

# **TUGAS AKHIR**

## **PEMANTAUAN KECEPATAN DAN ARAH ANGIN PADA TAMBAK UDANG DENGAN MENGGUNAKAN SYSTEM IOT**

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

**Disusun Oleh:**

**M.L.TEGUH SAMUDRA**  
**2007230181**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : M.L.Teguh Samudra  
Npm : 2007230181  
Program studi : Teknik Mesin  
Judul tugas akhir : Pemantauan Kecepatan dan arah angin pada tambak udang dengan menggunakan system iot  
Bidang ilmu : Konstruksi,Material & Manufaktur

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

Medan,14 Oktober 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Munawar Alfansury Siregar,S.T.,M.T

Dosen Penguji II



Chandra A Siregar,S.T.,M.T

Dosen Penguji III



Program Studi Teknik Mesin  
Ketua



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama lengkap : M.L.Teguh Samudra  
Tempat/Tanggal Lahir : Aeknabara,01 July 2002  
NPM : 2007230181  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“PEMANTAUAN KECEPATAN DAN ARAH ANGIN PADA TAMBAK UDANG DENGAN MENGGUNAKAN SYSTEM IOT”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik 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 Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 14 Oktober 2024

Saya yang menyatakan,



M.L.Teguh Samudra

## **ABSTRAK**

Pemantauan kecepatan dan arah angin penting dalam pengelolaan tambak udang, karena angin dapat memengaruhi sirkulasi udara, suhu, dan tingkat oksigen di air tambak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan angin berbasis Internet of Things (IoT) di tambak udang di Desa Lubuk Bayas, Kecamatan Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Sistem ini menggunakan sensor angin yang terhubung ke platform IoT untuk mengirimkan data secara real-time. Informasi tersebut dapat diakses melalui web atau perangkat mobile, memungkinkan pengelola tambak memantau kondisi angin dengan cepat dan akurat. Hasil penelitian menunjukkan sistem ini dapat memantau kecepatan dan arah angin dengan baik, serta mendukung operasional tambak udang.

Kata kunci : IoT, pemantauan angin, tambak udang, kecepatan angin, arah angin.

## **ABSTRACT**

*Monitoring wind speed and direction is important in managing shrimp ponds, because wind can affect air circulation, temperature and oxygen levels in pond water. This research aims to develop an Internet of Things (IoT) based wind monitoring system in shrimp ponds in Lubuk Bayas Village, Perbaungan District, Serdang Bedagai Regency, North Sumatra. This system uses wind sensors connected to an IoT platform to transmit data in real-time. This information can be accessed via the web or mobile devices, allowing farm managers to monitor wind conditions quickly and accurately. The research results show that this system can monitor wind speed and direction well, and support shrimp pond operations.*

*Keywords : IoT, wind monitoring, shrimp farming, wind speed, wind direction*

## 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 proposal penelitian ini dengan judul “*Pemantauan kecepatan dan arah angin pada tambak udang dengan menggunakan system iot*”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk dari Allah SWT yang terus memberikan hidayahnya berkat ikhtiar penulis dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril ataupun material dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.

Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik-mesinan yang bermanfaat kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Syafrizal,S.H dan Ibunda Husnawati Nasution,S.Pd, dimana mereka yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik,

serta memberikan semangat dan do'a yang tulus, ikhlas, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Kepada diri sendiri yang sampai saat ini masih selalu bersemangat dan pantang menyerah menjalani dan menyelesaikan setiap permasalahan yang ada.
9. Kepada rekan rekan Teknik Mesin stambuk 2020 yang dimana selalu memberikan semangat dan dorongan dalam menempuh setiap pelajaran
10. Sahabat-sahabat penulis, Alziqra Handa Yahu Koto, Rayfrana Ginting, Rizky Firnanda, Ahmad Yusril Pasaribu, M Mierza Renaldi, Andrea Saputra, Dai Rully Ardiansyah, Ilham Thorik Arrazaq, Chaifajary, Tri Arohman, Suryandi Lesmana, beserta rekan-rekan seperjuangan C1 pagi stambuk 2020 dan lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas upaya,tawa, dan dukungan yang luar biasa bersyukur memiliki kalian dalam perjalanan ini.
11. Kepada sahabat penulis Alm Zaki luthfi yang tak henti-hentinya memberikan inspirasi dan semangat meski kini telah tiada. Kepergianmu menjadi kehilangan yang sangat besar, namun kenangan tentang persahabatan, kebaikan, dan dukunganmu selalu hidup di hati kami. Karya ini didedikasikan untuk mengenang segala hal yang telah kau berikan. Semoga segala amal ibadahmu diterima di sisi-Nya, dan engkau mendapatkan tempat terbaik di surga-Nya.

Proposal 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 laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan,14 Oktober 2024

M.L.Teguh Samudra

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTARK</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.4.1. Tujuan Umum	2
1.4.2. Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Tambak	4
2.2. Udang Vaname	4
2.3. Cuaca	5
2.3.1. Konsep Cuaca	5
2.4. Angin	6
2.5. Anemometer	7
2.6. System Monitoring	8
2.7. Software Arduino ide	9
2.8. Iot ( <i>internet of things</i> )	10
2.9. Mikrokontroler ESP32	11
2.10. Google spreadsheet	11
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>13</b>
3.1 Tempat dan Waktu	13
3.1.1 Tempat Penelitian	13
3.1.2 Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.2.1 Bahan Penelitian	13
3.2.2 Alat Penelitian	19
3.3 Bagan Alir Penelitian	20
3.4 Rancangan Alat Penelitian	21
3.5 Prosedur Penelitian	21
3.5.1. Langkah Langkah prosedur penelitian	21
3.5.2. Assembly	22
3.5.3. Pengujian alat	22

<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>23</b>
4.1. Perancangan	23
4.2. Tahapan pembuatan komponen part by part dengan 3D printing	23
4.2.1. Pembuatan Cup kecepatan angin	23
4.2.2. Poros lengan cup kecepatan angin	24
4.2.3. As poros	25
4.2.4. Tutup rumah sensor	26
4.2.5. Rumah sensor	27
4.2.6. Breket housing/breket rumah sensor	28
4.2.7. irip arah angin	29
4.2.8. Bandul sensor kecepatan angin	30
4.2.9. Assembly semua part dan rangkaian komponen	31
4.3. Perancangan system	32
4.3.1. Mensetting alat dan sensor infrared pada Arduino ide	34
4.3.2. memprogram sensor HMC5883l	36
4.3.3. Penggabungan program sensor infrared dengan program sensor HMC5883l	6
4.3.4. Kalibrasi sensor	37
4.3.5. Perancangan Perangkat Lunak (Software)	38
4.3.6. Penggabungan program sensor dan program google sheet	40
4.4. Pengujian Alat dan Sistem Monitoring pada win tunnel	42
4.5. Penrcobaan pengambilan data pada Tambak Udang	45
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>49</b>
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	49

#### **DAFTAR PUSTAKA**

**Lampiran SK Pembimbing**

**Lampiran Lembar Asistensi**

**Berita acara seminar hasil penelitian**

**Daftar Riwayat hidup**

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu kegiatan penelitian	13
Tabel 4.1 Hasil nilai RPM masing masing frekuensi	43
Tabel 4.2 hasil pengujian sensor arah angin	45
Tabel 4.3 Hasil pengujian tambak udang	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Udang vaname	4
Gambar 2.2 Anemometer	7
Gambar 2.3 Tampilan sketch Arduino IDE	9
Gambar 2.4 Mikrokontroler ESP32	11
Gambar 3.1 PLA	14
Gambar 3.2 Mikrokontroler ESP32	14
Gambar 3.3 Sensor infrared	14
Gambar 3.4 Sensor HMC5883l	15
Gambar 3.5 kabel Jumper	15
Gambar 3.6 Bearing	15
Gambar 3.7 Stainless steel	16
Gambar 3.8 Box Board	16
Gambar 3.9 program Arduino uno	16
Gambar 3.10 Solidworks 2020	17
Gambar 3.11 Shield ESP32	17
Gambar 3.12 Wifi modem	17
Gambar 3.13 Mesin 3D Printing	18
Gambar 3.14 Win Tunnel	18
Gambar 3.15 Bagan alir penelitian	19
Gambar 3.16 Desain Rancangan Alat	20
Gambar 4.1 Desain perancangan	23
Gambar 4.2 Desain cup dan hasil pencetakan	23
Gambar 4.3 Desain Poros lengan cup kecepatan angin dan hasil pencetakan	24
Gambar 4.4 As poros	25
Gambar 4.5 Desain Tutup rumah sensor dan hasil pencetakan	26
Gambar 4.6 Desain Rumah sensor dan hasil pencetakan	27
Gambar 4.7 Desain Breket housing/breket rumah sensor dan hasil pencetakan	28
Gambar 4.8 Desain Sirip arah angin dan hasil pencetakan	29
Gambar 4.9 bandul sensor kecepatan angin	30
Gambar 4.10 Proses merakit alat	31
Gambar 4.11 Proses perangkaian mikrokontroler dengan sensor sensor	31
Gambar 4.12 Rangkaian serial sensor	32
Gambar 4.13 Menghubungkan pin sensor ke board esp32	33
Gambar 4.14 URL board manager	34
Gambar 4.15 Program sensor infrared (RPM)	34
Gambar 4.16 Menghubungkan pin sensor ke board esp32	35
Gambar 4.17 Program sensor HMC5883l	35
Gambar 4.18 Program gabungan	36
Gambar 4.19 Program gabungan	37
Gambar 4.20 Program gabungan	37
Gambar 4.21 Program kalibrasi	38

Gambar 4.22 Membuat Spreadsheet Baru	38
Gambar 4.23 Menyimpan Data Pada NotePad	39
Gambar 4.24 Membuat Kode Google Apps Script	39
Gambar 4.25 URL Web	40
Gambar 4.26 URL Pembaca Data	40
Gambar 4.27 Kode Apps Script terbaca	40
Gambar 4.28 Program gabungan google sheet dan program sensor	41
Gambar 4.29 win tunnel	42
Gambar 4.30 pemasangan alat pada wintunnel	43
Gambar 4.31 Hasil pemabacaan google sheets	43
Gambar 4.32 Grafik kecepatan angin	44
Gambar 4.33 Lokasi Tambak Udang	46
Gambar 4.34 Pemasangan alat pengujian	46
Gambar 4.35 Hasil pengujian	47

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Tambak udang merupakan salah satu sektor perikanan yang memiliki potensi ekonomi besar di Indonesia, termasuk di Desa Lubuk Bayas, Kecamatan Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Namun, pengelolaan tambak udang memerlukan perhatian khusus terhadap berbagai faktor lingkungan, salah satunya adalah kondisi angin. Kecepatan dan arah angin memengaruhi kualitas udara di sekitar tambak, yang berdampak langsung pada sirkulasi oksigen dalam air, suhu lingkungan, serta keseimbangan ekosistem tambak. Perubahan signifikan dalam kecepatan angin dapat memicu turbulensi pada permukaan air, yang berpotensi mengganggu kondisi ideal bagi budidaya udang.

Dalam beberapa tahun terakhir, Internet of Things (IoT) telah menjadi topik yang semakin penting dan menarik dalam dunia teknologi. IoT mengacu pada koneksi jaringan antara berbagai perangkat keras, termasuk sensor, perangkat seluler, dan perangkat pintar, yang kemudian dapat saling berkomunikasi dan berinteraksi melalui internet. Keterbatasan komputasi dan penyimpanan pada perangkat IoT disebabkan oleh penggunaan komponen yang terbatas, sementara pada cloud computing memiliki kapasitas penyimpanan dan komputasi yang besar karena berada pada lingkungan virtual (Nashrullah and Afrianto 2023).

