. Pada kesimpulan penelitian ini akhir dari penelitian, dimana proses dari awal sampai akhir penelitian dibuat suatu kesimpulan yang mencakup keseluruhan penelitian.

### **3.6. Metode Pengujian Sistem**

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan mengaplikasikan prototipe sistem ke motor. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang dapat berfungsi dengan baik atau tidak bila diterapkan di. Data yang didapatkan akan dibandingkan dengan data pengukuran manual. Dari perbandingan data akan diketahui sejauh mana tingkat akurasi alat yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan alat yang telah dirancang dengan rangkaian motor induksi tiga fasa. Adapun pengujiannya antara lain :

1. Melihat tingkat akurasi dari sensor yang telah dimasukkan dan melihat tingkat efektifitas
2. Menguji sensitifitas sensor yang telah dipasang

### **3.7. Metode Analisis Data**

Setelah data diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis data. Analisis data ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil dari pengukuran sensor, dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari sensor dengan hasil pengukuran yang dilakukan secara manual ataupun dengan alat ukur yang sudah terstandarisasi. Jika selisih antara hasil pengukuran sensor dengan alat ukur kecil, maka sensor dapat dikatakan berjalan dengan baik

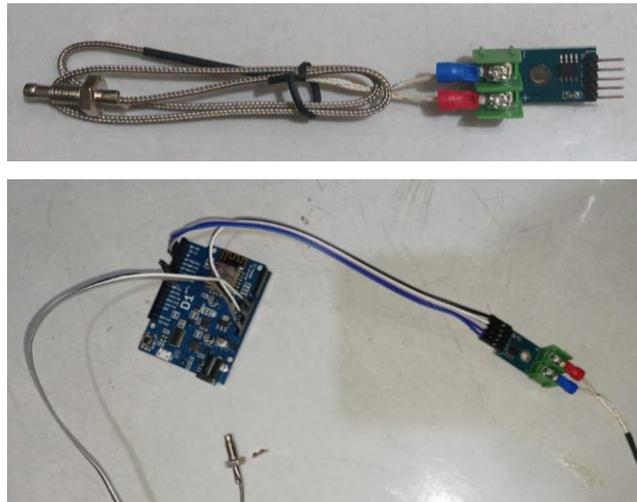


sensor yang digunakan yaitu sensor pembaca arus acs712, sensor pembaca tegangan pizem

serta modul yang mendukung adalah esp sebagai modul koneksi antara alat dengan internet of things.

#### 4.1.2. Proses Pembuatan Alat

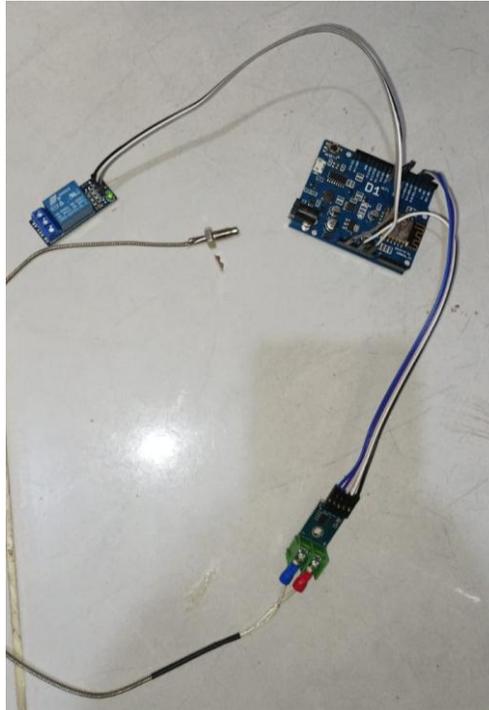
- a. Langkah pertama adalah melakukan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan adapun alat dan bahan yang dibutuhkan adalah nodemcu esp8266, arus ACS712, Sensor tegangan PZEM dan sensor rpm untuk membaca putaran turbin
- b. Selanjutnya siapkan terlebih dahulu sensor arus dan tegangan yang kita miliki, kemudian hubungkan pada port IoT sesuai pada rangkaian dengan kabel jumper seperti gambar berikut.



Gambar 4.3 Sensor Arus dan Tegangan

Pada gambar 4.3 dapat dilihat proses jumper antara sensor yang digunakan pada modul mikrokontroler. Adapun sensor yang diinput adalah sensor acs712 dan pzem

- c. Kemudian setelah sensor suhu, hubungkan pula sensor RPM pada modul IoT esp 8266



Gambar 4.4 Sensor RPM

Gambar 4.4 jumper sensor hall infra red yang berfungsi sebagai pembaca rpm pada turbin. Kemudian jumper modul IoT pada mikrokontroller.