Angin merupakan pergerakan massa udara secara mendatar. Angin dapat terjadi jika pada suatu saat terdapat perbedaan tekanan antara satu tempat dengan tempat yang lain. Udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Arah dan kecepatan memiliki peranan dalam mempengaruhi curah hujan. Ketika angin berhembus dari arah samudera pasifik atau samudera Indonesia, maka angin akan membawa udara lembab menjadi hujan tinggi. (Dwi et al. 2022)

Masyarakat, khususnya para petani tambak udang di desa lubuk bayas, semakin resah dengan minimnya pemantauan kecepatan dan arah angin yang berdampak signifikan terhadap keberhasilan budidaya tambak. Mereka menyadari

bahwa perubahan angin yang tidak terdeteksi dapat menyebabkan ketidakseimbangan lingkungan tambak, yang memengaruhi kadar oksigen, suhu air, dan kualitas air secara keseluruhan. Kondisi ini berdampak langsung pada kesehatan udang, meningkatkan risiko stres, penyakit, bahkan kematian udang dalam jumlah besar.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kecepatan dan arah angin berbasis IoT di tambak udang di Desa Lubuk Bayas. Sistem ini diharapkan mampu memberikan solusi yang efektif untuk memantau kondisi angin secara real-time, sehingga pengelola tambak dapat melakukan langkah-langkah preventif dalam menjaga kelangsungan ekosistem tambak udang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka diperoleh suatu rumusan masalah :

1. Bagaimana meningkatkan pemahaman masyarakat pengelola tambak udang mengenai teknologi IoT dalam budidaya tambak udang.
2. Bagaimana pengaruh kecepatan dan arah angin terhadap pertumbuhan dan produksi udang di tambak.
3. Bagaimana mendesain alat pemantauan kecepatan dan arah angin yang efektif untuk mendukung budidaya tambak udang.

## 1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian mencakup Pemilihan dan integrasi sensor kecepatan dan arah angin. Implementasi sistem IoT untuk pemantauan secara real-time. Pengumpulan data di lokasi tambak udang tertentu. Analisis data untuk mendapatkan informasi yang relevan.

## 1.4 Tujuan Penelitian

### 1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini yaitu untuk membuat alat pemantauan kecepatan dan arah angin pada tambak udang dengan menggunakan system iot agar meningkatkan produktivitas tambak udang.

### 1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk memperkenalkan teknologi system pemantau, dengan menggunakan system IOT
2. Bagaimana alat bekerja dengan baik
3. Untuk memantau data sebagai informasi pada masyarakat tambak udang.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Optimasi Produksi Tambak Udang,  
Pemahaman terhadap pola angin akan membantu dalam mengoptimalkan penempatan tambak, menjaga kualitas air, dan menciptakan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan udang.
2. Peningkatan Keberlanjutan,  
Dengan memanfaatkan data kecepatan dan arah angin, penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan praktik-praktik yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam budidaya tambak udang.
3. Efisiensi Energi,  
Tenaga angin sebagai sumber daya alam yang melimpah di sekitar tambak udang dapat dimanfaatkan secara optimal untuk menggerakkan turbin. Hal ini akan mengurangi ketergantungan pada listrik dari sumber luar.
4. Mitigasi Risiko Bencana,  
Pemantauan angin juga dapat berperan dalam mitigasi risiko bencana, seperti topan atau badai, dengan memberikan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan yang cepat dan efektif.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tambak

Tambak adalah kolam buatan yang diisi air dan dimanfaatkan sebagai sarana budidaya perairan (akuakultur). Syarat terlaksananya kegiatan budidaya adalah adanya organisme yang dibudidayakan, media hidup organisme, dan wadah/tempat budidaya. Budidaya merupakan salah satu kegiatan dalam meningkatkan produksi perikanan. Metode pembudidayaan yang dilakukan dapat bersifat tradisional, semi intensif, dan intensif (Anwar and Abdurrohman 2020).

Kesesuaian lahan merupakan salah satu aspek yang menentukan keberhasilan kegiatan budidaya tambak di wilayah pesisir. Budidaya tambak memiliki komponen keruangan serta perbedaan karakteristik biofisik dan sosial-ekonomi dari setiap lokasi. Banyak tambak intensif belum memanfaatkan kelebihan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam melakukan pemilihan lokasi dan pengelolaan budidaya, dimana hal tersebut penting dilakukan untuk menghindari kegagalan usaha (Setianingrum, Suprayogi, and Hani'ah 2014).

#### 2.2 Udang Vaname

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) atau dikenal dengan Pacific White Shrimp seperti pada gambar 2.1 merupakan jenis udang introduksi yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena banyak dikonsumsi bukan hanya skala nasional akan tetapi mampu diekspor hingga ke pasar Amerika dan dunia. Udang ini mulai masuk dan dibudidaya di Indonesia pada tahun 2001. Udang ini mulai menjadi alternatif seiring menurunnya tingkat produksi udang windu akibat terserang penyakit virus White Spot Syndrome Virus (WSSV) sehingga pertumbuhannya menjadi terhambat (Anwar and Abdurrohman 2020).



Gambar 2.1 Udang vaname (Ibrahim 2018)

Udang vaname memiliki pertumbuhan yang relatif lebih cepat, tahan terhadap serangan penyakit, dan memiliki toleransi yang lebih baik dibanding jenis udang yang lainnya. Pertumbuhan udang vaname rata-rata 3 gram/minggu, dapat ditebar dengan kepadatan sampai 150 ekor/m<sup>2</sup>. Pemberian pakan udang vaname dilakukan 4 kali setiap hari dengan kandungan protein dengan pelet sebesar 30%. Untuk pemeliharaan pH air menggunakan kapur jika kondisi pH air naik dan jika kondisi pH air turun. Untuk mengatur tingkat suhu air pada tambak dengan mengatur ketinggian air tambak (Anwar and Abdurrohman 2020).

## 2.3 Cuaca

Cuaca merupakan salah satu hal yang sangat berpengaruh kepada kehidupan makhluk hidup. Perubahan cuaca yang tidak menentu terdapat di beberapa daerah di dunia. Seiring perkembangan jaman, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat dilakukan pendekatan guna memprediksi perubahan cuaca yang terjadi. Sebagai contoh, kondisi udara pagi sampai siang hari udara cerah, tiba-tiba menjelang sore udara berawan dan terjadi hujan dengan intensitas lebat (Tambunan and Saputra 2022).

### 2.3.1 Konsep Cuaca

Cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan diwilayah tertentu yang relatif sempit dan dalam jangka waktu yang singkat. Unsur-unsur yang mempengaruhi cuaca dan iklim adalah :

1. Suhu udara perubahan suhu udara di satu tempat dengan tempat lainnya bergantung pada ketinggian tempat dan letak astronomisnya (lintang). Perubahan suhu karena perbedaan ketinggian jauh lebih cepat daripada perubahan suhu karena perbedaan letak lintang. Biasanya, perubahan suhu terjadi berkisar 0,6 derajat celcius tiap kenaikan 100 m, alat ukur adalah Termometer (Puspita and Yulianti 2016).
2. Tekanan udara tekanan udara adalah berat massa udara pada suatu wilayah. Tekanan udara menunjukkan tenaga yang bekerja untuk menggerakkan massa udara dalam setiap satuan luas tertentu. Tekanan udara semakin rendah jika semakin tinggi dari permukaan laut, alat ukur adalah Barometer (Puspita and Yulianti 2016).

3. Kelembaban udara : kelembaban udara adalah kandungan uap air dalam udara. Uap air yang ada dalam udara berasal dari hasil penguapan air di permukaan bumi, air tanah, atau air yang berasal dari penguapan tumbuhan, alat ukur adalah Higrometer (Puspita and Yulianti 2016).

#### 2.4 Angin

Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai julukan antara lain sebagai negara kepulauan, negara maritim, dan masih banyak lagi. Indonesia dijuluki sebagai negara kepulauan karena Indonesia memiliki beribu-ribu pulau besar dan kecil yang tersebar di seluruh Nusantara. Sebagai negara maritim, sebagian besar wilayah Indonesia adalah perairan dengan perbandingan antara daratan dan lautan sebesar 2 : 3. Selain itu letak geografis Indonesia sangat strategis karena berada diantara persilangan dua benua dan dua Samudra. Keberadaan wilayah Indonesia menyebabkan kondisi iklim dan cuaca yang berbeda-beda. Dimana setiap 6 bulan sekali akan terjadi angin muson barat dan angin muson timur. Perubahan iklim dan cuaca sangat penting untuk dipertimbangkan oleh para penduduk disekitar pesisir khususnya nelayan dalam mencari mata pencaharian (Soewariantanto et al., 2022).

Melihat hal tersebut angin sangat penting bagi manusia. Angin memberikan manfaat yang luarbiasa untuk manusia dalam menunjang perekonomian mereka. Namun selain menguntungkan untuk manusia angin juga dapat merugikan bagi manusia (Samsinar et al., 2020)(Amindri 2023).

Angin merupakan pergerakan massa udara secara mendatar. Angin dapat terjadi jika pada suatu saat terdapat perbedaan tekanan antara satu tempat dengan tempat yang lain. Udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah, Pergerakan angin dapat diketahui polanya dengan menggunakan data arah dan kecepatan angin yang dilakukan selama 24 jam. Arah dan kecepatan memiliki peranan dalam mempengaruhi curah hujan. Ketika angin berhembus dari arah samudera pasifik atau samudera Indonesia, maka angin akan membawa udara lembab menjadi hujan tinggi dan bahwa kelembaban udara, tekanan udara, temperature, arah dan kecepatan angin yang mempengaruhi curah hujan (Dwi et al. 2022).

## 2.5 Anemometer

Anemometer seperti pada gambar 2.2 adalah sebuah perangkat untuk mengukur kecepatan angin dan untuk mengukur arah angin. Anemometer merupakan salah satu instrumen yang sering digunakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Kata anemometer berasal dari Bahasa Yunani *anemos* yang berarti angin, angin merupakan udara yang bergerak ke segala arah, angin bergerak dari suatu tempat menuju ke tempat yang lain. Anemometer ini pertama kali diperkenalkan oleh Leon Batista Alberti dari Italia pada tahun 1450 (BMKG 2000)



(sumber: Arwagi Observatory, College Hill, 2017)

Gambar 2.2 Anemometer (BMKG 2000)

Kecepatan angin adalah kecepatan udara yang bergerak secara horizontal yang dipengaruhi oleh gradien barometris letak tempat, tinggi tempat, dan keadaan topografi suatu tempat. Untuk pengukuran kecepatan angin yang lebih baik memang dilakukan pada ketinggian 10 m, dengan pertimbangan efek dari lapisan perbatas. Untuk satuan kecepatan angin dalam meter per detik, kilometer per jam atau knot ( $1 \text{ m/s} = 1,9438 \text{ knots} = 3,6 \text{ km/jam}$ ). Berdasarkan pengertiannya kecepatan angin tidak pasti atau selalu berubah-ubah dalam setiap keadaan maka yang harus dilakukan adalah melakukan pengamatan melalui skala standar internasional yaitu dengan menggunakan skala Beaufort (Wijayanti, Rahmawati, and Suchyo 2015)

Alat ukur kelajuan dan arah angin yang umum digunakan pada stasiun pengamat cuaca adalah Anemometer jenis Cup Counter yang menerapkan metode mekanik dalam pengukurannya. Anemometer jenis Cup Counter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju angin dengan tiga buah cup sebagai sensor yang

dihubungkan oleh lengan ke couter. Prinsip kerja alat ini yaitu apabila angin bertiup maka rotor berputar pada arah tetap disebabkan karena seluruh cup menghadap ke satu arah melingkar. Perputaran sumbu sistem Cup dihubungkan secara mekanik dengan generator sinyal sebagai pencatatan sinyal (Yanti, Yulkifli, and Kamus 2016).