- d. Tahap selanjutnya masukkan alat dan bahan yang telah dirangkai kedalam suatu wadah agar terlindungi.
- e. Setelah alat terhubung semua, maka selanjutnya kita memasukkan program ke dalam memori esp 8266 agar alat dapat bekerja dengan sesuai yang kita inginkan. Hubungkan esp 8266 dengan laptop dengan menggunakan kabel IDE. Adapun program yang dimasukkan kedalam arduino adalah sebagai berikut :

```

Edgert_ESP8266 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Berkas Sunting Sketch Alat Bantuan

Edgert_ESP8266 $ BlynkEdgert.h BlynkStata.h ConfigMada.h ConfigStore.h Console.h Indicator.h OTA.h ResetButton.h St

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLdIHuzrvu"
#define BLYNK_DEVICE_NAME "COBA"
#define BLYNK_FIRMWARE_VERSION "0.1.0"
#define BLYNK_PRINT Serial
//#define BLYNK_DEBUG

#define APP_DEBUG
#include "max6675.h"
#include "BlynkEdgert.h"

int thermoCLK = D4;
int thermoCS = D3;
int thermoDO = D0;
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);

const int relayPin = D7;
const int relayON = LOW; // do not change
const int relayOFF = HIGH; // do not change
int relayState = relayOFF; // initial state of relay

const int TEMPERATURE_UNIT = 1; // 1=Celsius, 2=Fahrenheit, 3=Kelvin
const float START_TEMPERATURE = 20.0; // unit above
const float STOP_TEMPERATURE = 80.0; // unit above
const int CONTROL_TYPE = 1; // 1=heater, 2=cooler
float temperature;

BLYNK_WRITE(D0) {
  int dataParam.asInt();
  digitalWrite(LED_BUILTIN, data);
  digitalWrite(D7, data);
  BlynkVirtualWrite(V1, data);
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.begin(115200);
  delay(100);
  pinMode(D7, OUTPUT);
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  pinMode(relayPin, OUTPUT); // pin for relay
  digitalWrite(relayPin, relayState);
  delay(500);
}

loop() {
  Serial.println("loop");
  digitalWrite(LED_BUILTIN, !digitalWrite(LED_BUILTIN));
  digitalWrite(D7, !digitalWrite(D7));
  BlynkVirtualWrite(V1, !digitalWrite(D7));
  delay(100);
}
}

Serial.println("loop");
Hard resetting via RTS pin...

5 - 5 LOLIM(Welco) D1 R1, 80 Mhz, Flash, Disabled (new aborts on oom), Disabled, All SSL ciphers (most compatible), 32KB cache + 32KB IRAM, 1M

```

Gambar 4.5 Program pada aplikasi Arduino

Gambar 4.5 merupakan proses penginputan program yang akan digunakan pada modul mikrokontroler. Dimana proses ini menggunakan laptop dan memanfaatkan aplikasi arduino. Setelah proses penginputan maka program akan diinput kedalam modul mikrokontroler menggunakan kabel USB. Adapun perintah yang ada pada gambar adalah sebagai berikut :

```

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLdIHuzrvu"
#define BLYNK_DEVICE_NAME "COBA"
#define BLYNK_FIRMWARE_VERSION "0.1.0"
#define BLYNK_PRINT Serial
//#define BLYNK_DEBUG
#define APP_DEBUG
#include "max6675.h"

```

```

#include "BlynkEdgent.h"
int thermoCLK = D4;
int thermoCS = D3;
int thermoDO = D2;
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
const int relayPin = D7;
const int relayON = LOW; // do not change
const int relayOFF = HIGH; // do not change
int relayState = relayOFF; // initial state of relay
const int TEMPERATURE_UNIT = 1; // 1=Celsius, 2=Fahrenheit,
3=Kelvin
const float START_TEMPERATURE = 20.0; // unit above
const float STOP_TEMPERATURE = 50.0; // unit above
const int CONTROL_TYPE = 1; // 1=heater, 2=cooler
float temperature;
BLYNK_WRITE(V0){
  int data=param.asInt();
  digitalWrite(LED_BUILTIN,data);
  digitalWrite(D7,data);
  Blynk.virtualWrite(V1,!data);
}
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.begin(115200);
  delay(100);
  pinMode(D7,OUTPUT);
  pinMode(LED_BUILTIN,OUTPUT);
  pinMode(relayPin, OUTPUT); // pin for relay
  digitalWrite(relayPin, relayState);

```

```
    delay(500);
    BlynkEdgent.begin();
}
void loop() {
    BlynkEdgent.run();
    readTemperature();
    printTemperature();
    loadControl();
    if(temperature >=37.5)
    {
        relayControl(relayON);
    }
    delay(1000);
}
void loadControl()
{
    if(CONTROL_TYPE ==1)
    {
        if(START_TEMPERATURE >= temperature &&
STOP_TEMPERATURE >=temperature)
        {
            relayControl(relayON);
        }
        if(STOP_TEMPERATURE <=temperature)
        {
            relayControl(relayOFF);
        }
    }
}
else{
    if(START_TEMPERATURE >= temperature &&
STOP_TEMPERATURE >=temperature)
```

```

    {
        relayControl(relayOFF);
    }
    if(STOP_TEMPERATURE <=temperature)
    {
        relayControl(relayON);
    }
}
}
void relayControl(int state)
{
    if(state ==relayON)
    {
        digitalWrite(relayPin, relayON);
        Serial.println("Relay ON");
    }else{
        digitalWrite(relayPin, relayOFF);
        Serial.println("Relay OFF");
    }
}
void readTemperature()
{
    //Robojax.com heater/cooler with MAX6675 Thermocoupler
    if(TEMPERATURE_UNIT ==2)
    {
        temperature = thermocouple.readFahrenheit();//convert to Fahrenheit
    }else if(TEMPERATURE_UNIT ==3)
    {
        temperature = thermocouple.readCelsius() + 273.15;//convert to Kelvin
    }else{

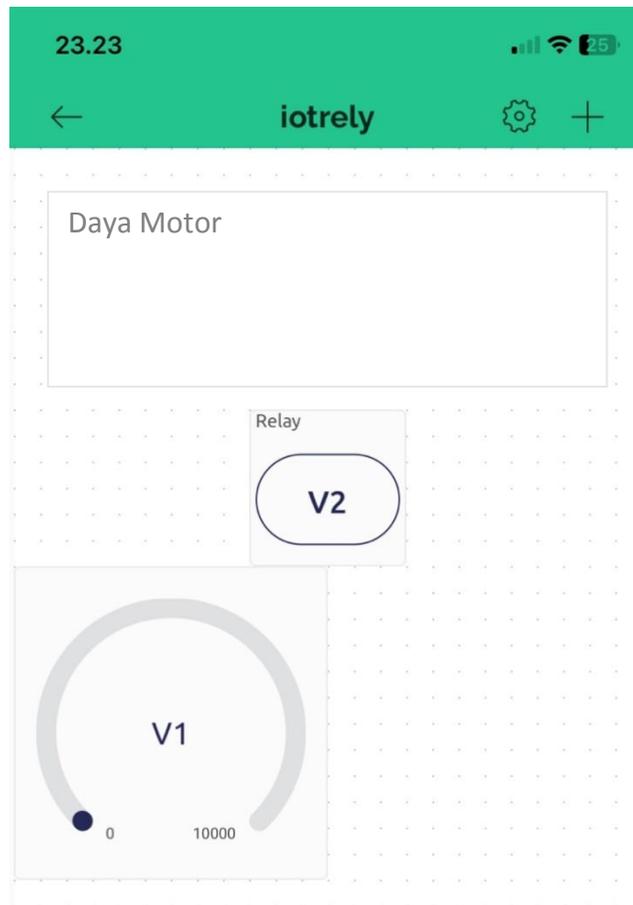
```

```

    temperature = thermocouple.readCelsius();// return Celsius
  }
}
void printTemperature()
{
  Serial.print(temperature);
  printDegree();
  if(TEMPERATURE_UNIT ==2)
  {
    Serial.print("F");
  }else if(TEMPERATURE_UNIT ==3)
  {
    Serial.print("K");
  }else{
    Serial.print("C");
  }
  Serial.println();
}
void printDegree()
{
  Serial.print("\xC2");
  Serial.print("\xB0");
}

```

- f. Kemudian setelah program dimasukkan, adapun tampilan IoT pada android adalah sebagai berikut :



Gambar 4.6 Tampilan RPM dan Daya

g. langkah selanjutnya adalah menguji coba alat yang telah dibuat.

#### 4.2. Pengujian Alat

Pengujian pada alat monitoring daya keluaran dan pembaca rpm ini dilakukan dengan 2 tahap yaitu :

1. Pengujian Kinerja Alat Membaca RPM
2. Pengujian Alat membaca daya keluaran PLTB

Maka dari 2 tahap pengujian ini kita akan mengetahui apakah alat yang dirancang efektif dan efisien digunakan atau tidak.

##### 4.2.1. Pengujian RPM

Pengujian tingkat akurasi alat ini merupakan pengujian yang membandingkan 2 metode pengukuran RPM pada motor. Dimana metode pertama adalah dengan

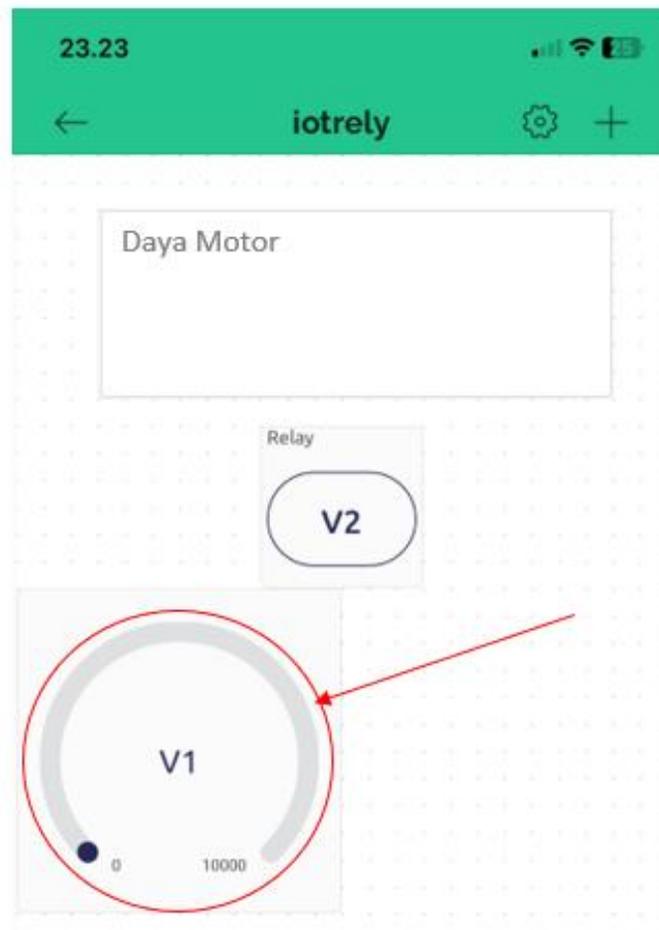
mengukur RPM motor secara manual dan yang ke dua dengan alat ukur yang telah dirancang dan dibuat. Pada pengujian ini akan dilihat berapa tingkat *margin error* pada alat.