Penelitian ini dirancang sistem monitoring kecepatan dan arah angin. Alat ukur kecepatan dan arah angin berbasis Arduino yang diharapkan mampu mengukur perubahan angin lebih presisi dengan menggunakan sensor optocoupler yang tergolong murah dan memiliki kualitas baik. Pada perancangan kecepatan dan arah angin ini menggunakan software arduino yang dimanfaatkan sebagai interface antara PC dengan sensor (Wijayanti, Rahmawati, and Sucahyo 2015)

Pembuatan alat pengukur kecepatan angin dapat memanfaatkan teknologi mikrokontroler. Sama halnya dengan sistem komputer, mikrokontroler mempunyai kemampuan untuk diprogram sesuai dengan kebutuhan pembuatan alat pengukur kecepatan angin. Dan di tambahkan wirelees sebagai penghubung menggantikan fungsi kabel. Pada alat pengukur kecepatan angin terdapat baling-baling atau mangkok yang berputar sesuai dengan arah angin. Makin besar kecepatan angin, makin cepat putaran mangkok-mangkok tersebut. Dari jumlah putaran dalam satu detik maka dapat diketahui kecepatannya. Untuk mendeteksi jumlah putaran mangkok-mangkok pada anemometer digunakan sensor optocoupler (Dejan 2019).

## 2.6 Sistem Monitoring

Sistem Monitoring merupakan sistem yang mampu melakukan pemantauan, pengamatan, dan pengawasan. Monitoring bertujuan untuk memberikan suatu informasi keberlangsungan proses untuk menetapkan langkah menuju ke arah perbaikan yang berkesinambungan. Monitoring dapat didefinisikan siklus kegiatan yang mencakup pengumpulan informasi, peninjauan ulang atau review, report dan tindakan atas informasi suatu proses yang sedang diimplementasikan. Biasanya data sistem monitoring yang dikumpulkan bersifat real time (Ariyani 2022).

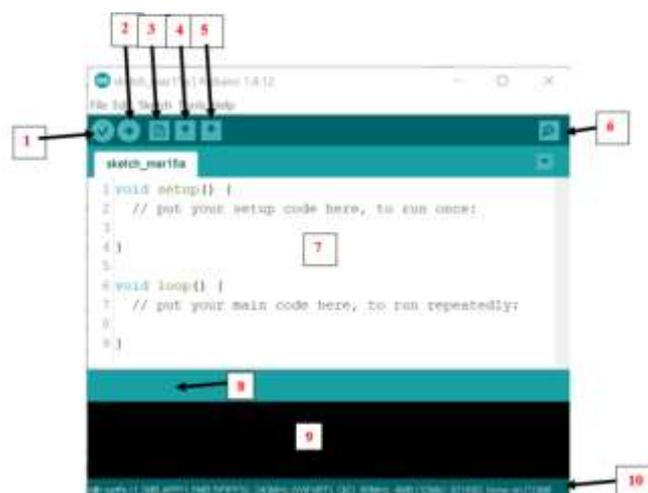
Secara garis besar tahapan dalam sebuah sistem monitoring terbagi ke dalam tiga proses yaitu pengumpulan data monitoring, penganalisisan data monitoring serta proses penampilan data hasil monitoring. Monitoring yang masih bersifat konvensional memiliki kelemahan antara lain data hasil monitoring tidak akurat,

membutuhkan waktu yang lama untuk memonitoring dengan mengambil sampel untuk diamati lalu di bawa ke laboratorium atau menggunakan peralatan sensor, memonitoring suatu keadaan serta membutuhkan aktifitas yang lebih banyak dalam pengumpulan data hasil monitoring yang diinginkan (Ariyani 2022)

Perkembangan teknologi yang semakin maju merupakan faktor utama dalam perkembangan sistem monitoring saat ini. Seperti pada sistem monitoring kualitas air pada kolam budidaya ikan yang dilakukan oleh dengan melakukan pengukuran parameter kualitas air menggunakan sensor dan mengirimkannya ke perangkat gateway secara real time menggunakan jaringan sensor nirkabel (Ariyani 2022).

## 2.7 Software Arduino IDE

Integrated Development Environment (IDE) seperti pada gambar 2.3 atau secara bahasa merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C++. Bahasa pemrograman Arduino (Sketch) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan 21 suatu program bernama Bootlader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler (Ariyani 2022).



Gambar 2.3 Tampilan sketch Arduino IDE (Ariyani 2022)

1. Berdasarkan Gambar 2.3 dapat dijelaskan bahwa fungsi dari komponen pada sketch Arduino IDE sebagai berikut.
2. Verify atau dikenal dengan compile, untuk memastikan program yang dibuat sudah benar dan tidak terdapat kesalahan atau Error. Proses ini untuk mengubah sketch menjadi kode biner untuk diunggah ke mikrokontroler.
3. Upload berfungsi untuk mengunggah sketch ke board Arduino.
4. New sketch berfungsi untuk membuka window dan sketch baru.
5. Open sketch berfungsi untuk membuka sketch yang sudah dibuat dan disimpan sebelumnya dengan format file “.ino”.
6. Save sketch berfungsi untuk menyimpan sketch.
7. Serial monitor berfungsi untuk membuka interface sebagai komunikasi serial.
8. Sketch berfungsi sebagai tempat untuk menuliskan program
9. Keterangan aplikasi berfungsi untuk menampilkan pesan seperti saat proses “compiling” dan “done uploading”.
10. Konsol berfungsi untuk menampilkan pesan yang sedang dikerjakan dan memberikan informasi tentang sketch yang dibuat.
11. Port berfungsi untuk menginformasikan port yang sedang dipakai dalam board Arduino (Ariyani 2022).

## 2.7 Iot (*internet of things*)

Internet of Thing terdiri dari 2 kata kunci, Internet dan Things. Internet, memiliki arti interconnection-networking, dimana jaringan komputer yang terkoneksi satu dengan yang lain dengan menggunakan protokol TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol). Things di dalam Internet of Things merupakan objek yang digunakan sehari hari dimana informasi diambil melalui sensor yang membaca keadaan lingkungan sekitar dengan real time dan tanpa adanya intervensi manusia. Seperti temperatur ruangan dan kelembapan udara (Gunawan, Akbar, and Giyandhi Ilham 2020).

## 2.8 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 seperti pada gambar 2.4 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (General Purpose Input Output). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung (Agus Wagyana, 2019). Adapun spesifikasi dari ESP32 adalah sebagai berikut.(Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari 2022)

Board ini memiliki dua versi, yaitu 30 GPIO dan 36 GPIO. Keduanya memiliki fungsi yang sama tetapi versi yang 30 GPIO dipilih karena memiliki dua pin GND. Semua pin diberi label dibagian atas board sehingga mudah untuk dikenali. Board ini memiliki interface USB to UART yang mudah diprogram dengan program pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE. Sumber daya board bisa diberikan melalui konektor micro USB [2](Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari 2022).



Gambar 2.4 Mikrokontroler ESP32(Makrup, Amalia Herlina, and Fuad Hasan 2022)

## 2.9 Google spreadsheet

salah satu alat canggih yang saat ini familiar dan banyak digunakan dalam berbagai aktivitas. Smartphone dimanfaatkan dalam berbagai aktivitas individu, salah satu contoh yaitu mencari informasi dari web browser (google), pembuatan video dan pemutaran video melalui media sosial, email, games, dan melakukan pembelian dan pembayaran pada market place smartphone Smartphone juga dapat digunakan untuk mencatat keuangan dengan menggunakan aplikasi yang telah diunduh dari playstore yaitu Google spreadsheet (Erstiawan and Alifianto 2021).

Google Spreadsheet termuat dalam smartphone dan dapat digunakan dimanapun lokasi pelaku usaha. Dengan adanya google spreadsheet yang terkoneksi langsung dengan internet, maka transaksi yang terjadi dapat secara langsung dicatat kedalam aplikasi dan pada saat itu juga transaksi dapat tercatat dengan baik. Fitur yang terdapat pada google spreadsheet memiliki keunikan tersendiri untuk dapat dikelola dan digunakan menghasilkan laporan penjualan dan pembelian, laporan keuangan perperiode, buku bantu termasuk piutang dan lain sebagainya (Erstiawan and Alifianto 2021).

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan waktu

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat dilaksanakannya perancangan dan pembuatan prototipe alat pemantau kecepatan dan arah angin dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

##### 3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Waktu kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul	■					
2	Studi literatur	■	■				
3	Seminar proposal			■			
4	Pembuatan alat			■			
5	Pengujian alat				■		
6	Analisa hasil pengujian				■	■	
7	Seminar hasil						■
8	Penyelesaian skripsi						■

#### 3.2 Bahan Dan Alat

##### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

##### 1. PLA (*Polylactic Acid*)

Pada penelitian ini PLA (*Polylactic Acid*) digunakan sebagai tinta 3D printing, seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1 PLA (*Polylactic Acid*)

## 2. Mikrokontroler ESP32

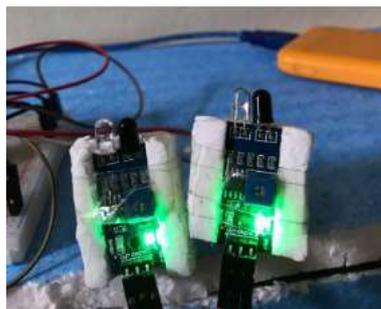
Pada penelitian ini Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai board, seperti pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Mikrokontroler ESP32

## 3. Sensor infrared

Pada penelitian ini sensor infrared berfungsi sebagai mengukur perubahan posisi atau sudut rotasi suatu objek dengan tingkat presisi tinggi, seperti pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Sensor infrared

## 4. Sensor Kompas HMC5883I

Pada penelitian ini sensor adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi gejala yang berasal dari perubahan energy membantu dalam meramalkan pola cuaca seperti pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Sensor HMC5883L

5. Kabel jumper

Pada penelitian ini Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan komponen pada rangkaian elektronik, seperti pada breadboard atau modul sensor seperti pada gambar 3.5



Gambar 3.5 kabel Jumper

6. Bearing

Pada penelitian ini bearing berfungsi untuk mengurangi gesekan antara dua bagian yang bergerak, seperti poros dan dudukan seperti pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Bearing

7. Stainless steel

Pada penelitian ini Stainless steel berfungsi sebagai poros karena memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi, daya tahan mekanis yang baik, dan kemampuan menahan beban berat seperti pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Stainless steel

#### 8. Box board

Pada penelitian ini arduino box digunakan untuk menyimpan dan melindungi arduino dan komponen lainnya, seperti pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Box Board

#### 9. Program Arduino IDE

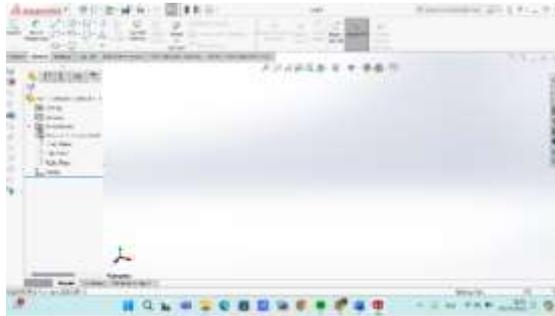
Pada penelitian ini program arduino IDE digunakan untuk memprogram sistem kontrol laju aliran liquid, seperti pada gambar 3.9



Gambar 3.9 program Arduino uno

## 10. . Solidworks 2020

Pada penelitian ini solidworks 2020 digunakan untuk merancang desain alat pengontrol laju aliran liquid, seperti pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Solidworks 2020

## 11. Shield ESP32

Pada penelitian ini Shield ESP32 selain untuk melindungi esp32nya juga berfungsi untuk menghubungkan komponen elektronik ke board, terlihat seperti gambar 3.11



Gambar 3.11 Shield ESP32

## 12. Wifi Modem

Pada penelitian ini wifi modem berfungsi untuk memberi jaringan pada alat pengujian, terlihat seperti pada gambar 3.12