Untuk membantu penulis mengukur RPM pada motor secara manual, penulis menggunakan Techometer. Dimana techometer ini adalah alat ukur kecepatan RPM Motor dengan menggunakan atau memanfaatkan cahaya infra red ataupun laser. Percobaan dilakukan sebanyak 2 jenis yaitu motor tanpa beban dan motor dengan beban (memompa air naik)



Gambar 4.7 RPM Meter

Gambar 4.7 proses pengambilan data kecepatan RPM menggunakan alat ukur standrat yaitu RPM meter. Pada menu yang ada di smart phone yang digunakan untuk monitoring RPM terdapat nilai RPM yang diinput, dimana maksimal RPM yang dapat terbaca adalah 10.000 RPM yang diukur oleh sensor RPM pada alat. Adapun tampilan yang menampilkan RPM pada IoT seperti pada gambar :



Gambar 4.8 Menu RPM pada Tampilan IoT

Gambar 4.8 menjelaskan tampilan IoT pada alat, dimana yang dilingkar merah merupakan tampilan RPM pada turbin, sedangkan daya motor menampilkan daya yang dihasilkan PLTB.

#### A. Pengujian Tanpa Beban

Setelah mengukur motor ketika tanpa beban (tidak memompa air) menggunakan Gun Thermometer dan melihat menu suhu pada tampilan IoT alat yang telah dibuat, Untuk mengetahui tingkat margin error yang terjadi pada alat dapat digunakan persamaan :

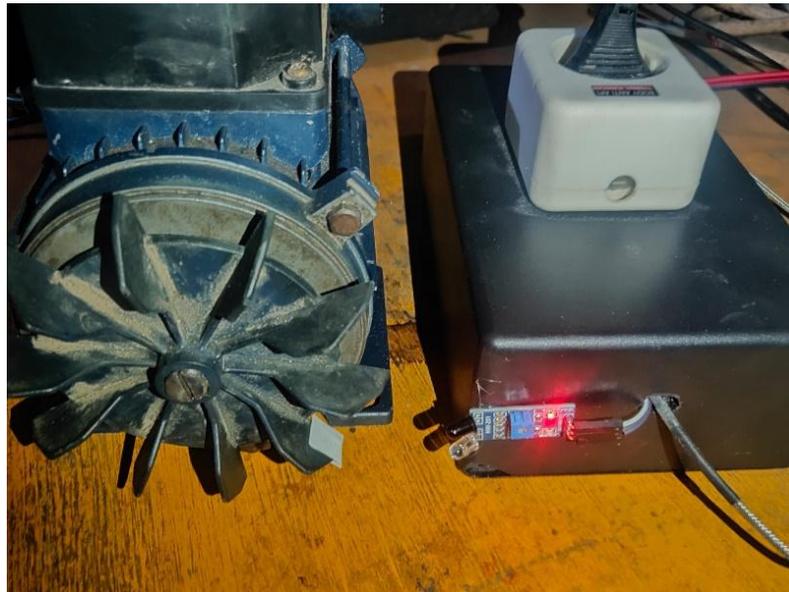
$$\text{Margin Error (\%)} = \left( \frac{\text{Techometer} - \text{Alat Monitoring}}{\text{Techometer}} \right) \times 100$$

Maka dari persamaan diatas dapat tabel margin error alat sebagai berikut :

Tabel 4.2 *Margin Error* Alat Motor Tanpa Beban

Percobaan	Techometer (RPM)	Alat Monitoring (RPM)	Margin Error Alat (%)
1	1485	1287	13,33
2	1476	1263	14,43
3	1482	1280	13,63
4	1679	1272	24,24
5	1486	1287	13,39
Rata - Rata			15,81 %