Gambar 3.12 Wifi modem

### 3.2.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah :

#### 1. Mesin 3D Printing

Pada penelitian ini mesin 3D printing berfungsi untuk mencetak bentuk bentuk alat yang diperlukan, seperti pada gambar 3.13



Gambar 3.13 Mesin 3D Printing

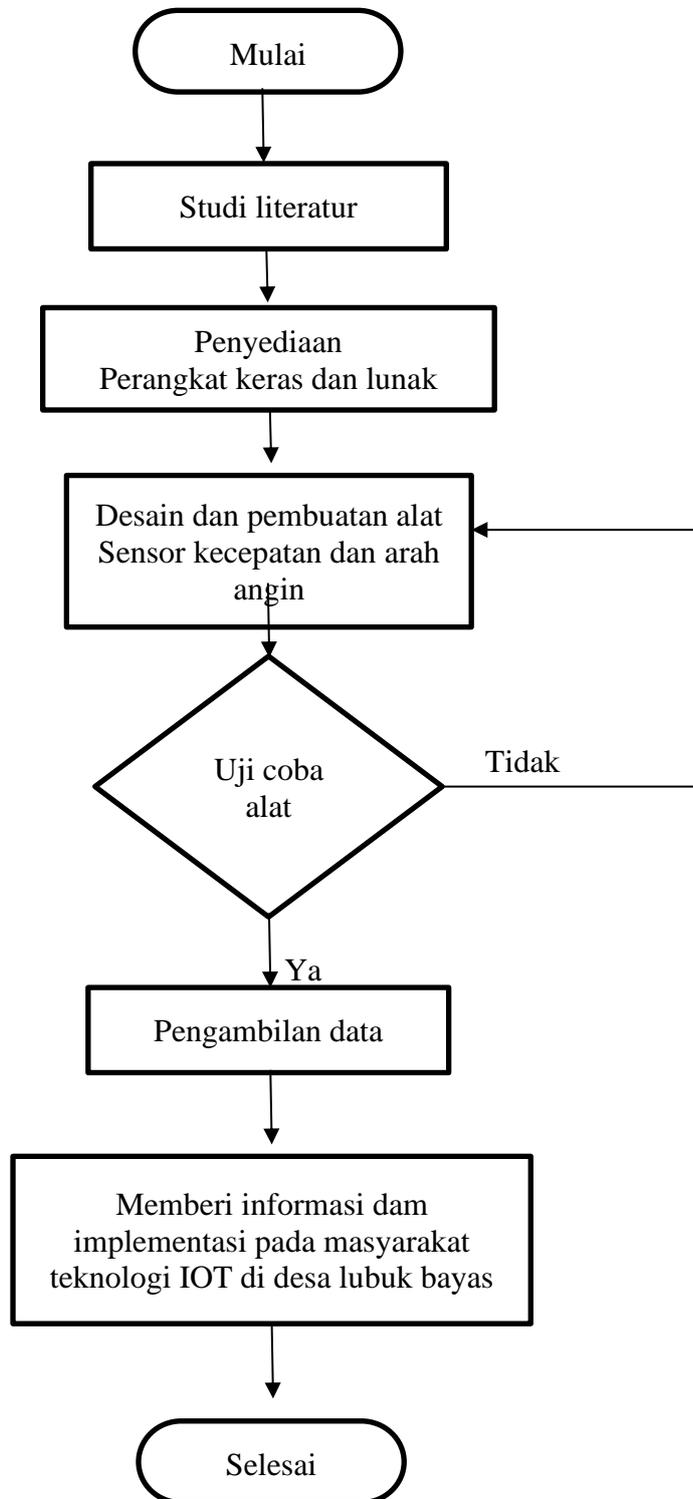
#### 2. Win Tunnel

Wind tunnel" (tunnel angin) adalah fasilitas uji yang dirancang khusus untuk melakukan pengujian aerodinamika pada model atau prototipe objek dengan mengeksposnya pada aliran udara, seperti pada gambar 3.14



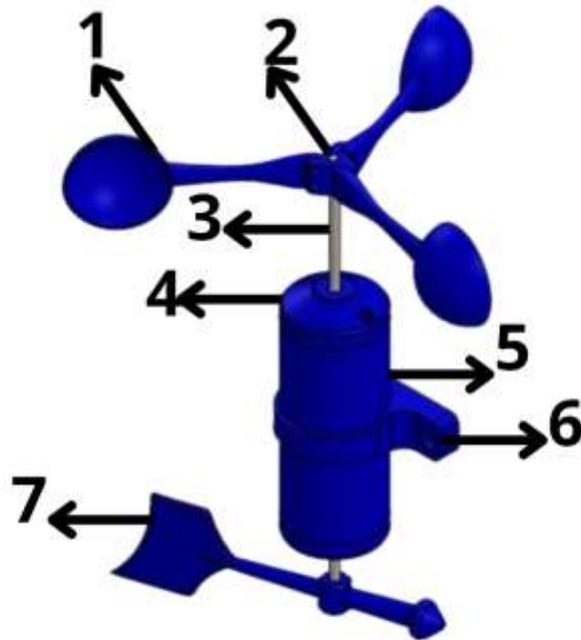
Gambar 3.14 Win Tunnel

### 3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.15 Bagan alir penelitian

### 3.4 Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.16 Desain Rancangan Alat

Keterangan :

1. Cup kecepatan angin  
Fungsi utama cup kecepatan angin adalah mengukur kecepatan angin. Semakin cepat rotor berputar, semakin tinggi kecepatan angin yang diukur
2. Poros lengan cup kecepatan angin  
Poros lengan bertindak sebagai penghubung antara lengan yang memegang cup dengan sumbu utama alat
3. As poros  
As poros berfungsi sebagai sumbu tempat lengan yang memegang cup (mangkuk) berputar saat terkena angin
4. Tutup rumah sensor

utup rumah sensor melindungi komponen elektronik sensitif dari air hujan, embun, dan kelembapan tinggi yang dapat menyebabkan kerusakan, korosi, atau malfungsi pada sensor

5. Housing/rumah sensor

Rumah sensor berfungsi sebagai tempat sensor dan menjaga sensor dari berbagai kondisi cuaca

6. Breket housing/breket rumah sensor

Fungsi utama bracket adalah memberikan penopang yang kuat dan stabil bagi rumah sensor

7. Sirip arah angin

Sirip pada pengukur arah angin, atau wind vane, memiliki peran utama dalam menentukan dan menunjukkan arah datangnya angin

### 3.5. Prosedur penelitian

3.5.1. Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan prosedur penelitian pemantauan kecepatan dan arah angin sebagai berikut :

1. Desain

Pada desain ini, pelaksanaannya dilakukan di laboratorium komputer Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Desain ini dibuat menggunakan software Solidworks 2020.

2. Creality

Mengubah file solidworks menjadi file stl pada Creality memungkinkan pencetakan yang detail dari file desain 3D, menghasilkan prototipe atau produk akhir yang akurat

3. 3D Printing

Part/ model yang dibutuhkan dan sudah dibuat menjadi file di creality lalu mencetak/membuat part by part menggunakan 3D printing

4. Assembly

Setelah membuat dan mengumpulkan part/ model 3D printing selanjutnya adalah assembly atau merakit part/ model tersebut.

3.5.2. Dalam perancangan sistem ini ada beberapa tahap perancangan dalam pembuatan alat antara lain:

1. Perancangan Program sensor infrared dan sensor Kompas HMC58831 pada arduino ide digunakan untuk mengontrol sistem kerja Mikrokontroler ESP32 agar sesuai dengan konsep dan prinsip kerja alat yang dibuat.

2. Perancangan Elektronik Menghubungkan board esp32 pada sensor infrared dan sensor HMC58831

3. Membuat struktur data base pada google sheet

4. Perancangan program google sheet pada arduino ide yang nanti digunakan untuk menampilkan data dan hasil dari monitoring kecepatan dan arah angin dengan koneksi wifi

3.5.3. Setelah membuat part part komponen dan memprogram mikrokontroler semua dirakit menjadi satu

3.5.4 Pengujian Alat

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perancangan

Tahapan Desain alat pemantauan kecepatan dan arah angin



Gambar 4.1 Desain perancangan

Dalam proses desain perancangan ini saya membuat dengan menggunakan software solidworks 2020.

### 4.2 Tahapan pembuatan komponen part by part dengan 3D printing

#### 4.2.1. Pembuatan Cup kecepatan angin



Gambar 4.2 Desain cup dan hasil pencetakan

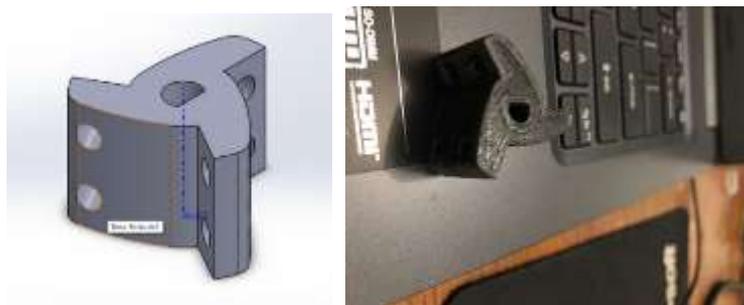
Dalam proses pembuatan cup kecepatan angin seperti pada gambar 4.2 menggunakan mesin 3D printing sebagai media percetakan yang dibagi dalam beberapa tahap yaitu :

- Desain

Dalam proses desain perancangan cup kecepatan angin ini membuat dengan menggunakan software solidworks 2020,dengan penentuan model dan sketsa awal,pemilihan bahan dan material,proses 2 dimensi,proses 3 dimensi,proses assembly,proses trial and eror,proses cetak.

- *Stereolithography (STL)*  
Setelah proses desain katup selesai, desain disimpan menggunakan file STL atau Stereolithography
- *Creality*  
Setelah desain di simpan menggunakan file STL, lalu file di upload menggunakan software creality
- *G-Code*  
G-Code adalah kode gerakan yang digunakan untuk mengontrol sebuah mesin 3D printing, yang dimana G-Code didapat setelah desain telah diupload kedalam software creality
- *3D Printing*  
Tahapan terakhir dalam proses pembuatan cup kecepatan angin adalah 3D Printing, yang dimana desain yang telah di buat dicetak dalam bentuk 3 dimensi menggunakan mesin 3D Printing seperti Gambar 4.2.

#### 4.2.2. Poros lengan cup kecepatan angin



Gambar 4.3 Desain Poros lengan cup kecepatan angin dan hasil pencetakan

Dalam proses pembuatan Poros lengan cup kecepatan angin seperti pada gambar 4.3 menggunakan mesin 3D printing sebagai media percetakan yang dibagi dalam beberapa tahap yaitu :

- Desain

Dalam proses desain perancangan katup ini saya membuat dengan menggunakan software solidworks 2020 dengan penentuan model dan sketsa awal, pemilihan bahan dan material, proses 2 dimensi, proses 3 dimensi, proses assembly, proses trial and eror, proses cetak.

- *Stereolithography (STL)*

Setelah proses desain katup selesai, desain disimpan menggunakan file STL atau Stereolithography

- *Creality*

Setelah desain di simpan menggunakan file STL, lalu file di upload menggunakan software creality

- *G-Code*

G-Code adalah kode gerakan yang digunakan untuk mengontrol sebuah mesin 3D printing, yang dimana G-Code didapat setelah desain telah diupload kedalam software creality

- *3D Printing*

Tahapan terakhir dalam proses pembuatan Poros lengan cup kecepatan angin adalah 3D Printing, yang dimana desain yang telah di buat dicetak dalam bentuk 3 dimensi menggunakan mesin 3D Printing seperti gambar 4.3.

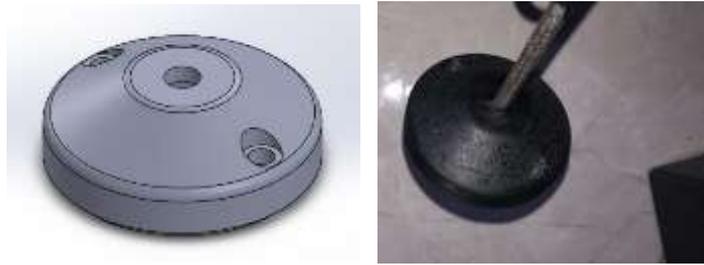
#### 4.2.3. As poros

Dalam proses pembuatan as poros ini saya menggunakan Stainless steel sebagai as poros dengan ukuran 6mm seperti pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 As poros

#### 4.2.4. Tutup rumah sensor



Gambar 4.5 Desain Tutup rumah sensor dan hasil pencetakan

Dalam proses pembuatan Tutup rumah sensor seperti pada gambar 4.5 menggunakan mesin 3D printing sebagai media percetakan yang dibagi dalam beberapa tahap yaitu :

- Desain

Dalam proses desain perancangan katup ini saya menggunakan software solidworks 2020, dengan penentuan model dan sketsa awal, pemilihan bahan dan material, proses 2 dimensi, proses 3 dimensi, proses assembly, proses trial and error, proses cetak. dengan diameter 6,5 cm dan terdapat tempat bearing/lahar yang berukuran 6mm dan 2 buah lubang baut pengunci.

- *Stereolithography (STL)*

Setelah proses desain katup selesai, desain disimpan menggunakan file STL atau Stereolithography

- Creality

Setelah desain di simpan menggunakan file STL, lalu file di upload menggunakan software creality

- G-Code

G-Code adalah kode gerakan yang digunakan untuk mengontrol sebuah mesin 3D printing, yang dimana G-Code didapat setelah desain telah diupload kedalam software creality

- 3D Printing

Tahapan terakhir dalam proses pembuatan Tutup rumah sensor adalah 3D Printing, yang dimana desain yang telah di buat dicetak dalam bentuk 3 dimensi menggunakan mesin 3D Printing seperti gambar 4.5.

#### 4.2.5. Rumah sensor



Gambar 4.6 Desain Rumah sensor dan hasil pencetakan

Dalam proses pembuatan rumah sensor seperti pada gambar 4.6 menggunakan mesin 3D printing sebagai media percetakan yang dibagi dalam beberapa tahap yaitu :

- Desain

Dalam proses desain perancangan katup ini saya menggunakan software solidworks 2020, dengan penentuan model dan sketsa awal, pemilihan bahan dan material, proses 2 dimensi, proses 3 dimensi, proses assembly, proses trial and eror, proses cetak, dengan diameter 6,5 cm dan tinggi 6cm, terdapat tempat bearing/lahar sebagai penunjang pergerakan poros yang berputar agar tetap stabil dan presisi dengan ukuran bearing 6mm.

- *Stereolithography (STL)*

Setelah proses desain katup selesai, desain disimpan menggunakan file STL atau Stereolithography

- Creality

Setelah desain di simpan menggunakan file STL, lalu file di upload menggunakan software creality

- G-Code

G-Code adalah kode gerakan yang digunakan untuk mengontrol sebuah mesin 3D printing, yang dimana G-Code didapat setelah desain telah diupload kedalam software creality

- 3D Printing

Tahapan terakhir dalam proses pembuatan Rumah sensor adalah 3D Printing, yang dimana desain yang telah di buat dicetak dalam bentuk 3 dimensi menggunakan mesin 3D Printing seperti gambar 4.6.

#### 4.2.6. Breket housing/breket rumah sensor



Gambar 4.7 Desain Breket housing/breket rumah sensor dan hasil pencetakan

Dalam proses pembuatan Breket housing/breket rumah sensor seperti pada gambar 4.7, menggunakan mesin 3D printing sebagai media percetakan yang dibagi dalam beberapa tahap yaitu :

- Desain

Dalam proses desain perancangan katup ini saya membuat dengan menggunakan software solidworks 2020, dengan penentuan model dan sketsa awal, pemilihan bahan dan material, proses 2 dimensi, proses 3 dimensi, proses assembly, proses trial and eror, proses cetak

- *Stereolithography (STL)*

Setelah proses desain katup selesai, desain disimpan menggunakan file STL atau Stereolithography

- Creality

Setelah desain di simpan menggunakan file STL, lalu file di upload menggunakan software creality

- G-Code

G-Code adalah kode gerakan yang digunakan untuk mengontrol sebuah mesin 3D printing, yang dimana G-Code didapat setelah desain telah diupload kedalam software creality

- 3D Printing

Tahapan terakhir dalam proses pembuatan Breket housing/breket rumah sensor adalah 3D Printing, yang dimana desain yang telah di buat dicetak dalam bentuk 3 dimensi menggunakan mesin 3D Printing seperti gambar 4.7.

#### 4.2.7. Sirip arah angin



Gambar 4.8 Desain Sirip arah angin dan hasil pencetakan

Dalam proses pembuatan Sirip arah angin seperti pada gambar 4.8 menggunakan mesin 3D printing sebagai media percetakan yang dibagi dalam beberapa tahap yaitu :

- Desain

Dalam proses desain perancangan katup ini saya membuat dengan menggunakan software solidworks 2020, dengan penentuan model dan sketsa awal, pemilihan bahan dan material, proses 2 dimensi, proses 3 dimensi, proses assembly, proses trial and error, proses cetak, Panjang sirip 15cm Dan lebar sirip 5cm.

- *Stereolithography (STL)*

Setelah proses desain katup selesai, desain disimpan menggunakan file STL atau Stereolithography

- Creality

Setelah desain di simpan menggunakan file STL, lalu file di upload menggunakan software creality

- G-Code

G-Code adalah kode gerakan yang digunakan untuk mengontrol sebuah mesin 3D printing, yang dimana G-Code didapat setelah desain telah diupload kedalam software creality

- 3D Printing

Tahapan terakhir dalam proses pembuatan Sirip arah angin adalah 3D Printing, yang dimana desain yang telah di buat dicetak dalam bentuk 3 dimensi menggunakan mesin 3D Printing seperti gambar 4.8

#### 4.2.8. Bandul sensor kecepatan angin



Gambar 4.9 bandul sensor kecepatan angin

Pada penelitian ini prinsip kerja sistem ini didasarkan pada pendeteksian setiap kali bandul melewati sensor infrared.

#### 4.2.9. Assembly semua part dan rangkaian komponen



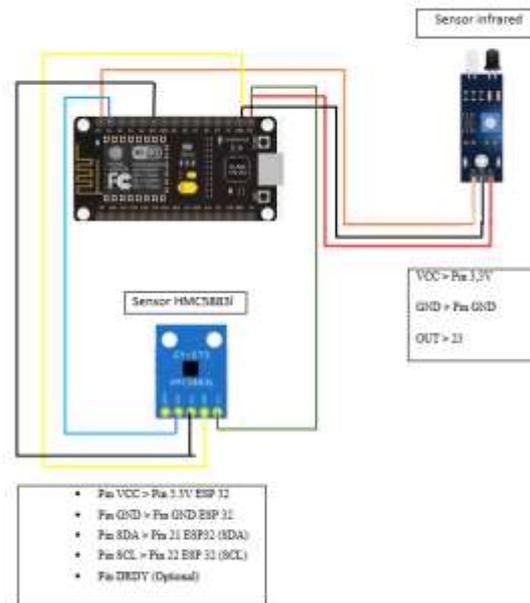
Gambar 4.10 Proses merakit alat

Proses merakit alat pengukur kecepatan dan arah angin dimulai dengan memasang komponen part by part yang sudah dicetak secara berurutan. Pertama, cup anemometer dipasang pada poros untuk mengukur kecepatan angin, diikuti dengan pemasangan sirip wind vane pada poros pengukur arah angin seperti pada gambar 4.10.



Gambar 4.11 Proses perangkaian mikrokontroler dengan sensor sensor

Proses perangkaian mikrokontroler dengan sensor dimulai dengan menghubungkan sensor-sensor, seperti sensor kecepatan angin dan sensor arah angin, ke pin input mikrokontroler. Kabel data dari setiap sensor dihubungkan ke pin yang sesuai pada mikrokontroler, biasanya pada port digital atau analog, tergantung jenis sensor seperti pada gambar 4.11.



Gambar 4.12 Rangkaian serial sensor

#### 4.3. Perancangan system

##### 4.3.1. Mensetting alat dan sensor infrared pada Arduino ide

Pada penelitian ini, sensor infrared digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek sensor infrared digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi (RPM - Revolutions Per Minute) sebuah objek, dalam hal ini bandul, yang berputar. Prinsip kerja sistem ini didasarkan pada pendeteksian setiap kali bandul melewati sensor infrared. Setiap kali sensor infrared mendeteksi pergerakan bandul (seperti melewati sebuah titik), sistem akan menghitung satu putaran penuh. Dengan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk sejumlah putaran, nilai RPM dapat dihitung,

Untuk menghitung RPM, diperlukan dua informasi:

1. Waktu yang dibutuhkan untuk satu putaran (periode waktu).
2. Jumlah putaran per menit.

Rumus dasar untuk menghitung RPM adalah sebagai berikut:

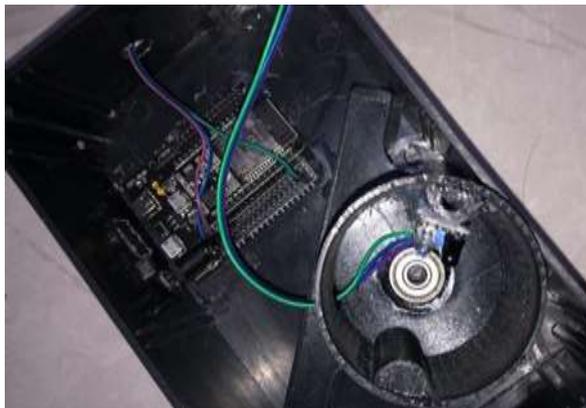
$$\text{RPM} = \frac{60}{\text{Waktu Per Putaran ( Dalam Detik)}}$$

Di sini, menghitung waktu yang dibutuhkan untuk satu putaran penuh menggunakan sensor infrared, kemudian mengalikan hasilnya dengan 60 untuk mendapatkan RPM.

Adapun Langkah Langkah dalam memprogram sensor ini adalah sebagai berikut :

- Hubungkan sensor ke Board esp32 :
  - VCC > Pin 3,3V
  - GND > Pin GND
  - OUT > 23

Setelah terhubung antara Pin sensor ke ESP32, kemudian hubungkan kawat/kabel jumper pada ujung setiap pin seperti gambar 4.13.



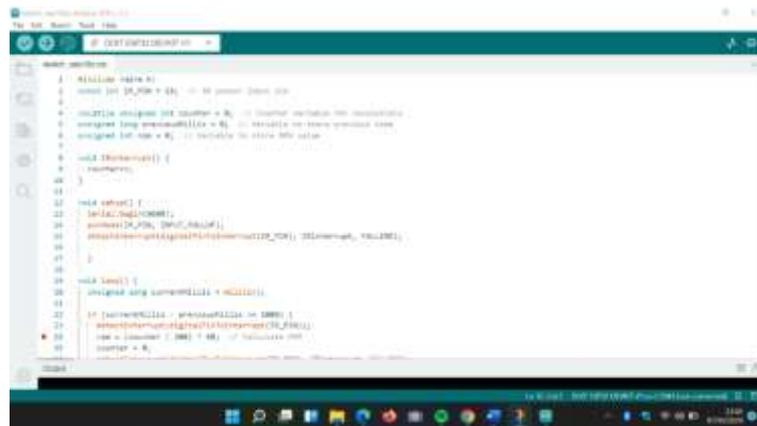
Gambar 4.13 Menghubungkan pin sensor ke board esp32

- Selanjutnya, buka Arduino IDE kemudian Instalasi Library dan Driver ESP32 pada Arduino IDE.
  - Buka Arduino uno
  - Pergi ke file > Preferences
  - Tambahkan URL berikut pada kolom "Additional Board Manager URLs seperti pada gambar 4.14.

```
arduino
https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json
```

Gambar 4.14 URL board manager

- Setelah itu, buka Tools > Board > Board Manager, cari "ESP32" dan instal.
- Setelah library diinstal, pilih board ESP32 dari menu Tools > Board > DOIT ESP32 DEVKITV1.
- Pemrograman Sensor Infrared di Arduino IDE
  - Setelah perangkat keras terhubung, langkah selanjutnya adalah menulis program untuk memproses sinyal dari sensor infrared seperti pada gambar 4.15



Gambar 4.15 Program sensor infrared (RPM)

- setelah program diupload, buka serial monitor hasil pembacaan RPM dan atur baut potensial sampai tepat pada titik sensitifitas
- selesai

#### 4.3.2. Memprogram sensor HMC58831

pada penelitian ini Sensor HMC5883L digunakan untuk mendeteksi arah berdasarkan medan magnet bumi. Penggunaan ESP32 dan Arduino UNO memberikan fleksibilitas dalam komunikasi dan pengolahan data dari sensor Sensor HMC5883L bekerja dengan mendeteksi perubahan medan magnet di sekitarnya dan menghasilkan nilai dalam tiga sumbu (X, Y, dan Z) yang bisa digunakan untuk menentukan arah orientasi.