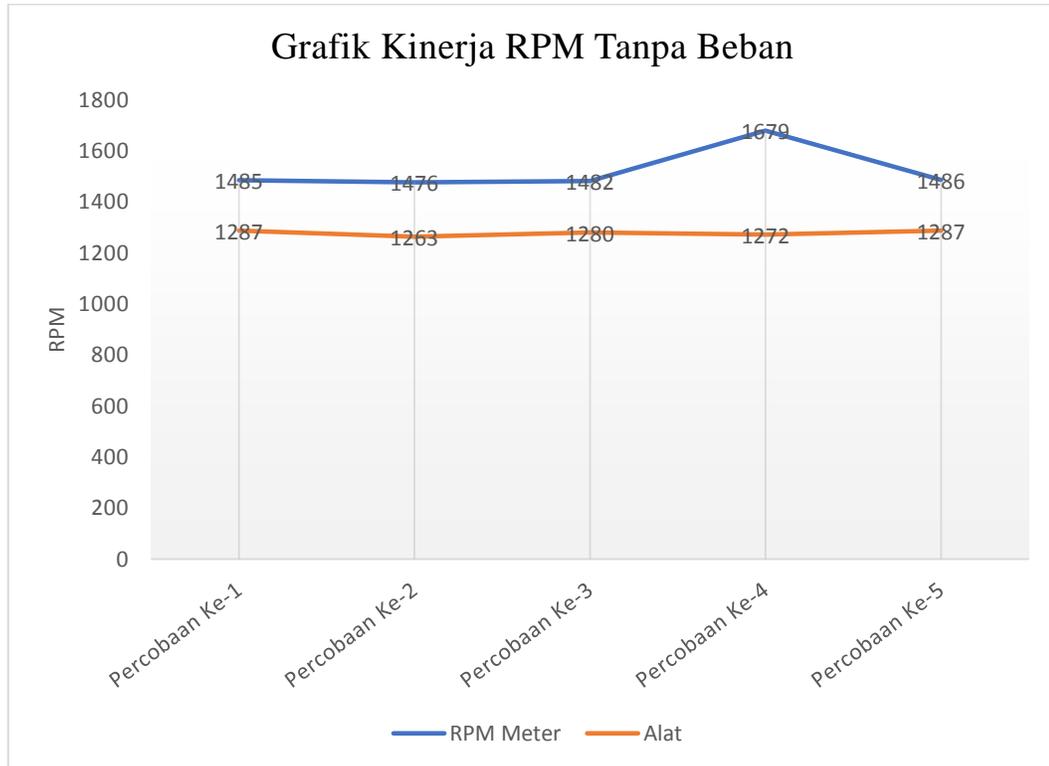
Pada tabel 4.2 mergin error alat dengan pengujian motor tanpa beban dapat dilihat tingkat error yang paling kecil adalah 13,3% dan tingkat error tertinggi terjadi dengan persentase 24,24%. Dan rata – rata tingkat error alat adalah 15,81%



Gambar 4.9 Pengujian Tanpa Beban

Gambar 4.9 merupakan proses pengujian kecepatan RPM dengan memanfaatkan motor. Dimana alat pembaca rpm disandingkan dengan motor untuk mendapatkan

nilai RPM yang ada. Dari tabe data yang telah didapatkan adapun grafik yang dihasilkan adalah sebagai berikut :



Gambar 4.10 Grafik Percobaan RPM Tanpa Beban

Maka dapat dilihat pada gambar 4.10 perbandingan antara pengukuran secara manual dan pengukuran otomatis menggunakan alat yang tampil pada layar smart phone menggunakan IoT. Tampak tingkat margin error pada alat tidak terllau besar sekitar 15 % maka dapat dipastikan alat monitoring motor jarak jauh ini baik untuk digunakan.

#### B. Pengujian Dengan Beban

Setelah mengukur motor ketika Dengan beban (motor memompa air) menggunakan Gun Thermometer dan melihat menu suhu pada tampilan IoT alat yang telah dibuat.



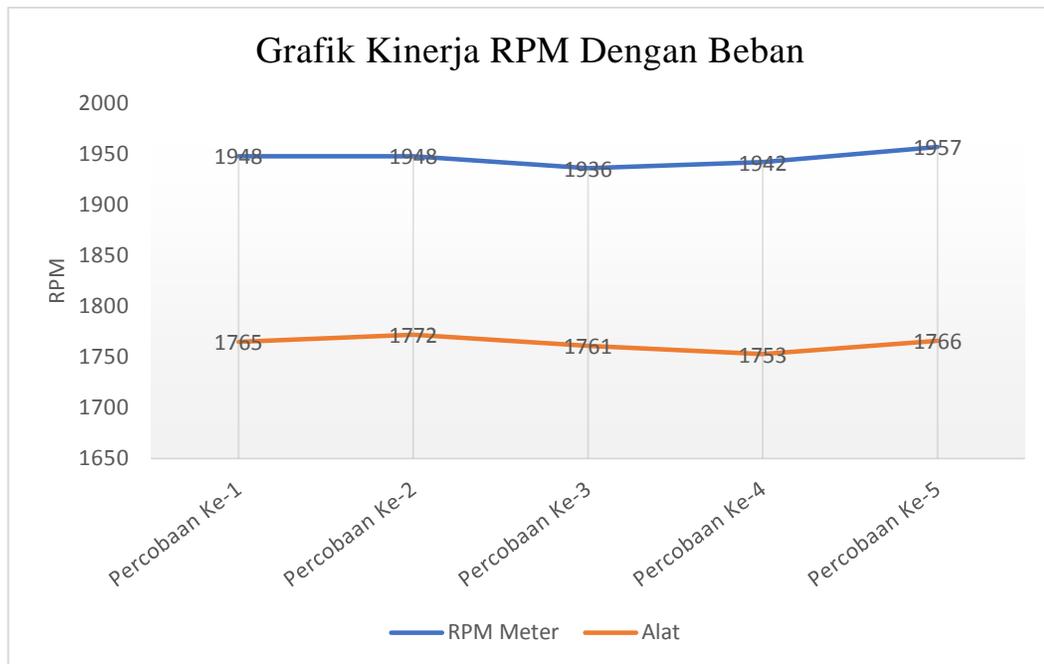
Gambar 4.11 Pengujian RPM Motor Dengan Beban

Adapun tabel data setelah dilakukan pengujian rpm motor pompa air dengan beban dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.2 *Margin Error* Alat Motor Dengan Beban