Adapun Langkah Langkah dalam memprogram sensor ini adalah sebagai berikut :

- Hubungkan sensor ke Board esp32 :
- Pin VCC > Pin 3.3V ESP 32
- Pin GND > Pin GND ESP 32

- Pin SDA > Pin 21 ESP32 (SDA)
- Pin SCL > Pin 22 ESP 32 (SCL)
- Pin DRDY (Optional)

Setelah terhubung antara Pin sensor ke ESP32, kemudian hubungkan kawat/kabel jumper pada ujung setiap pin seperti gambar 4.16



Gambar 4.16 Menghubungkan pin sensor ke board esp32

- Pemrograman Sensor HMC5883L di Arduino IDE

Setelah koneksi sensor terpasang, langkah selanjutnya adalah menulis program untuk membaca data medan magnet dari sensor HMC5883L. Berikut adalah kode untuk membaca data dari sensor HMC5883L menggunakan ESP32 seperti pada gambar 4.17

```

1 // Include library
2 #include <Wire.h>
3 #include <HMC5883L.h>
4
5 #define I2C_ADDR 0x3C
6 // Uncomment if you are using a different I2C address
7 #define I2C_ADDR 0x3D
8
9 void setup() {
10   Serial.begin(115200);
11   Wire.begin();
12   Wire.beginTransmission(I2C_ADDR);
13   Wire.write(0x00); // Write 0x00 to I2C address
14 }
15
16 void loop() {
17   // Read data from I2C
18   Wire.beginTransmission(I2C_ADDR);
19   Wire.write(0x00); // Write 0x00 to I2C address
20   Wire.endTransmission();
21   // Read data from I2C
22   Wire.requestBytes((uint8_t*)0, 6, I2C_ADDR);
23   Wire.readBytes((uint8_t*)0, 6);
24   // Convert raw data to float
25   float heading = atan2(float(Wire.read(5)), float(Wire.read(4))) * 180 / PI; // heading value in degree
26   // Normalize heading
27   if (heading < -90) heading += 360;
28   if (heading > 90) heading -= 360;
29   heading = round(heading);
30 }

```

Gambar 4.17 Program sensor HMC5883L

- Mengunggah Kode ke Board ESP32
- Sambungkan board esp32 ke laptop/computer menggunakan kabel USB



```

19 void loop() {
20   // read the acceleration
21   unsigned long timestamp = millis();
22
23   if (timestamp - previousTime < 1000) {
24     // read the digitalPotAnalog(10, PIN); // Interrupt, YAU(10);
25     // get a (analog of 200) / 100 // (10-bit 0-1023) of 0-1000mV, 100mV per step, 1000
26     // number = 0;
27     digitalWrite(PIN, HIGH); // Interrupt, YAU(10);
28     previousTime = timestamp;
29     Serial.println(" ");
30     Serial.println(timestamp);
31   }
32
33   // read the sensor output
34   int rawData, X, Y, Z; // read X, Y, Z values from the sensor
35
36   // Calculate heading based on X and Z
37   float heading = atan2(float(X), float(Z)) * 180 / PI; // convert radians to degrees
38
39   // normalize heading to positive [0 to 360] in this range 0 to 360 degrees
40   if (heading < 0) {
41     heading += 360;
42   }
43 }

```

Gambar 4.19 Program gabungan

```

44 Serial.println("readData");
45
46 delay(1000); // delay for the next reading
47
48 // Function to determine heading direction based on heading
49 String getHeadingString(float heading) {
50   if ((heading >= 315 && heading < 360) || (heading <= 0 && heading <= 45)) {
51     return "Utara";
52   } else if (heading >= 45 && heading < 90) {
53     return "Utara-Timur";
54   } else if (heading >= 90 && heading < 135) {
55     return "Timur";
56   } else if (heading >= 135 && heading < 180) {
57     return "Timur-Barat";
58   } else if (heading >= 180 && heading < 225) {
59     return "Barat";
60   } else if (heading >= 225 && heading < 270) {
61     return "Barat-Selatan";
62   } else if (heading >= 270 && heading < 315) {
63     return "Selatan";
64   }
65   return "Tidak Dikenal"; // If an error occurs
66 }

```

Gambar 4.20 Program gabungan

#### 4.3.4. Kalibrasi sensor

Kalibrasi sensor langkah penting untuk memastikan bahwa kedua sensor, yaitu sensor infrared dan sensor HMC5883L, bekerja dengan akurasi yang tepat dalam program gabungan. Dalam proses kalibrasi, sensor infrared harus mampu mendeteksi objek dengan sensitivitas yang sesuai, sementara sensor HMC5883L harus menghasilkan data orientasi yang akurat berdasarkan medan magnet bumi. Kalibrasi yang tepat akan meminimalkan kesalahan dalam pembacaan sensor dan meningkatkan performa keseluruhan system.

- Kalibrasi Sensor Infrared
  - Penyesuaian Jarak Deteksi
  - Pengujian dengan Berbagai Objek
  - Pengujian Respons Cepat
- Kalibrasi Sensor HMC5883L

- Rotasi Sensor pada Semua Sumbu, Untuk mengkalibrasi sensor HMC5883L, putar sensor secara perlahan pada ketiga sumbu (X, Y, dan Z) dalam lingkaran penuh. Langkah ini membantu sensor untuk mendapatkan pembacaan medan magnet bumi yang lebih akurat dan menstabilkan data
- Penyesuaian Offset

```
int xOffset = 10; // Misalnya nilai offset pada sumbu X
int yOffset = -5; // Misalnya nilai offset pada sumbu Y
Vector data = compass.readRaw();
int correctedX = data.XAxis - xOffset;
int correctedY = data.YAxis - yOffset;
```

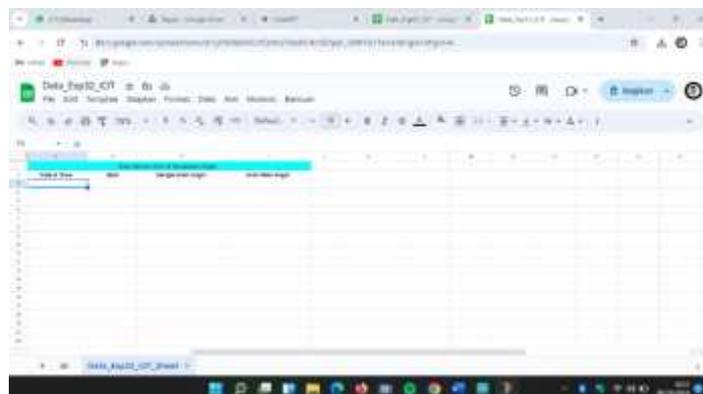
Gambar 4.21 Program kalibrasi

- Selesai

#### 4.3.5. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pada perancangan alat ini menjelaskan pembuatan Google Sheet untuk mengirim data hasil percobaan, adapun Langkah-langkah membuat Google Sheet sebagai berikut :

- Buka Google Sheet
- Membuat spreadsheet baru dan beri nama spreadsheet dan juga lembar sheet sesuai keperluan (misalnya: "Data IOT Kecepatan dan Arah angin") dan lembar sheet (misalnya : "Data Kecepatan dan Arah Angin\_Sheet")
- Mengisi kolom,baris untuk membaca nilai yang didapat dalam pengujian seperti pada gambar 4.22



Gambar 4.22 Membuat Spreadsheet Baru

- Mencatat dan Menyimpan Google Sheets Project Name, Google Sheets ID, Sheet Name pada NotePad atau sejenisnya, seperti gambar 4.23

```

// _____ Google Sheets
Google Sheets Project Name : Data_Esp32_IOT
Google Sheets ID : 1yD5D8ei9OuYQrVnpTHx8i53tct5Ehjqt_D89FDx71ks
Sheet Name : Data_Esp32_IOT_Sheet

```

Gambar 4.23 Menyimpan Data Pada NotePad

- Setelah itu mengAktifkan Google Apps Script dengan klik Extensions > Apps Script
- Kemudian membuat kode Google Apps Script untuk membaca data, seperti pada gambar 4.24

```

1 // fungsi sheet untuk membaca data dari ESP32
2 function doGet() {
3   // Cek apakah ada parameter yang dikirimkan
4   if (!parameter || !parameter.heading) {
5     return ContentService.createTextOutput("No parameters received.");
6   }
7
8   // Ambil data dari parameter GET
9   var rpm = e.parameter.rpm;
10  var heading = e.parameter.heading;
11  var arahMataAngin = e.parameter.arahMataAngin;
12
13  // Buka Google Sheet dengan ID, ganti "KOH_SHEET_IOT" dengan ID sheet Anda
14  var spreadsheet = SpreadsheetApp.openById("1yD5D8ei9OuYQrVnpTHx8i53tct5Ehjqt_D89FDx71ks");
15  var sheet = spreadsheet.getActiveSheet();
16
17  // Siapkan basis terestral dan tambahkan data baru
18  var lastRow = sheet.getLastRow();
19  sheet.appendRow([new Date(), rpm, heading, arahMataAngin]);
20
21  // Buat response balok ke ESP32
22  return ContentService.createTextOutput("Data received: RPM = " + rpm + ", heading = " + heading + ", Arah = " +
23  arahMataAngin);

```

Gambar 4.24 Membuat Kode Google Apps Script

- Setelah itu menyimpan kode dengan klik > Terapkan > Deployment baru > Pilih jenis kemudian klik Aplikasi web > Memilih akses siapa aja > klik terapkan.
- Kemudian salin URL web > klik selesai, seperti gambar 4.25



Gambar 4.25 URL Web

- Setelah URL Web tersebut dicopy lalu tambahkan URL seperti pada gambar 4.26

Google Apps Script Project Name : ESP32\_Google\_Spreadsheet\_Apps\_Script  
 Web app URL : https://script.google.com/macros/s/AKfycbzpTHUJ1d0SMNH7dulZpdCd5awBo3N6d94DiLPyNr7U1Qxhv3U1W6s8TFV0aofHdaP9/exec

Gambar 4.26 URL Pembaca Data

- Setelah itu mencoba URL yang telah di salin tadi,jika tidak ada masalah dalam kode App Script nya maka hasilnya akan seperti gambar 4.27