Percobaan	Techometer (RPM)	Alat Monitoring (RPM)	Margin Error Alat (%)
1	1948	1765	9,39
2	1948	1772	9,03
3	1936	1761	9,04
4	1942	1753	9,73
5	1957	1766	9,76
Rata - Rata			9,39 %

Dari tabel 4.2 merupakan margin error alat setelah dilakukan pengujian. Dapat dilihat tingkat margin error hasil bacaan alat adalah rata – rata 9,39%. Adapun dari tabel data didapat hasil grafik sebagai berikut :

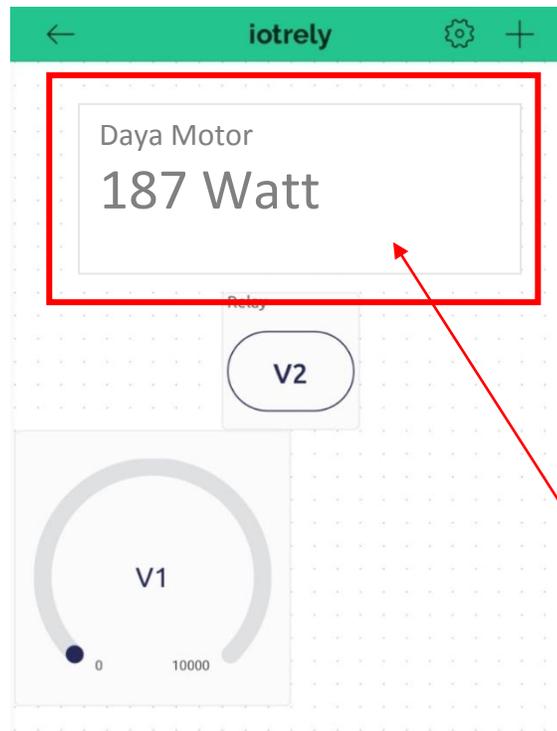


**Gambar 4.12 Grafik Kinerja RPM dengan Beban**

Maka dapat dilihat pada gambar 4.12 perbandingan antara pengukuran secara manual dan pengukuran otomatis menggunakan alat yang tampil pada layar smart phone menggunakan IoT. Tampak tingkat margin error pada alat relatif kecil yaitu sekitar 9,39 % maka dapat dipastikan alat monitoring motor jarak jauh ini sangat efektif untuk digunakan.

#### **4.2.2. Pengujian Daya Turbin**

Sensor tegangan dan arus yang digunakan pada alat ini sama dengan sensor yang membaca arus pada alat yaitu PZEM-004. Pada tahap hasil bacaan yang ditampilkan alat (Tegangan) akan diambil dan akan dilihat perbandingannya dengan hasil bacaan pada multimeter secara realtime. Percobaan dilakukan sebanyak 5 kali untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.



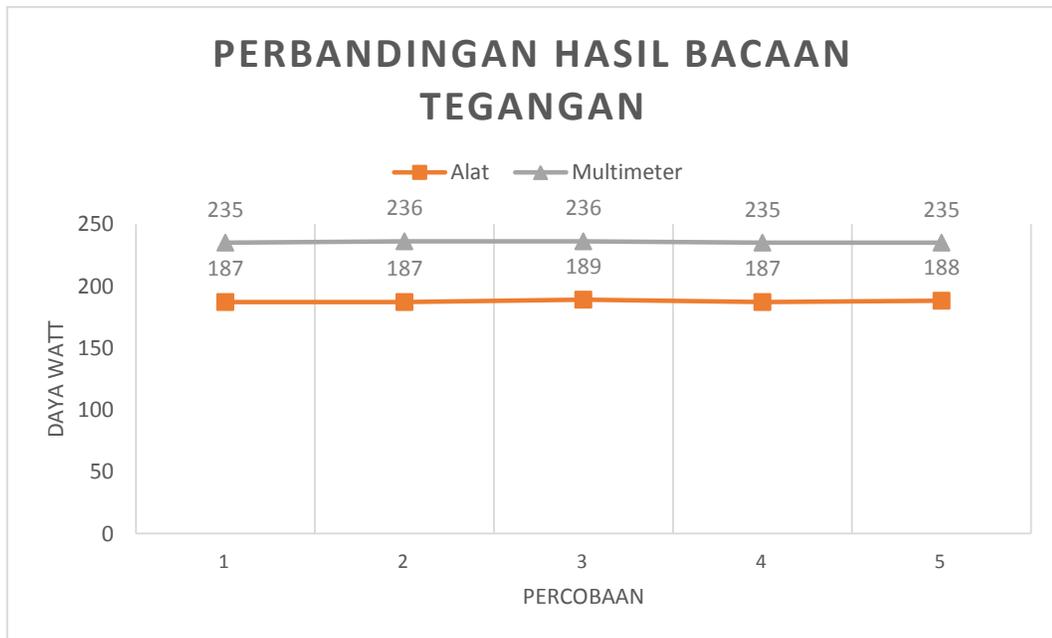
Gambar 4.13 Daya Pada Alat

Dapat dilihat pada gambar 4.13 tampilan pada IoT menampilkan hasil bacaan daya yang dihasilkan pada motor. Adapun hasil data pengambilan tegangan pada bacaan alat dan pengukuran secara manual menggunakan multimeter adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Tegangan pada Alat dan Multimeter