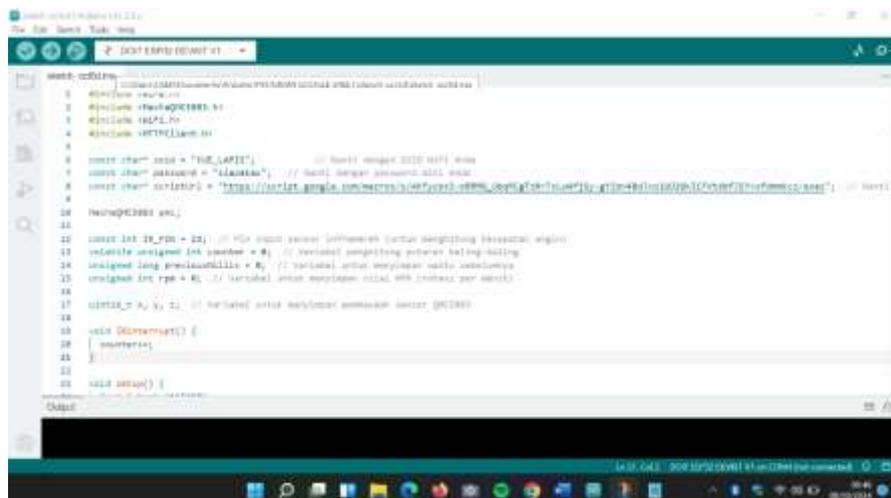
Gambar 4.27 Kode Apps Script terbaca

- Selesai

#### 4.3.6. Penggabungan program sensor dan program google sheet

- Langkah-Langkah Penggabungan Program
- Sensor HMC5883L (Arah):
  - VCC > 3.3V ESP32
  - GND > GND ESP32
  - SDA > PIIN 21 ESP32
  - SCL > PIN 22 ESP32

- Sensor infrared
  - VCC > 3.3V ESP32
  - GND > GND ESP32
  - OUT > PIN 23 ESP32
- Instalasi Library yang Diperlukan
- Library HMC5883L: Instal melalui Library Manager di Arduino IDE.
- Library ESP32 Board: Jika belum terinstal, pastikan Anda sudah menambahkannya di Boards Manager.
- Penggabungan Kode Program yang sudah dibuat sebelumnya, gabungkan kode untuk membaca data dari sensor HMC5883l dan Sensor Infrared serta program google sheets, seperti gambar 4.28.



Gambar 4.28 Program gabungan google sheet dan program sensor

- Masukan SSID dan password koneksi Wifi yang akan menghubungkan board dengan google sheets
- Tambahkan link google sheets pada program di kolom yang tersedia
- Mengunggah Program ke ESP32
- Sambungkan board ESP32 ke komputer menggunakan kabel USB
- Di Arduino IDE, pilih board DOIT ESP32 DEVKIT V1 dari Tools > Board.

- Pilih port yang sesuai dengan ESP32 di Tools > Port.
- Klik Upload untuk mengunggah program ke ESP32.
- Setelah unggah selesai, buka Serial Monitor untuk memantau koneksi dan pengiriman data ke Google Sheets.
- Selesai.

#### 4.4. Pengujian Alat dan Sistem Monitoring pada win tunnel

Pengujian alat dan sistem yang dilakukan di laboratorium fakultas Teknik mesin universitas Muhammadiyah sumatera utara dengan menggunakan win tunnel dengan frekuensi inverter seperti pada gambar 4.29, untuk mengetahui dan menguji apakah sensor-sensor bekerja dengan baik dan sistem monitoring berhasil mengirim data atau tidak. Pengujian dilakukan untuk membaca hasil pengukuran yang dilakukan dan di tampilkan pada Google Sheet yang telah dibuat.



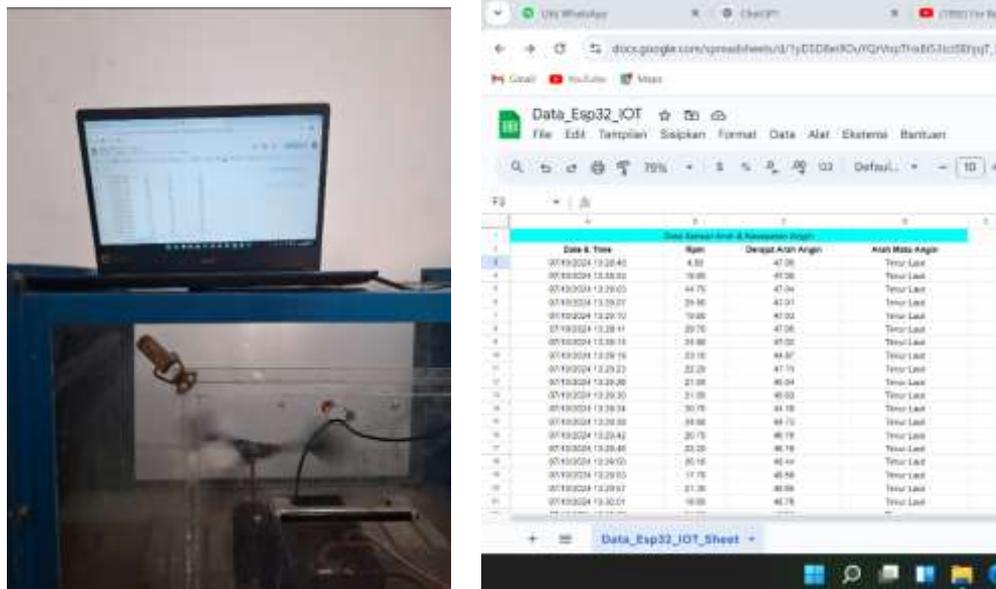
Gambar 4.29 win tunnel

Proses pengujian dilakukan dengan memasang alat dan modem wifi pada win tunnel seperti pada gambar 4.30 Setelah semua komponen selesai dan terhubung dengan sumber daya, pemantauan dilakukan dengan membuka google sheet dan melihat Data\_Esp32\_IOT yang dikirim.



Gambar 4.30 pemasangan alat pada wintunnel

Hasil monitoring ditampilkan pada tabel google sheet yang telah terhubung dengan alat menggunakan program IoT (internet of things). Google sheet merupakan server yang menampung data dari hasil pembacaan alat.



Gambar 4.31 Hasil pembacaan google sheets

Dari hasil pengujian, diperoleh rata-rata kecepatan angin berdasarkan variasi frekuensi inverter setiap 10 Hertz, dengan 100 data pengukuran pada setiap frekuensi. Tabel di bawah ini menyajikan data hasil pengukuran tersebut.

Tabel 4.1 Hasil nilai RPM masing masing frekuensi

No	Frekuensi inverter (10) Hertz	Frekuensi inverter (20) Hertz	Frekuensi inverter (30) Hertz	Frekuensi inverter (40) Hertz
1	142 RPM	386 RPM	409 RPM	534 RPM



Gambar 4.32 Grafik kecepatan angin

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara frekuensi inverter (Hz) dengan kecepatan putaran kipas dalam wind tunnel, yang dinyatakan dalam RPM (Revolutions Per Minute). Data frekuensi inverter diukur pada empat titik utama: 10 Hz, 20 Hz, 30 Hz, dan 40 Hz. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan frekuensi, kecepatan putaran kipas juga meningkat secara linear. Pada frekuensi 10 Hz, kecepatan putaran kipas sekitar 1000 RPM, sementara pada frekuensi 40 Hz, kecepatan putaran kipas mendekati 5000 RPM. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi inverter berpengaruh langsung terhadap kecepatan rotasi kipas, yang pada gilirannya memengaruhi kecepatan aliran udara di dalam wind tunnel

Dari tabel 4.2 di bawah ini, pengujian pembacaan arah angin yang dibaca dari sensor arah angin menunjukkan hasil yang indentik antara pengujian ke-1 sampai ke-5.

Tabel 4.2 hasil pengujian sensor arah angin

No	Sudut	Arah mata angin
1	0°	Utara
2	60°	Timur laut
3	90°	Timur
4	160°	Barat laut
5	180°	Selatan

Hasil pengujian sensor arah angin pada berbagai frekuensi inverter (10, 20, 30, dan 40 Hertz) menunjukkan konsistensi arah angin di beberapa sudut, sementara terdapat perubahan arah pada sudut tertentu seiring dengan peningkatan frekuensi. Pada sudut 20°, 40°, 100°, dan 180°, arah angin tetap konstan, yaitu berturut-turut menunjukkan arah Utara, Timur Laut, Timur, dan Selatan, meskipun frekuensi inverter meningkat dari 10 hingga 40 Hertz.

Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kecepatan aliran udara dipengaruhi oleh perubahan frekuensi inverter, arah angin pada sebagian besar sudut tetap stabil. Hanya pada sudut 160° yang menunjukkan adanya perubahan arah angin ketika frekuensi inverter dinaikkan.

#### 4.5. Percobaan pengambilan data pada Tambak Udang

Percobaan langsung alat dan sistem monitoring dilakukan pada tambak udang pada siang hari, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.33. Lokasi percobaan berada di Jalan Besar Pantai Kelang, Desa Lubuk Bayas, Kecamatan Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara, Indonesia.



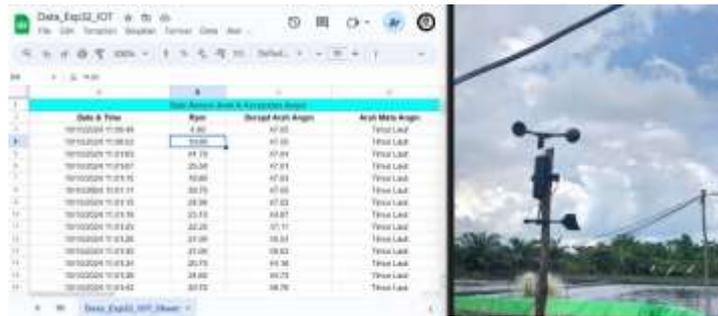
Gambar 4.33 Lokasi Tambak Udang

Proses pengambilan data dilakukan dengan memasang alat dan modem wifi pada tambak udang tersebut seperti pada Gambar 4.34. Setelah semua komponen selesai dan terhubung dengan sumber daya, pemantauan dilakukan dengan membuka *google sheet* dan melihat data Kecepatan dan arah angin yang dikirim. Proses pemantauan dilakukan dirumah pemilik dengan jarak  $\pm$  2 KM dari lokasi tambak.



Gambar 4.34 Pemasangan alat pengujian

Hasil monitoring kecepatan dan arah angin pada tambak ditampilkan dalam tabel Google Sheet yang terhubung dengan alat menggunakan program IoT (Internet of Things). Data tersebut akan dikirim secara otomatis ke Google Sheet, mirip dengan percobaan yang dilakukan pada wind tunnel.



Gambar 4.35 Hasil pengujian

Pengujian dilakukan pada pukul 11.00 pm hingga pukul 11.40 pm dengan real time pembacaan selama 10 detik secara berkala. Dari hasil pengujian kecepatan dan arah angin pada tambak didapatkan hasil rata-rata kecepatan dan arah angin pada tambak di setiap 10 menit dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian pada tambak udang

Kecepatan angin	Sudut	Arah mata angin
380 RPM	40°	Timur laut
450 RPM	33°	Timur laut
540 RPM	87°	Timur
480 RPM	70°	Timur

Dari hasil pengujian yang dilakukan terlihat pada tabel 4.3 rata-rata nilai kecepatan angin dalam pengujian di setiap 10 menit adalah 462,5 RPM setara dengan 8.69 km/jam..

Dari pengukuran yang dilakukan selama 40 menit, kecepatan angin di tambak udang terlihat jauh di bawah ambang batas yang berpotensi berbahaya. Kecepatan angin tersebut tidak akan menimbulkan dampak signifikan terhadap lingkungan tambak atau kesehatan udang yang dibudidayakan.

Ambang batas aman untuk kecepatan angin pada tambak udang dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis udang yang dibudidayakan, kondisi tambak, dan infrastruktur yang ada. Namun, secara umum, berikut adalah beberapa panduan mengenai kecepatan angin yang dianggap aman untuk tambak udang:

Kecepatan Angin Rendah (0-10 km/jam):

- Kecepatan angin dalam kisaran ini biasanya dianggap aman dan tidak memberikan dampak negatif pada tambak udang. Kondisi ini baik untuk pertumbuhan udang, karena sirkulasi udara yang baik dapat meningkatkan kadar oksigen di dalam air.

Kecepatan Angin Sedang (10-20 km/jam):

- Angin dalam rentang ini masih bisa dianggap aman untuk tambak udang, tetapi pemilik tambak perlu lebih waspada. Pemantauan lebih intensif terhadap kualitas air dan kondisi lingkungan mungkin diperlukan.

Kecepatan Angin Tinggi (20-30 km/jam):

- Pada kecepatan angin ini, risiko mulai meningkat. Gelombang dan arus yang lebih kuat dapat mempengaruhi stabilitas tambak dan menyebabkan kerusakan pada infrastruktur. Pemilik tambak disarankan untuk memeriksa kondisi udang dan memastikan bahwa sistem aerasi berfungsi dengan baik.

Kecepatan Angin Sangat Tinggi (>30 km/jam):

- Kecepatan angin di atas 30 km/jam dapat berbahaya bagi tambak udang. Gelombang besar dan arus yang kuat dapat merusak tambak, mengakibatkan pengendapan material, serta meningkatkan risiko stres dan kematian pada udang. Pada kondisi ini, pemilik tambak disarankan untuk melakukan langkah-langkah mitigasi, seperti menyiapkan penahan angin atau bahkan menghentikan kegiatan tambak jika diperlukan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, serta pengambilan data dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :/

1. Melalui serangkaian pembuatan dan pengujian yang telah dilaksanakan, alat pemantauan kecepatan dan arah angin ini menunjukkan kinerja yang baik dan mampu memberikan data.
2. Dari pengujian yang dilakukan memungkinkan pemantauan jarak jauh yang efisien, lebih akurat dibandingkan metode manual, dan dapat diakses melalui perangkat seluler atau komputer. Hasil pengukuran ini bisa digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti prakiraan cuaca, pertanian, dan manajemen sumber daya energi.

#### **5.2. SARAN**

Berdasarkan penelitian diatas terdapat beberapa saran antara lain :

1. Perancangan menggunakan modul internet yang lebih canggih untuk menunjang kecepatan pengiriman data agar lebih cepat.
2. Sistem pengolah data bisa diganti dengan modul yang lebih baik dari Spreadsheet untuk pemrosesan data yang lebih cepat dan baik.
3. koneksi wifi yang menghubungkan ke mikrokontroler harus selalu stabil karena akan mempengaruhi pada saat pengamatan berlangsung dan alat masih secara prototype jadi ketika pemasangan berlangsung koneksi antara sensor terkadang putus karena koneksi yang kurang baik antara komponen sensor dengan komponen lainnya perlu solder jika dibuat secara permanen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amindri, Mariska Yudha. 2023. "Analisis Potensi Angin Berbasis IoT ( Internet of Things ) Di Daerah Kawasan Pesisir" 2 (4): 2022–24.
- Anwar, Saeful, and Abdurrohman Abdurrohman. 2020. "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things Untuk Monitoring Tambak Udang Vaname Berbasis Smartphone Android Menggunakan Nodemcu Wemos D1 Mini." *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika* 5 (2): 77. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2020.5.2.484>.
- Ariyani, E. 2022. "SISTEM MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK BUDIDAYA UDANG *Littopenaeus Vannamei* MENGGUNAKAN NODEMCU ESP32 BERBASIS IOT." [http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/68037%0Ahttp://digilib.unila.ac.id/68037/3/3.SKRIPSI TANPA BAB PEMBAHASAN.pdf](http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/68037%0Ahttp://digilib.unila.ac.id/68037/3/3.SKRIPSI%20TANPA%20BAB%20PEMBAHASAN.pdf).
- BMKG. 2000. "Kecepatan Angin Menurut Skala Beaufort," 4. <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/138/jtptunimus-gdl-windikusum-6893-3-babii.pdf>.
- Dejan. 2019. "How To Build an Arduino Wireless Network with Multiple NRF24L01 Modules." *How To Mechatronics* 5 (4): 1–7.
- Dwi, Clara, Lestari Simbolon, Yayat Ruhiat, and Asep Saefullah. 2022. "Analisis Arah Dan Kecepatan Angin Terhadap Sebaran Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Tangerang." *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika* 10 (01): 113–20.
- Erstiawan, Martinus Sony, and Achmad Yanu Alifianto. 2021. "Pemanfaatan Google Spreadsheet Penjualan Pada Warung Majapahit Di Mojokerto." *Ekobis Abdimas : Jurnal Pengabdian Masyarakat* 2 (2): 50–57. <https://doi.org/10.36456/ekobisabdimas.2.2.4852>.
- Gunawan, Indra, Taufik Akbar, and Muhammad Giyandhi Ilham. 2020. "Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk." *Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi* 3 (1): 1–7. <https://doi.org/10.29408/jit.v3i1.1789>.
- Ibrahim. 2018. "Bangka Belitung." *Electoral Dynamics in Indonesia*, 87–101. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1xxzz2.11>.
- Lele, Zhu, Wang Feitong, and Liu Xing. 2018. "朱乐乐 1 王飞通 2 刘星 2 刘斌 2" 12 (1): 10–13.
- Makrup, Deny hardiansya putra, Amalia Herlina, and Fuad Hasan. 2022. "Rancang Bangun Ruang Penyimpanan Bibit Bawang Merah Siap Tanam Menggunakan Board Esp32 Berbasis Internet of Things." *TESLA: Jurnal Teknik Elektro* 24 (2): 162–73. <https://doi.org/10.24912/tesla.v24i2.20270>.
- Nashrullah, R R, and I Afrianto. 2023. "Tinjauan Literatur: Komputasi Awan Untuk Internet of Things (IoT)." *Researchgate.Net*, no. February. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16320.00004>.
- Nizam, Muhammad Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari. 2022. "Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web." *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)* 6 (2): 767–72. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>.
- Puspita, Ema Sastri, and Liza Yulianti. 2016. "Perancangan Sistem Peramalan Cuaca Berbasis Logika Fuzzy." *Jurnal Media Infotama* 12 (1). <https://doi.org/10.37676/jmi.v12i1.267>.

- Saleh, Muhammad, and Munnik Haryanti. 2017. "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno." *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana* 8 (2): 87–94. <https://media.neliti.com/media/publications/141935-ID-perancangan-simulasi-sistem-pemantauan-p.pdf>.
- Setianingrum, D. R., Andri Suprayogi, and Hani'ah. 2014. "Analisis Kesesuaian Lahan Tambak Menggunakan Sistem Informasi Geografis." *Jurnal Geodesi Undip* 3 (April): 28–43.
- Tambunan, Herbert A, and Dedy Saputra. 2022. "Rancang Bangun Aplikasi Prediksi Cuaca Berbasis Android." *Jurnal Bisantara Informatika (JBI)* 6 (2): 1–10.
- Wijayanti, Dewi, Endah Rahmawati, and Imam Sucahyo. 2015. "Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Dan Arah Angin Berbasis Arduino Uno." *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia* 4: 150–56. <https://doi.org/10.26740/ifi.v4n3.p%25p>.
- Witomo, Cornelia Mirwantini. 2018. "Dampak Budi Daya Tambak Udang Terhadap Ekosistem Mangrove." *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan* 4 (2): 75–85. <https://doi.org/10.15578/marina.v4i2.7331>.
- Yanti, Nurfitriza, Yulkifli Yulkifli, and Zuhendri Kamus. 2016. "Pembuatan Alat Ukur Kelajuan Angin Menggunakan Sensor Optocoupler Dengan Display Pc." *Sainstek: Jurnal Sains Dan Teknologi* 7 (2): 95. <https://doi.org/10.31958/js.v7i2.131>.



UMSU

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1915/BG/BRAN-PT/AAK/P/PT/02/2022  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 6622467 Fax. (061) 6625474 - 6631003  
<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor: 1096/3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 16 November 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : M.L. TEGUH SAMUDRA  
NPM : 2007230181  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : VII ( Tujuh )  
Judul Tugas Akhir : PEMANTAUAN KECEPATAN DAN ARAH PADA TAMBAK UDANG DENGAN MENGGUNAKAN SYSTEM IOT

Dosen Pembimbing : KHAIRUL UMURANI ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal,  
Medan, 01 Jum. Awal 1445 H  
16 November 2023 M

Dekan



Munawar Alfandry Siregar, ST.MT  
NIDN: 0101017202



### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

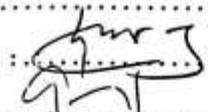
Judul : PEMANTAUAN KECEPATAN DAN ARAH ANGIN PADA TAMBAK UDANG DENGAN MENGGUNAKAN SYSTEM IOT  
 Nama : M.L Teguh Samudra  
 NPM : 2007230181  
 Dosen Pembimbing : Khairul Umurani,S.T.,M.T

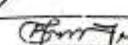
No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Rabu, 20/12.23	- Perbaiki spesifikasi tugas akhir	l
2	Sabtu, 23/12.23	- Perbaiki pendahuluan	l
3	Rabu, 03/01.24	- Perbaiki rumusan masalah	l
4	Senin, 08/01.24	- Perbaiki tujuan	l
5	Selasa, 03/01.24	- Perbaiki tujuan pustaka	l
6	Sabtu, 20/01.24	- Perbaiki metode	l
7	Selasa, 03/09.29	- Perbaiki Daftar	l
			l
8	Senin, 07/10.24	- Perbaiki hasil & pembahasan	l
9	Kamis, 03/10.24	- Perbaiki kesimpulan	l
10	Rabu, 09/10.24	- Aa, seminar hasil	l

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

**Peserta seminar**

Nama : M. I. Teguh Samudra  
 NPM : 2007230181  
 Judul Tugas Akhir : Pemantauan Kecepatan Dan Arah Angin Pada Tambak Udang Dengan System IOT

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT	: .....
Pembanding – I : Muawwar Alfansury Siregar, ST.,MT	:  .....
Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT	: .....

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	21007230190	Fajar Prastha	
2	2007230040	Didik MBI Samol	
3	2007230040	M. Fadhil Prastha	
4	1907230136	Muhammad Daffa	
5	2207230104P	Bintang Samudra	
6	1907230066	Mhd - Nham Samudra	
7			
8			
9			
10			

Medan, 08 Rabi'ul Akhir 1446 H  
12 Oktober 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATEKA UTARA

Nama : M. L Teguh Samudra  
IPM : 2007230181  
Judul Tugas Akhir : Pemantauan Kecepatan Dan Arah Angin Pada Tambak Udang Dengan System IOT

Dosen Pembanding – I : Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT  
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang satjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang satjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....*Perbaikan sesuai Petunjuk Samudra*.....  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan, 08 Rabi'ul Akhir 1446 H  
12 Oktober 2024 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- 1



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : M. L Teguh Samudra  
NPM : 2007230181  
Judul Tugas Akhir : Pemantauan Kecepatan Dan Arah Angin Pada Tambak Udang Dengan System IOT

Dosen Pembanding – I : Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT  
Dosen Perabanding – II : Char.dra A Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*lihat buku tugas akhir*

3. Harus mengikuti seminar ke.nbali  
Perbaikan :

Medan 08 Rabi'ul Akhir 1446 H  
12 Oktober 2024 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

Nama : M.L.Teguh Samudra  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Tempat, Tanggal Lahir : Aeknabara, 01 July 2002  
Alamat : Desa Gambus Laut, Kecamatan Lima Puluh Pesisir,  
Kabupaten Batu Bara,Provinsi Sumatera Utara  
Agama : Islam  
E-mail : [ml.teguhsamudra012@gmail.com](mailto:ml.teguhsamudra012@gmail.com)  
No. Handphone : 081377407606

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD N 09 Gambus Laut 2008 - 2014
2. SMP N 4 Sei Suka 2014 - 2017
3. SMK Swasta Budhi Darma Indrapura 2017 - 2020
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 2020 - 2024