Percobaan	Daya pada IOT Alat (Watt)	Daya pengukuran secara manual (Watt)	Tingkat Akurasi Alat (%)	Tingkat Error Alat (%)
1	187	235	79,57	20,43
2	187	236	79,24	20,76
3	189	236	80,08	19,92
4	187	235	79,57	20,43
5	188	235	80,00	20,00
Rata - Rata	187,6	235,4	79,69	20,31

Dari tabel 4.2 dapat dilihat perbedaan Tegangan hasil bacaan pada multimeter dengan hasil bacaan alat. Dimana rata – rata tingkat error alat adalah 1,37% dengan tingkat akurasi rata – rata dari 5 percobaan adalah sebesar 98,63%. Adapun perbandingan arus dari ke-2 metode pengambilan data dapat dilihat dari grafik sebagai berikut :



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Hasil Bacaan Arus

Pada gambar 4.14 dapat dilihat garis grafik daya pada alat dengan multimeter tidak berbeda jauh. Terdapat selisih yang tidak terlalu signifikan yang ditunjukkan garis grafik yang tidak terpaut terlalu jauh.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Adapun kesimpulan pada penelitian yang dilakukan ini adalah sebagai berikut :

1. Alat monitoring daya pada pembangkit listrik tenaga bayu ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan apa yang diprogram kan. Pada proses perancangan adapun sensor yang digunakan adapah esp256 sebagai alat koneksi pada jaringan iot, dan menggunakan sensor arus acs712, tegangan pzem dan sensor rpm meter untuk arduino uno.
2. Alat yang telah dibuat sangat efektif dan efisien digunakan karena setelah diuji hasil bacaan rpm memiliki tingkat margi error relatif kecil yaitu paling tinggi adalah 15%.
3. Pada hasil bacaan daya keluaran pada alat yang dibandingkan dengan daya hasil ukur langsung menggunakan multimeter. Tingkat akurasi alat juga relatif tinggi yaitu dengan rata – rata 80% dan tingkat error sebesar 20%

#### **5.2. Saran**

1. Diharapkan ada penelitian lain yang menggunakan berbagai macam sensor untuk mendapatkan hasil ataupun tingkat kesalahan yang semakin kecil
2. Ada penelitian yang mengembangkan perancangan alat ini dengan menambahkan fitur fitur pada IoT agar lebih efisien dan kompleks dalam penggunaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, M. U., & Hakim, U. A. (n.d.). *Purwarupa Alat Untuk Memantau Kecepatan Putaran Pada Mesin Berputar Berbasis IoT 1*.
- Listrik, D. T., Vokasi, F., & Surabaya, U. N. (2022). *Monitoring Arus dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan ESP8266 Berbasis Node-Red Rozihan Arief Widi Aribowo , Reza Rahmadian , Aditya Chandra Hermawan Abstrak*.
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., & Nasution, E. S. (2024). Disain Alat Monitoring Real-Time Dari Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Internet of Things. *RELE (Rekayasa Elektrikal ...)*, 6(2), 128–134.
- S., R. I., & Hartono, H. (2018). Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kecepatan Putar Generator Pada Turbin Angin Menggunakan Optocoupler Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535. *Jurnal Penelitian*, 3(3), 29–35. <https://doi.org/10.46491/jp.v3e3.53.29-35>
- Samsinar, R., Septian, R., & Fadlioni, F. (2020). Alat Monitoring Suhu Kelembapan dan Kecepatan Angin dengan Akuisisi Database Berbasis Raspberry Pi. *RESISTOR (ElektRONika KEndali TelekomunikaSI Tenaga LiSTrik KOMputeR)*, 3(1), 29. <https://doi.org/10.24853/resistor.3.1.29-36>
- Studi, P., Teknologi, D., Instrumentasi, D. T., & Vokasi, F. (2018). *Sistem Monitoring Kecepatan Putar Generator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mini-Mikrohidro Skala Generator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mini-Mikrohidro Skala*.
- Ananta, Henry Purbawanto, Sugeng, “Model Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Surya Skala Kecil Untuk Daerah Perbukitan”, Vol. 12, No. 1, 2014 Hal 16-22
- Fransiscus, Harianto, Susijanto Tri Rasmana. 2016. “Rancang Bangun Alat Pembatas Arus Listrik Dan Monitoring Pemakaian Daya Pada Rumah Sewa Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.” *Journal of Control and Network Systems* 5(1): 136–43.
- Bachtiar, Antonov Hayyatul, Wahyudi, “Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras”, Jurnal Teknik Elektro ITP, vol. 7, No.1, Januari 2018 Hal 34-45
- Manullang Tua Ragidup, N. Agung, and S. W. Enda, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Software Homer Di Departemen Teknik Industri Universitas Diponegoro,” vol. 9, no. 2, pp. 148–156, 2020.
- F. Al Muhajir and N. Sinaga, “Tinjauan Pemanfaatan Energi Bayu Sebagai Pembangkit

- Listrik di Provinsi Sulawesi Selatan,” *J. Tek.*, vol. 15, no. x, pp. 55–61, 2021.
- M. Nuryogi and Subiyanto, “Performa Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Terhubung Grid Pada Pembebanan Dinamis,” *Renew. Energy J.*, vol. 8, no. 2, p. 50, 2019.
- H. Kurniadi, A. D. Yuliani, I. A. Khairunnisa, S. S. Putri, E. Wardoyo, and I. R. Nugraheni, “Survei Penempatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Di Tanah Laut Berdasarkan Citra Radar Banjarmasin,” *Pros. SNFA (Seminar Nas. Fis. dan Apl.*, vol. 4, p. 129, 2019, doi: 10.20961/prosidingsnfa.v4i0.35920.
- Chamim, A.N. 2010. Penggunaan Microcontroller sebagai Pendeteksi Posisi dengan Menggunakan Sinyal GSM. *Jurnal Informatika* 4(1): 430-439
- Sarhan, Q.I. 2018. Internet of things: a survey of challenges and issues. *International Journal Internet of Things and Cyber-Assurance* 1(1): 40-75.
- Zainap, M.P., D.A. Nugraha, N. Sari, N. Karima, dan W. Asrori. 2015. Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang. *SMARTICS Journal* 1(1): 20-23.
- Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>
- Heru Sandi, G., & Fatma, Y. (2023). Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.5892>
- Megawati, S. (2021). Pengembangan Sistem Teknologi Internet of Things Yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia. *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, 5(1), 19–26. <https://doi.org/10.26740/jieet.v5n1.p19-26>
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Fikri Andrian  
NPM : 1907220018  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : “Rancang bangun alat pembaca daya keluaran dan kecepatan RPM pada turbin pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) berbasis internet of things”

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1	Sabtu 11-08-2023	Tambahkan rumusan masalah dan tujuan penelitian	
2	Senin 20-08-2023	Perbanyak daftar pustaka	
3.	Sabtu 01-09-2023	Perbaiki tulisan pada bab 2	
4	Senin 11-09-2023	Tambahkan referensi jurnal dan perbaiki jarak spasi dengan 1,5 cm	
5	Sabtu 15-09-2023	Perbaiki flocon pada bab 3	
6	Rabu 27-09-2023	Perbaiki prosedur penelitian	
7	Rabu 04-10-2023	ACC Seminar proposal	

Mengetahui,  
Pembimbing I

Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T

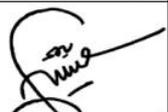


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Fikri Andrian  
NPM : 1907220018  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : “Rancang bangun alat pembaca daya keluaran dan kecepatan RPM pada turbin pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) berbasis internet of things”

No	Tanggal	Catatan Asistansi	Paraf Pembimbing
1	Sabtu 02-03-2024	Isi bab 4, fokus ke permasalahan yang dijabarkan pada ruang lingkup penelitian	
2	Senin 04-03-2024	Setiap penggunaan sensor harus dilakukan penunjuannya beserta tabelnya	
3	Rabu 06-03-2024	Cek narasi ejaan kata yang ebnar, tambahkan lagi sitasi bab 2 terkait sensor yang digunakan beserta spesifikasi sensornya	
4	Jum'at 08-03-2024	Tambahkan lagi referensi 5 jurnal terkait tentang tugas akhir ini, ambil 2 jurnal dari jurnal pembimbing yang ada di database scholar	
5	Selasa 12-03-2024	Setiap ada gambar dan tabel diberi penjelasan minimal 1 paragraf (5-10 baris) dan buat abstrak	
6	Sabtu 16-03-2024	Singkronkan ruang lingkup dengan isi bab 4 terhadap kesimpulan serta hasil di abstrak	
7	Selasa 19-03-2024	ACC untuk di seminar hasilkan	

Mengetahui,  
Pembimbing I



Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

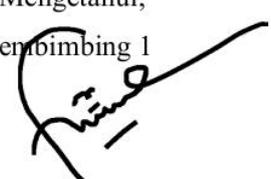
FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Fikri Andrian  
NPM : 197220018  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : “Rancang Bangun Alat Pembaca Daya Keluaran dan Kecepatan RPM Pada Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) berbasis internet of things”

No	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1.	senin 22-4-2024	Tambahkan pengujian sensor di awal bab r setelah gambar keseluruhan	
2.	selasa 23-4-2024	ACC Sidang Meja Hijau	

Mengetahui,  
Pembimbing 1

  
Faisal Irsan Pasambu S.T.,M.T

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Fikri Andrian  
Alamat : Jl. Veteran Pasar VII, No 3500, Dusun IX, Manunggal  
Kec. Labuhan Deli, Kab Deli Serdang, Sumatera utara  
Npm : 1907220018  
Tempat/Tanggal Lahir : Manunggal, 28 September 2001  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
No Telepon/Whatsapp : 0821 8378 2607  
Email : fikriandrian2809@gmail.com  
Tinggi/Berat Badan : 174 cm/67 kg  
Kewarganegaraan : Indonesia

### DATA ORANG TUA

Nama Ayah : Sumiarno  
Nama Ibu : Mariati  
Alamat Orang Tua : Jl. Veteran Pasar VII, No 3500, Dusun IX, Manunggal  
Kec. Labuhan Deli, Kab Deli Serdang, Sumatera Utara

### RIWAYAT PENDIDIKAN

2007-2013 : SD Swasta PAB 27  
2013-2016 : SMP Swasta PAB 2 Helvetia  
2016-2019 : SMK Swasta PAB 1 Helvetia  
2019-2023 : S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara