

RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM POMPA AIR
MANUAL DENGAN PENGGERAK TURBIN SAVONIUS
BERTINGKAT



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

MARIAM ULAN DARI	342 20 015
MUHAMMAD YUSRIL	342 20 017

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Rancang Bangun Prototipe Sistem Pompa Air Manual dengan Penggerak Turbin Savonius Bertingkat" oleh Mariam Ulan Dari NIM 342 20 015 dan Muhammad Yusril NIM 342 20 017 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, 15 September 2023

Pembimbing I

Pembimbing II



Prof.A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIP.19780804 200112 1 001



Musrady Mulyadi, S.ST., M.T
NIP. 19720201 200112 1 002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin





Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T.
NIP.19680105 199403 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tanggal 15 September 2023, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima dengan baik laporan tugas akhir oleh mahasiswa Mariam Ulan Dari NIM 342 20 015 dan Muhammad Yusril NIM 342 20 017 dengan judul “Rancang Bangun Prototipe Sistem Pompa Air Manual dengan Penggerak Turbin Savonius Bertingkat”

Makassar, 15 September 2023

Tim Penguji Seminar Hasil Tugas Akhir:

- | | |
|--|---|
| 1. Sri Suwasti, S.S.T.,M.T. | Ketua () |
| 2. Apollo, S.T., M.Eng. | Sekretaris () |
| 3. Abdul Rahman, S.T.,M.T. | Anggota I () |
| 4. Sonong, S.T., M.T. | Anggota II () |
| 5. Prof.A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. | Pembimbing I () |
| 6. Musrady Mulyadi, S.ST., M.T. | Pembimbing II () |



KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Puji syukur senantiasa kita panjatkan kepada Allah SWT. Atas limpahan rahmat, ridha dan karunia-Nya Laporan Tugas Akhir yang berjudul "**Rancang Bangun Prototipe Sistem Pompa Air Manual dengan Penggerak Turbin Savonius Bertingkat**" dapat terselesaikan sebagaimana mestinya. Shalawat serta salam tidak lupa dihaturkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Selama penulisan Laporan Tugas Akhir ini, banyak hal yang penulis alami baik suka maupun duka. Maka pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas bimbingan, perhatian dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis, antara lain:

1. Kedua Orang Tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan dan do'anya.
2. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.Si., Ph.D
3. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST.,M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Konversi Energi.
5. Bapak Musrady Mulyadi, S.ST., M.T selaku wali kelas.
6. Bapak Prof. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing I dan Bapak Musrady Mulyadi, S.ST., M.T. selaku Pembimbing

II yang telah banyak membantu dan membimbing dalam mengerjakan tugas akhir ini..

7. Segenap dosen Jurusan Teknik Mesin pada umumnya dan Program Studi Teknik Konversi Energi pada khususnya yang selama kurun waktu 3 tahun dengan ikhlas dan penuh kerelaan hati telah mendidik dan mengajar kami, serta para staf dan teknisi Program Studi Teknik Konversi Energi.
8. Seluruh teman-teman seperjuangan D-3 Teknik Konversi Energi untuk kerjasama yang telah dilakukan dalam melewati proses pembelajaran selama tiga tahun di Politeknik Negeri Ujung Pandang.
9. Ucapan terima kasih dan penghargaan juga disampaikan kepada keluarga besar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembacanya.

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh.

Makassar, 15 September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR SIMBOL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
SURAT PERNYATAAN	xiii
RINGKASAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan.....	4
1.4.1 Tujuan Kegiatan	4
1.4.2 Manfaat Kegiatan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Prototipe	5
2.2 Energi Angin.....	5
2.2.1 Turbin Angin	6
2.3 Anemometer	10

2.4	Pompa Air Manual Pipa PVC.....	11
2.4.1	Lama dan Interval Pemberian Air	11
2.5	Mikrokontroler.....	12
2.6	Arduino Uno	12
2.7	Sensor <i>Flow Meter</i>	13
2.8	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	14
BAB III METODE KEGIATAN.....		16
3.1	Tempat dan Waktu Kegiatan	16
3.1.1	Tempat Kegiatan.....	16
3.2	Alat dan Bahan.....	16
3.2.1	Alat.....	16
3.2.2	Bahan	17
3.3	Prosedur Penelitian.....	17
3.3.1	Studi Literatur.....	17
3.3.2	Tahap perancangan	17
3.3.3	Tahap pembuatan dan Perakitan.....	20
3.4	Pengujian Alat.....	21
3.4.1	Diagram Alir.....	22
3.5	Skematik Rangkaian Kontrol.....	23
3.6	Teknik Analisa Data.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Pecancangan Turbin Angin Savonius Bertingkat	26
4.2	Perancangan Sistem Kontrol.....	28
4.3	Prinsip Kerja Alat.....	29
4.4	Proses Pengambilan Data	32
4.4.1	Pengujian Sistem Pompa Manual	32
4.5	Analisa Data.....	34
4.5.1	Menghitung Daya Input Angin.....	34
4.6	Grafik dan Pembahasan.....	37

BAB V PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	46



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi LCD 16x2.....	14
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Sistem Kerja Pompa Manual.....	32
Tabel 4. 2 Data Hubungan Antara Putaran Turbin Terhadap Debit Pompa	33
Tabel 4. 3 Data Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap Debit Pompa	34
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Analisa Data Pengujian Pompa Manual	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius.....	8
Gambar 2. 2 Wind Speed Sensor Three Cup Anemometer	10
Gambar 2. 3 Komponen Pompa Air Manual	11
Gambar 2. 4 Arduino Uno.....	13
Gambar 2. 5 Fisik dan Skematik Water Flow Sensor.....	14
Gambar 2. 6 LCD (Liquid Crystal Display) 16x2.....	14
Gambar 3. 1 <i>Design</i> Turbin Angin Savonius Bertingkat dengan Penggerak Pompa Manual.....	19
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3. 3 Skematik Rangkaian Kontrol	23
Gambar 4. 1 Turbin Angin Savonius Bertingkat.....	25
Gambar 4. 2 Pompa Air Manual.....	26
Gambar 4. 3 Sensor Waterflow	27
Gambar 4. 4 Anemometer Digital	27
Gambar 4. 5 PCB Arduino Uno	28
Gambar 4. 6 Program Arduino Uno	29
Gambar 4.7 Tampak Keseluruhan Alat.....	30
Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara Debit Pompa Manual dan Kecepatan Angin	37
Gambar 4.9 Grafik Hubungan antara Debit Pompa Manual dan Kecepatan Putaran ...	38
Gambar 4.10 Grafik Hubungan antara Kecepatan Putaran Turbin dan Kecepatan Ang	39
Gambar 4.11 Grafik Hubungan antara Kecepatan Putaran Turbin Terhadap Debit	40
Gambar 4.12 Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin Terhadap Debit Pompa.....	41

DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
$P_{in-angin}$	Watt	Daya Angin
ρ	kg/m ³	Densitas udara
A	m ²	Luas penampang turbin
v	m/s	Kecepatan angin
Q	m ³ /s	Debit Air
V	m ³	Volume
t	s	Waktu



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Listing Pemrograman.....	47
Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan	51



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mariam Ulan Dari

NIM : 342 20 015

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Sistem Pompa Air Manual dengan Penggerak Turbin Savonius Bertingkat” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar Pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 15 September 2023



Mariam Ulan Dari

NIM: 342 20 015

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Yusril

NIM : 342 20 017

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Sistem Pompa Air Manual dengan Penggerak Turbin Savonius Bertingkat ” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar Pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 15 September 2023



Muhammad Yusril

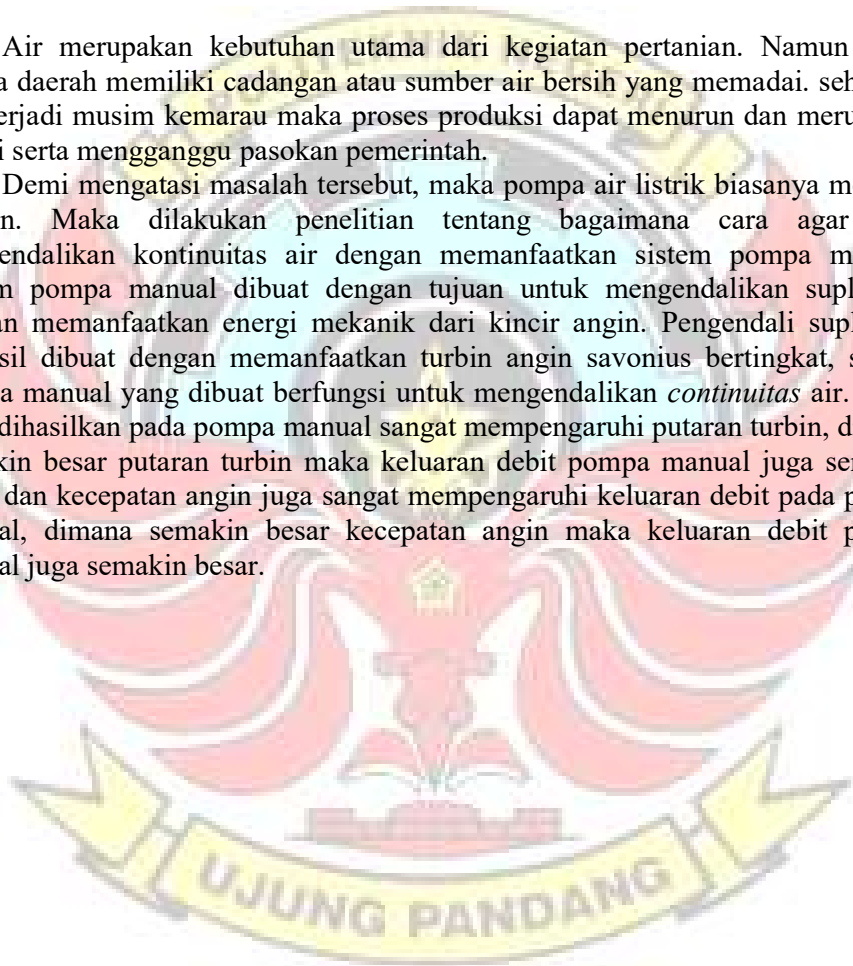
NIM: 342 20 017

RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM POMPA AIR MANUAL DENGAN PENGGERAK TURBIN SAVONIUS BERTINGKAT

RINGKASAN

Air merupakan kebutuhan utama dari kegiatan pertanian. Namun tidak semua daerah memiliki cadangan atau sumber air bersih yang memadai. sehingga jika terjadi musim kemarau maka proses produksi dapat menurun dan merugikan petani serta mengganggu pasokan pemerintah.

Demi mengatasi masalah tersebut, maka pompa air listrik biasanya menjadi pilihan. Maka dilakukan penelitian tentang bagaimana cara agar bisa mengendalikan kontinuitas air dengan memanfaatkan sistem pompa manual. Sistem pompa manual dibuat dengan tujuan untuk mengendalikan suplai air dengan memanfaatkan energi mekanik dari kincir angin. Pengendali suplai air berhasil dibuat dengan memanfaatkan turbin angin savonius bertingkat, sistem pompa manual yang dibuat berfungsi untuk mengendalikan *continuitas* air. Debit yang dihasilkan pada pompa manual sangat mempengaruhi putaran turbin, dimana semakin besar putaran turbin maka keluaran debit pompa manual juga semakin besar dan kecepatan angin juga sangat mempengaruhi keluaran debit pada pompa manual, dimana semakin besar kecepatan angin maka keluaran debit pompa manual juga semakin besar.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi sudah menjadi bagian dari kebutuhan masyarakat di negara mana pun, termasuk Indonesia. Seiring berjalannya waktu, jumlah penduduk Indonesia yang semakin bertambah memungkinkan penggunaan energi yang meningkat pula. Kebutuhan energi di masyarakat sebagai ujung tombak berbagai sektor kehidupan manusia seperti pertanian, pendidikan, kesehatan, transportasi, dan ekonomi (Al Hakim, 2020).

Energi ialah sebuah keharusan yang dibutuhkan warga. Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia menjadikan kenaikan pemakaian tenaga, dalam perihal ini peran energi tidak terbarukan semakin terancam, sehingga perlunya menggunakan serta mengoptimalkan kemampuan tenaga baru terbarukan yang terdapat diseluruh wilayah Indonesia seperti panas bumi, energi air, energi angin, bioenergy (bioetanol, biodiesel, biomassa), energi arus laut, energi nuklir, dan energi surya.

Energi angin merupakan energi terbarukan yang sangat fleksibel. Pemanfaatan tenaga angin dapat dilakukan dimana-mana, baik di daerah landau maupun dataran besar, apalagi bisa di terapkan di laut. Pemanfaatan sumber tenaga angin di Indonesia masih sangat sedikit, hal tersebut dimungkinkan karena teknologi atau pengetahuan yang belum terkenal, arah angin di daerah Indonesia mudah berubah-ubah dan kecepatannya berfluktuasi serta kurang murah.

Air digunakan disemua aspek bidang dikehidupan manusia terutama dibidang pertanian, air dibutuhkan sebagai saluran irigasi untuk kebutuhan pertanian. Aliran air atau irigasi dibutuhkan sebuah pompa yang cocok untuk saluran irigasi persawahan yaitu pompa DC yang digunakan dan menggunakan bantuan kontrol proses.

Kebutuhan air untuk tanaman adalah jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhannya, sehingga diperoleh tambahan berat kering tanaman. Kebutuhan air tanaman dapat diukur dari perbandingan berat air yang dibutuhkan untuk setiap pertambahan berat kering tanaman. Kebutuhan air tanaman penting untuk diketahui agar air irigasi dapat diberikan sesuai dengan kebutuhan. Jumlah air yang diberikan secara tepat, akan merangsang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan efisiensi penggunaan air sehingga dapat meningkatkan luas areal tanaman yang biasa dialiri. Dalam perancangan sistem irigasi, kebutuhan air untuk tanaman dihitung dengan menggunakan metode prakira empiris berdasar rumus tertentu (Purba, 2011).

Alat yang akan dirancang adalah turbin angin savonius bertingkat dan panel surya. Dengan menggunakan turbin angin, daya mekanik yang dihasilkan oleh turbin angin selanjutnya dimanfaatkan untuk menggerakkan pompa manual dengan menggunakan panel surya, daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya selanjutnya dimanfaatkan untuk menjalankan pompa DC. Kemudian pada turbin angin akan menggunakan alat ukur anemometer digital.

Pada pengujian sebelumnya, masih terdapat kekurangan yang ditemukan. Oleh sebab itu, penulis mengangkat sebuah judul “Rancang Bangun Prototipe Sistem Pompa Air Manual dengan Penggerak Turbin Savonius Bertingkat”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam hal ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan anemometer terhadap kecepatan angin dengan putaran turbin angin?
2. Bagaimana hubungan putaran turbin angin terhadap debit air yang dihasilkan pompa air manual?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Untuk memperjelas masalah yang akan dibahas dan agar tidak terjadi permasalahan yang meluas dan menyimpang, maka penulis membuat suatu batasan masalah. Adapun ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan Proposal Akhir ini yaitu:

1. Pengambilan data dilakukan pada jam 09.00-15.00 WITA.
2. Anemometer yang digunakan adalah Wind Speed Sensor Three Cup Anemometer.
3. Arduino yang digunakan adalah Arduino Uno.
4. Anemometer terkoneksi dengan Arduino Uno.

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1 Tujuan Kegiatan

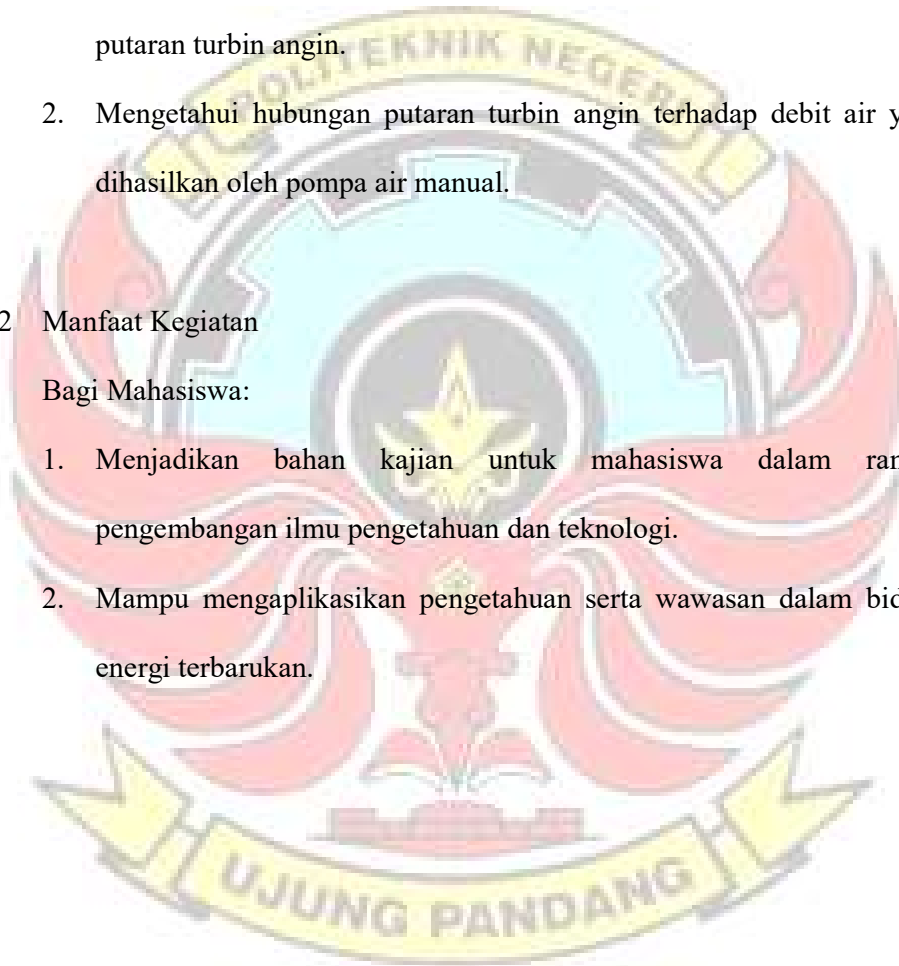
Adapun yang menjadi tujuan kegiatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hubungan anemometer terhadap kecepatan angin dengan putaran turbin angin.
2. Mengetahui hubungan putaran turbin angin terhadap debit air yang dihasilkan oleh pompa air manual.

1.4.2 Manfaat Kegiatan

Bagi Mahasiswa:

1. Menjadikan bahan kajian untuk mahasiswa dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
2. Mampu mengaplikasikan pengetahuan serta wawasan dalam bidang energi terbarukan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prototipe

Prototipe merupakan suatu bentuk fisik pertama dari suatu objek yang direncanakan dibuat dalam satu proses produksi, mewakili bentuk dan dimensi dari objek yang diwakilinya dan digunakan untuk objek penelitian pengembangan lebih lanjut. Selain itu pengertian prototipe merupakan suatu peralatan laboratorium yang digunakan sebagai media pendidikan. Prototipe ditujukan untuk menunjang pembelajaran peserta didik dalam menerapkan pengetahuan atau konsep yang diperolehnya pada benda nyata. (Handayani, Y. S., & Kurniawan, A. 2020).

2.2 Energi Angin

Energi angin adalah energi yang relatif baik karena merupakan sumber energi yang bersih dan terbaruka. Salah satu pemanfaatan energi terbarukan yang saat ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah energi angin. Energi ini merupakan energi yang bersih dan dalam proses produksinya tidak mencemari lingkungan. Pemanfaatan sumber energi angin untuk menghasilkan energi listrik bukanlah hal yang baru, namun energi listrik yang dihasilkan tentu sangat terbatas karena disebabkan oleh beberapa hal utama, seperti potensi kecepatan angin di suatu daerah, durasi adanya angin dalam satu hari, serta peralatan konversi energi yang digunakan (Nakhoda, Chorul Saleh, 2015).

Angin adalah udara yang bergerak dari tekanan tinggi menuju ke tekanan rendah atau sebaliknya yaitu dari suhu udara yang rendah ke suhu udara yang lebih tinggi. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari. Udara di atas permukaan bumi selain dipanaskan oleh matahari secara langsung, juga mendapat pemanasan dari radiasi matahari.

2.2.1 Turbin Angin

Turbin angin menggunakan gerakan rotasi untuk membangkitkan listrik atau menjalankan peralatan mesin seperti pompa turbin angin yang memanfaatkan energi kinetik dari angin dan mengonversinya menjadi energi listrik. (Arridina Susan Silitonga, Husin Ibrahim, 2020). Gerakan rotasi tersebut akan ditransmisikan oleh poros ke elemen mesin yang lain seperti roda gigi (gear box) atau transmisi puli dan sabuk (belt), untuk meningkatkan putaran yang akan ditransfer ke poros engkol untuk menggerakkan pompa. Pompa digunakan untuk menaikkan air dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi. Pompa digunakan untuk menaikkan air dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi.

Angin memiliki energi kinetik yang besarnya tergantung dari kecepatannya (El-Wakil, 1985). Angin yang mengenai baling-baling akan mengakibatkan baling-baling tersebut berputar pada porosnya (Dwiyantoro, 2015). Pergerakan berputar tersebut akan ditransmisikan oleh poros ke elemen mesin yang lain seperti roda gigi (gear box) atau transmisi puli dan sabuk (belt), untuk meningkatkan putaran yang akan ditransfer ke poros

engkol untuk menggerakkan pompa. Pompa digunakan untuk menaikkan air dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi. Kinerja kincir angin, spesifikasi kincir angin adalah diameter rotor 3 meter, tinggi tiang 4 meter, perbandingan putaran poros utama dengan tuang engkol 1:1, sehingga untuk 1 kali putaran kincir setara dengan 1 siklus langkah pompa.

Keuntungan yang diperoleh dengan penggunaan kincir angin sebagai tenaga untuk menggerakkan pompa antara lain (Manwell, 2002). :

1. Energi angin adalah gratis tanpa perlu biaya.
2. Produknya bersih dan ramah lingkungan.
3. Tidak membutuhkan areal yang luas, hanya membutuhkan ruang yang terbuka dan lahan sekitarnya dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain.
4. Energi angin tidak akan habis (renewable).

Adapun kekurangan tenaga angin sebagai berikut (Arridina Susan Silitonga, Husin Ibrahim, 2020).

1. Memberikan solusi suplai air untuk irigasi pertanian
2. Angin yang tidak merata biasa menyebabkan produksi energi tidak konsisten
3. Biaya modal yang tinggi
4. Bising ada indikasi bahwa suara bising.

Dengan memperhatikan keuntungan dan kelemahan dari kincir angin tersebut, dapat dikatakan bahwa keuntungan jauh melebihi dari kerugiannya. Sehingga kincir angin dapat dikembangkan menjadi energi alternatif baru. Kincir angin dengan sumbu vertikal menjadi salah satu opsi

untuk menggantikan kincir angin sumbu horizontal. Kincir angin sumbu vertikal tidak terlalu peka terhadap arah angin dan turbulensi dibanding kincir angin sumbu horizontal. Dengan demikian, kincir angin sumbu vertikal bisa dipasang pada ketinggian yang rendah, bahkan bisa dekat dengan tanah. Pembangunan konstruksi kincir angin sumbu vertikal menjadi lebih mudah serta perawatan lebih terjaga. Kincir angin sumbu vertikal terdiri dari tiga jenis, yaitu tipe Savonius, tipe Darrieus, dan tipe Giromill (Farhan A. Khammas dkk, 2015).



Gambar 2. 1 Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius

(Sumber: Laporan Tugas Akhir Rancang Bangun Turbin Angin Savonius Bertingkat Penggerak Pompa Torak Terkoneksi Tenaga Surya ntuk Menggerakkan Pompa *Submersible* Berbasis Mikrokontroler)

Karakteristik turbin angin savonius bertingkat, yaitu :

1. Efisiensi paling optimum dikarenakan pada pengujian turbin angin bertingkat cakupan angin luas, tidak terpengaruh beban berat turbin itu sendiri dan luas sapuan angin tidak terlalu kecil. Sehingga menghasilkan putaran poros yang tinggi, dan efisiensi yang tinggi pula (Herlambang, Y. D, 2016).
2. Turbin angin Savonius bertingkat dapat digunakan untuk menggerakkan pompa air sudu luncur, namun debit yang dihasilkan sangat kecil (Supriyo, S, 2013).

Udara yang memiliki massa m dan kecepatan v akan menghasilkan daya sebesar :

$$P_{in-angin} = \frac{1}{2} \dot{m} v^2 \dots\dots\dots(2-1)$$

Volume udara per satuan waktu (debit) yang bergerak dengan kecepatan v dan melewati daerah seluas A adalah :

$$V = vA \dots\dots\dots(2-2)$$

Massa udara yang bergerak dalam satuan waktu dengan kecepatan, yaitu:

$$\dot{m} = \rho V = \rho vA \dots\dots\dots(2-3)$$

Sehingga daya input energi angin adalah:

$$P_{in-angin} = \frac{1}{2} \rho A v^3 \dots\dots\dots(2-4)$$

Dimana :

$P_{in-angin}$ = daya angin (Watt)

ρ = densitas udara (1,225 kg/m³)

A = luas penampang turbin (m^2)

v = kecepatan angin (m/s)

2.3 Anemometer

Anemometer adalah alat pengukur kecepatan angin yang banyak digunakan dalam bidang meteorologi dan geofisika atau stasiun prakiraan cuaca. Selain mengukur kecepatan angin, Anemometer juga dapat mengukur besarnya tekanan angin. Angin bisa terjadi karena perubahan tekanan udara. Pola tekanan udara di seluruh bumi menyebabkan pola angin permukaan horizontal karena udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah, seandainya bumi tidak berputar, angin akan bergerak dalam jalur lurus, tetapi karena bumi berputar, angin berbelok arah. Angin bergerak secara spiral meninggalkan daerah bertekanan tinggi dan berputar-putar masuk ke daerah bertekanan rendah sehingga dibelahan bumi utara angin membelok ke kanan dan dibelahan bumi selatan membelok ke kiri, ini disebut efek coriolis (Thoriq Azwar dkk, 2013)

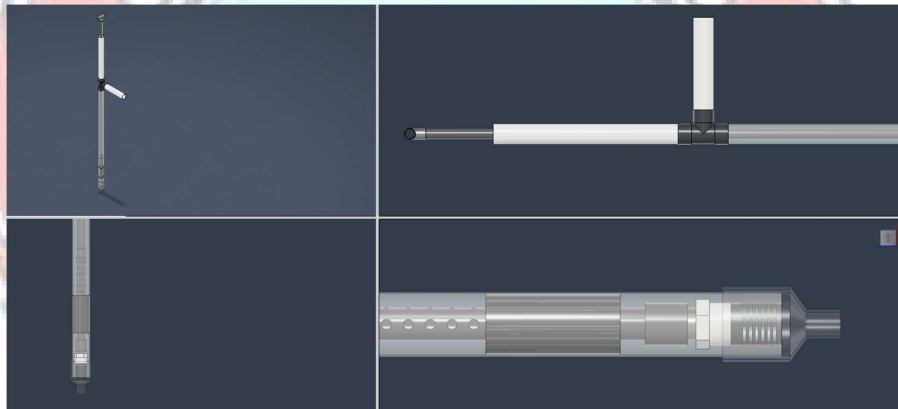


Gambar 2. 2 Wind Speed Sensor Three Cup Anemometer

(Sumber: <https://www.blibli.com/p/wind-speed-sensor-three-cup-anemometer-aluminium-alloyed-rs485-output/ps>)

2.4 Pompa Air Manual Pipa PVC

Pompa air manual bekerja dengan menggunakan dan mengandalkan gaya gravitasi air itu sendiri. Sehingga, pompa ini mampu berfungsi dengan syarat diletakkan pada posisi pompa lebih rendah dari posisi sumber mata air. Minimal dengan jarak sekitar 0,5 meter atau lebih, karena semakin tinggi jaraknya akan semakin baik untuk kinerja pompa manual itu sendiri. Pompa air manual merupakan alat bantu sedot air yang terbuat dari logam cor untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga tanpa listrik.



Gambar 2. 3 Komponen Pompa Air Manual

(Sumber: Dokumen Pribadi)

2.4.1 Lama dan Interval Pemberian Air

Bila sepetak sawah, panjang 3 m, lebar 3 m dan dibutuhkan tinggi air 2 cm, dan kecepatan air 0,17 liter/detik, maka lamanya pemberian air adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{3 \times 3 \times 0,02}{0,17} = \frac{300 \times 300 \times 2}{0,17} = \frac{180.000}{0,17} \\ &= \frac{180 \text{ liter}}{0,17 \text{ ltr/detik}} = 1058 \text{ detik} = 0,294 \text{ jam} \end{aligned}$$

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sirkuit terpadu / *Integrated Circuit* (IC) ringkas yang dirancang untuk mengatur operasi tertentu dalam sistem tertanam (embedded system). Secara umum, mikrokontroler terdiri dari prosesor, memori, dan input/output (I/O) periferal pada satu chip.

2.6 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalwrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm. R Pradana. (2017).



Gambar 2. 4 Arduino Uno

(Sumber : <https://podomorouniversity.ac.id/jenis-jenis-arduino/>)

2.7 Sensor Flow Meter

Flow meter adalah alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. Jenis fluida yang melalui atau diukur oleh *flow meter* bisa berupa cairan, gas maupun solid.

Sensor *flow meter* berfungsi mengukur jumlah debit air yang mengalir melalui suatu luasan penampang. Sensor *flow meter* terdiri dari bagian katup plastik (*valve body*), rotor, dan sebuah sensor *half effect*. Ketika air mengalir melalui rotor maka rotor akan berputar dan kecepatan rotor yang berputar akan sesuai dengan kecepatan aliran air yang masuk melewati rotor. Pulsa sinyal dari rotor akan diterima sensor *half effect* untuk selanjutnya diproses mikrokontroler.



Gambar 2. 5 Fisik dan Skematik *Water Flow Sensor*

(Sumber: <http://repository.usu.ac.id/bitstream>)

2.8 LCD (Liquid Crystal Display)

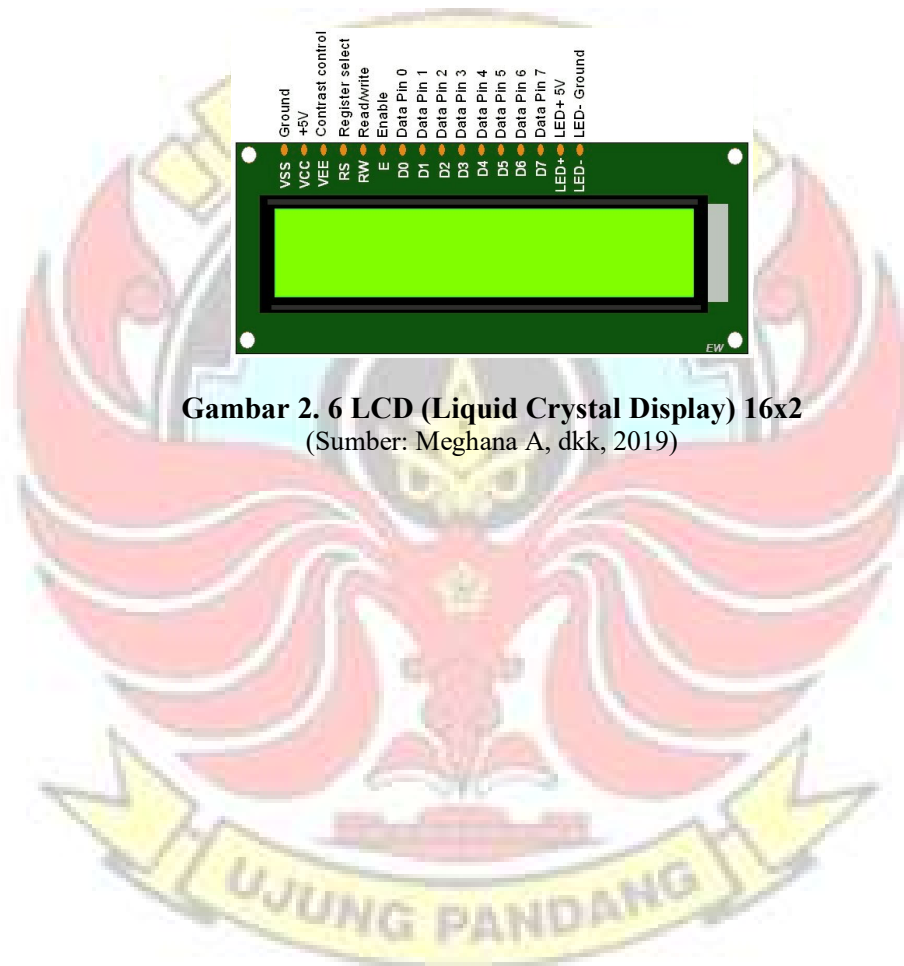
LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Terdapat karakter generator terprogram.
3. Dapat di-alamatkan dengan mode 4-bit dan 8-bit.
4. Dilengkapi dengan *back light*.

Tabel 2. 1 Spesifikasi LCD 16x2

Pin	Diskripsi
1	Ground
2	VCC
3	Pengatur Kontras
4	Register Select
5	Read / Write LCD Register

6	Enable
7 s/d 14	Data I / O Pins
15	VCC + LED
16	Ground – LED



Gambar 2. 6 LCD (Liquid Crystal Display) 16x2
 (Sumber: Meghana A, dkk, 2019)

BAB III METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

3.1.1 Tempat Kegiatan

Lokasi pembuatan alat “Rancang bangun prototipe sistem pompa air manual dengan penggerak savonius bertingkat” dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Lokasi pengujian dilaksanakan di Pelabuhan Perikanan Untia Makassar (<https://goo.gl/maps/Lj7JHS98kukq5rE88>). Kordinat lintang $5^{\circ}03'25.6''S$, Kordinat bujur $119^{\circ}27'48.6''E$.

Waktu pembuatan pengerjaan rancang bangun ini dilakukan selama 6 bulan mulai dari bulan Februari 2023 sampai dengan Agustus 2023.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini, yaitu:

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. Tang Potong | 8. Pyranometer |
| 2. Tang Jepit | 9. Gerinda |
| 3. Tang Kombinasi | 10. Flow meter |
| 4. Solder | 11. Pipa Pvc |
| 5. AV Meter | 12. Mesin Bor |
| 6. Cutter | 13. Anemometer |
| 7. Tachometer | 14. Las listrik |

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini, yaitu:

1. Timah
2. Besi Siku
3. Poros
4. Arduino Uno
5. Bearing
6. Kincir Angin
7. Amplas
8. Kabel-kabel

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Tahap perencanaan dilakukan studi literatur mengenai kecepatan tenaga angin dengan tujuan mengumpulkan informasi agar memudahkan dalam pengerjaan rancang bangun turbin angin savonius dengan menggunakan Anemometer yang terkoneksi dengan arduino.

3.3.2 Tahap Perancangan

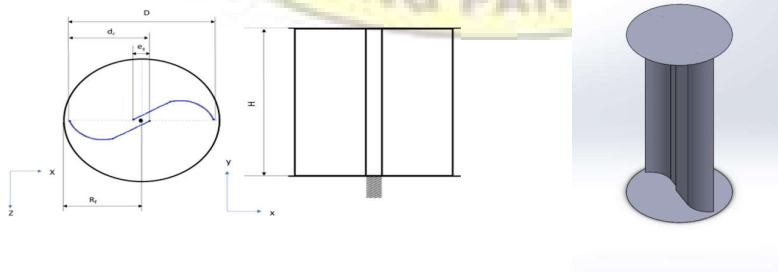
Alat yang akan dirancang adalah prototipe sistem pompa air manual dengan penggerak savonius bertingkat. Dengan menggunakan turbin angin, daya mekanik yang dihasilkan oleh turbin angin selanjutnya dimanfaatkan untuk menggerakkan pompa air manual dengan menggunakan turbin angin savonius, daya listrik yang dihasilkan oleh turbin angin savonius selanjutnya dimanfaatkan untuk menjalankan pompa DC. Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan fluida (zat cair) dengan berdasarkan gaya tekan dari suatu tempat. Pada pompa air manual dan pompa DC dipasang *flowmeter* untuk mendeteksi air sehingga dapat diketahui jumlah debit air

yang mengalir pada pompa tersebut. Seperti diketahui bahwa siklus angin tidak dapat diprediksi, maka jika pompa air manual tidak bekerja *flowmeter* akan mengirimkan sinyal kepada motor servo yang terletak pada tandon agar membuka keran pada tandon. Sebelumnya, tandon telah diisi air dengan menggunakan pompa DC 12 volt yang sumber listriknya diperoleh dari panel surya. Seperti diketahui, bahwa sinar matahari hanya optimal tersedia selama delapan jam. Dengan menggunakan rekayasa kontrol, yaitu ketika debit air yang keluar dari pompa manual = $0 \text{ m}^3/\text{s}$ maka motor servo pada tandon otomatis terbuka. Hasilnya, ketersediaan air bersih akan tetap ada jika pompa air manual tidak bekerja.

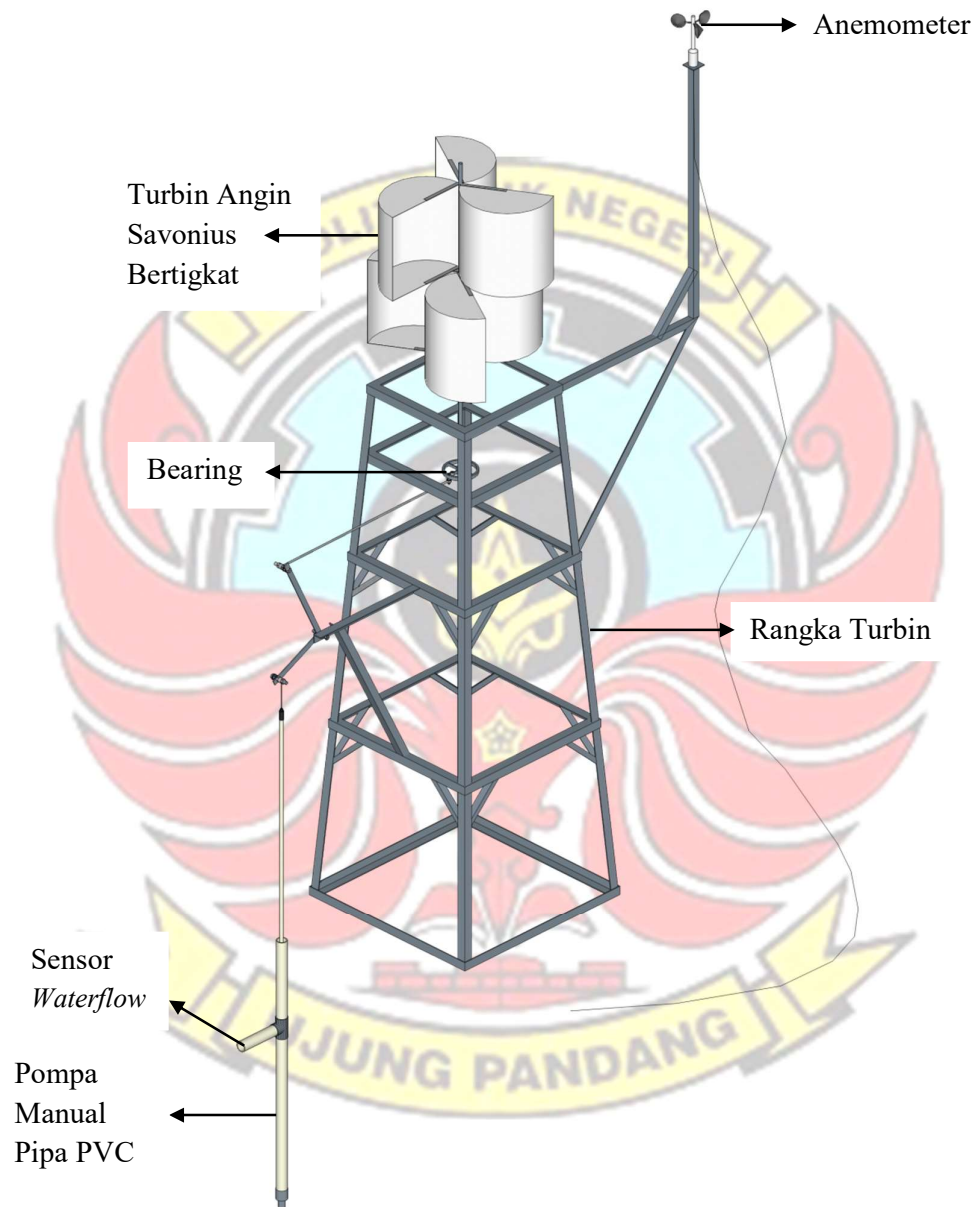
3.3.2.1 Perhitungan Dimensi Turbin

Berdasarkan Persamaan yang telah tertulis, didapatkan dimensi turbin sebagai berikut:

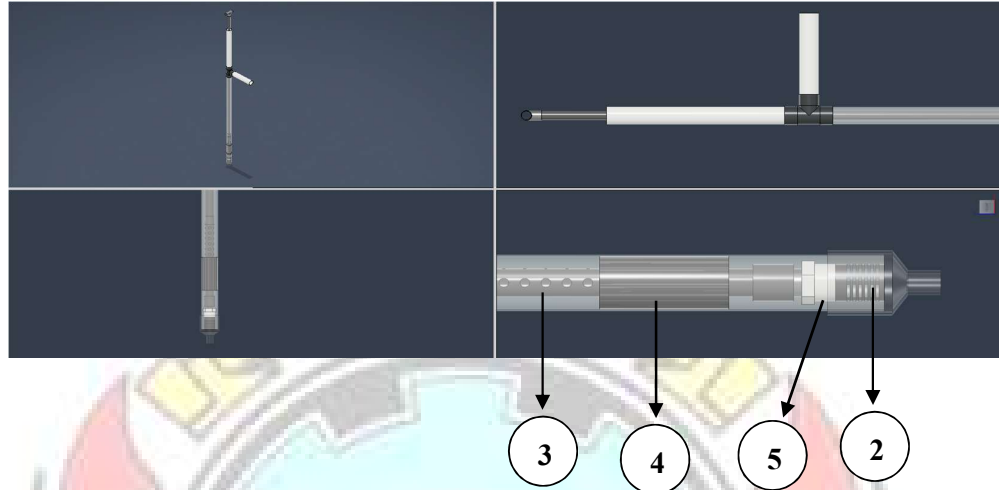
- Lebar bucket (d_r) = 0,6875 m
- Overlap ratio (e_z) = 0,125 m
- Diameter turbin (D) = 1,25 m
- Tinggi turbin (H) = 2,5 m
- Jari - jari pelat penutup (R_f) = 0,6875 m.



Pemodelan Turbin dalam bentuk 2D & 3D



Gambar 3. 1 *Design* Turbin Angin Savonius Bertingkat dengan Penggerak Pompa Manual



Keterangan :

1. Pipa 1,5 inch
2. Klep
3. Saringan
4. Pipa 1,4 inch
5. Sambungan klep ke pipa

3.3.3 Tahap Pembuatan dan Perakitan

Setelah proses perancangan selesai, maka akan dilanjutkan dengan proses pembuatan masing-masing komponen alat khususnya untuk perangkat keras. Langkah-langkah yang dikerjakan pada masing-masing rangkaian rancang bangun adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan
2. Uji Coba Sistem Kontrol (simulasi)
3. Pembuatan rangka turbin angin
4. Pembuatan turbin angin savonius bertingkat

5. Pembuatan rangka anemometer
6. Pemasangan turbin angin savonius dengan rangkanya
7. Pemasangan anemometer pada rangka
8. Pemasangan pompa air manual dragon

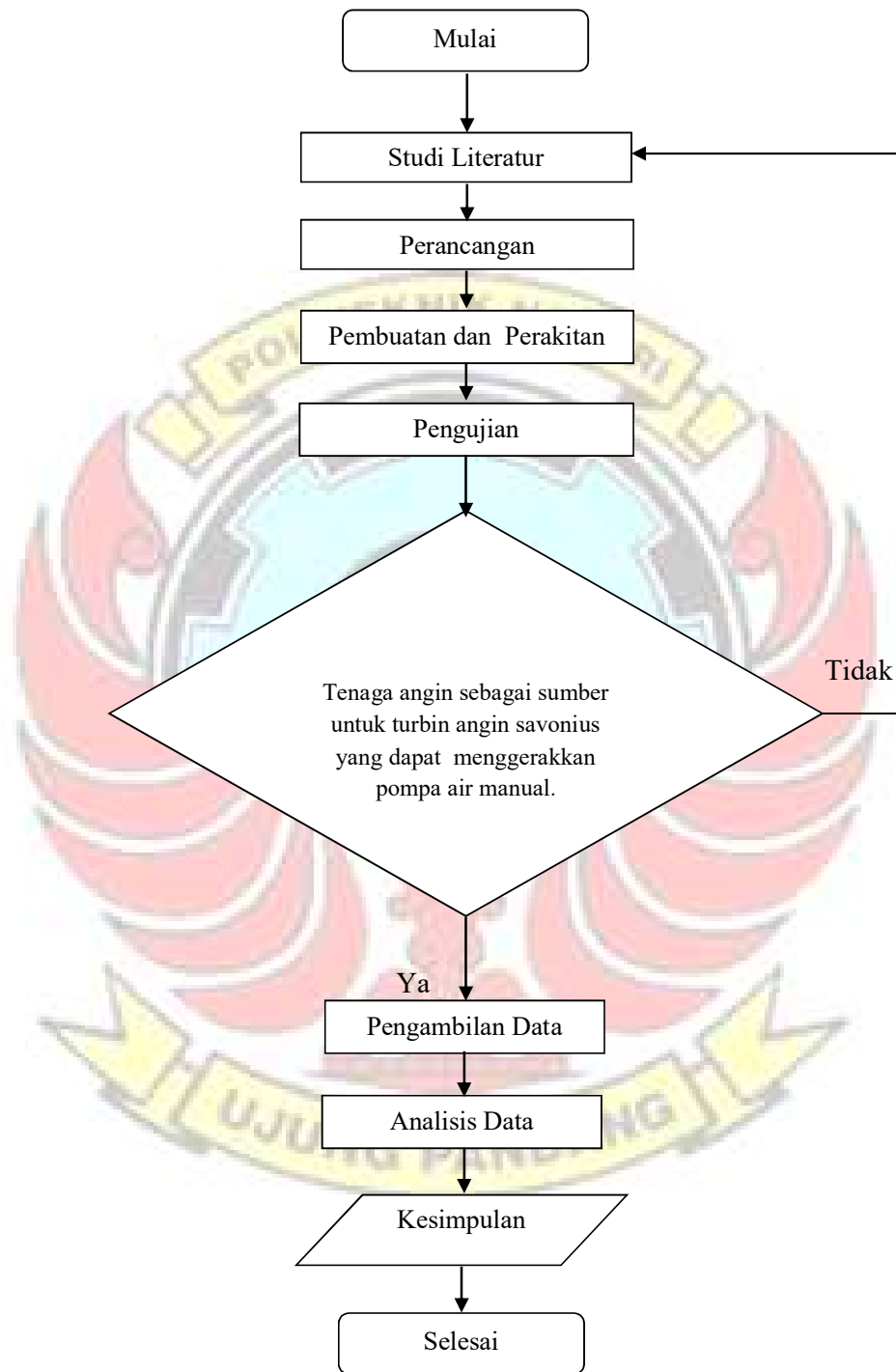
3.4 Pengujian Alat

Setelah rancang bangun selesai, maka akan dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data.

Langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

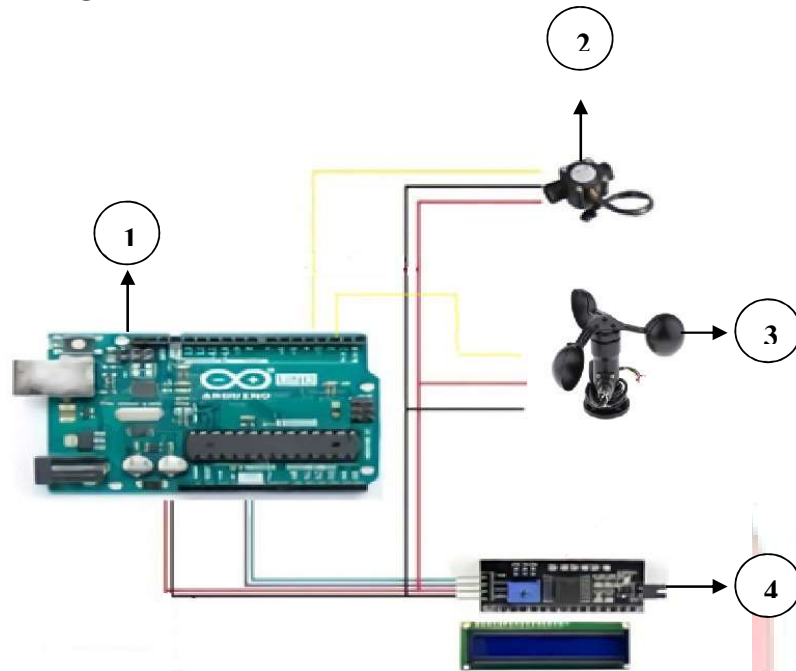
1. Mengkalibrasi seluruh alat ukur.
2. Memastikan rangka-rangka yang terhubung satu sama lain dalam keadaan kuat (tidak longgar).
3. Memastikan sensor-sensor membaca dengan akurat.
4. Memastikan turbin angin savonius berputar dengan baik.
5. Memastikan anemometer berfungsi dengan baik
6. Melakukan proses pengujian.
7. Mengambil data kecepatan angin, debit air, dan putaran turbin angin savonius bertingkat.

3.4.1 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Skematik Rangkaian Kontrol



Gambar 3. 3 Skematik Rangkaian Kontrol

Keterangan :

1. Arduino Uno
2. Flow Meter
3. Anemometer
4. LCD Display

3.6 Teknik Analisa Data

1. Daya input energi angin, $P_{in-angin}$:

$$P_{in-angin} = \frac{1}{2} \rho A v^3 \dots\dots\dots(3-1)$$

Keterangan :

$P_{in-angin}$ = daya angin (Watt)

ρ = densitas udara (1,225 kg/m³)

A = luas penampang turbin angin (m²)

v = kecepatan angin (m/detik)

2. Debit air, Q :

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(3-2)$$

Keterangan :

Q = debit air (m³/s)

V = volume (m³)

t = waktu (s)



BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

4.1 Perancangan Turbin Angin Savonius Bertingkat

Turbin angin savonius dibuat dengan bahan plat aluminium, sudu turbin memiliki tinggi 0,5 meter dan lebar 0,5 meter. Jumlah sudu pada turbin angin savonius yaitu 3 sudu. Turbin angin savonius dibuat bertingkat dengan tinggi tower penyangga turbin yaitu 3 meter.



Gambar 4. 1 Turbin Angin Savonius Bertingkat
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pada bagian bawah turbin disambungkan dengan piringan turbin sebagai penggerak segitiga mekanis yang kemudian menggerakkan pompa manual.



Gambar 4. 2 Pompa Air Manual
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 4. 3 Sensor Waterflow
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 4. 4 Anemometer Digital
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.2 Perancangan Sistem Kontrol

Sistem kontrol dirancang agar *continuitas* air dapat dikendalikan sehingga pompa manual, pompa listrik dan motor servo dapat bekerja sesuai dengan yang telah diprogram. Sistem kontrol menggunakan Arduino Uno yang disambungkan ke Anemometer dan sensor *waterflow* di mana hasil pembacaan tinggi air pada debit pompa air manual akan tertera pada layar LCD. Sistem kontrol menggabungkan energi angin dan energi matahari dalam mekanisme suplai air.



Gambar 4. 5 PCB Arduino Uno
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

```
Program_TA_fix | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

Program_TA_fix
#include "ACS712.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define RE 8
#define DE 7

const byte SpW[] = {0x01, 0x03, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x84, 0x0A};

byte values[20];
SoftwareSerial mod(3, 4);
Servo servoMotor;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

unsigned int c = 0;
float nilaiACS = 0.0, sampling = 0.0, rate = 0.0, fnilaiACS = 0.0;

const int flowSensorPin = 2;
volatile int pulseCount = 0;
unsigned long pulseStartTime = 0;
int analogInput = A1;
float vout = 0.0;
float vin = 0.0;
float R1 = 30000.0;
float R2 = 7500.0;
int value = 0;

Done Saving.
21
```

Gambar 4. 6 Program Arduino Uno

4.3 Prinsip Kerja Alat

Turbin angin mengubah angin menjadi energi mekanik melalui transmisi segitiga sehingga pompa manual bergerak. Adapun, Anemometer digital berfungsi untuk mengetahui kecepatan angin dan panel surya berfungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang disimpan pada aki untuk menjalankan sistem kontrol. Pada panel disambungkan SCC untuk mengatur arus dan tegangan pada panel, aki dan pompa DC. Aliran air dari pompa DC masuk ke drum sampai batas air 10 cm dari pelampung. Jika anemometer digital mencapai kecepatan angin 5 m/detik maka motor servo

terbuka otomatis 90° dan apabila kecepatan angin mencapai 10 m/detik maka motor servo terbuka otomatis 180° . Saat turbin angin tidak beroperasi, motor servo pada tangki air terbuka full.



Gambar 4. 7 Tampak Keseluruhan Alat
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.4 Proses Pengambilan Data

4.4.1 Pengujian Sistem Kerja Pompa Manual

Pengambilan data dilakukan di Pelabuhan Perikanan Untia, Jalan Salodong, Kecamatan Biringkanaya, Makassar pada tanggal 14 Agustus 2023 dari jam 09.00 – 15.00 WITA. Pada pengujian ini menggunakan turbin angin, pompa manual, dan anemometer.

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Sistem Kerja Pompa Manual

No.	Waktu (WITA)	Kecepatan Angin (m/detik)	Kecepatan Putaran Turbin (rpm)	Debit Pompa Manual (m ³ /detik)
1	9:00	4.5	20.4	0.00005
2	9:10	5.7	22.1	0.00008
3	9:20	4.9	24.4	0.00012
4	9:30	4.9	25.1	0.00013
5	9:40	5.9	24.6	0.00012
6	9:50	6.2	51.7	0.00009
7	10:00	5.5	52.3	0.00011
8	10:10	5.5	26.2	0.00012
9	10:20	6	40.2	0.00013
10	10:30	5.7	24.5	0.00012
11	10:40	6.3	28.9	0.00011
12	10:50	6.6	35.1	0.00012
13	11:00	6.7	62.2	0.00015
14	11:10	7.3	61.1	0.00016
15	11:20	6.5	56	0.00014
16	11:30	6.7	58	0.00015
17	11:40	6.8	64.3	0.00017
18	11:50	5.7	57.1	0.00015
19	12:00	6.3	58.7	0.00015
20	12:10	7.1	34	0.00011
21	12:20	7.4	62.7	0.00015
22	12:30	7.3	67.7	0.00018
23	12:40	7.7	40.6	0.00013
24	12:50	7.8	38.7	0.00013
25	13:00	6.9	29.8	0.00011

No.	Waktu (WITA)	Kecepatan Angin (m/detik)	Kecepatan Putaran Turbin (rpm)	Debit Pompa Manual (m ³ /detik)
26	13:10	6.4	26.8	0.00011
27	13:20	7.2	34.9	0.00011
28	13:30	6.7	24.7	0.00012
29	13:40	7.2	36.1	0.00013
30	13:50	6.2	29.5	0.00011
31	14:00	6.6	28.8	0.00011
32	14:10	6.6	34	0.00011
33	14:20	6.4	36.8	0.00013
34	14:30	6.4	30.3	0.00011
35	14:40	7	33.3	0.00012
36	14:50	6.7	30.8	0.00011
37	15:00	5.5	35.3	0.00013

Tabel 4. 2 Data Hubungan Antara Putaran Turbin Terhadap Debit Pompa Manual

No	Putaran Turbin (rpm)	Debit Pompa Manual (m ³ /detik)
1	20.4	0.00005
2	22.1	0.00008
3	26.8	0.00011
4	33.3	0.00012
5	35.3	0.00013
6	56	0.00014
7	58	0.00015
8	61.1	0.00016
9	64.3	0.00017
10	67.7	0.00018

Tabel 4. 3 Data Hubungan Antara Kecepatan Angin Terhadap Debit Pompa Manual

No	Kecepatan Angin (m/detik)	Debit Pompa Manual (m ³ /detik)
1	4.5	0.00005
2	5.7	0.00008
3	5.9	0.00012
4	6.5	0.00014
5	6.7	0.00015
6	6.8	0.00017

4.5 Analisa Data

4.5.1 Menghitung Daya Input Angin, Pin-angin

Untuk menghitung daya input angin menggunakan rumus pada persamaan (3-1) dengan menggunakan data ke-24 pada tabel 4.1 pengujian sistem otomatis pompa manual, maka diperoleh nilai daya input angin sebagai berikut :

$$P_{in-angin} = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

$$P_{in-angin} = \frac{1}{2} \times \rho \times \left(\left(\frac{1}{2} \times \pi \times r^2 \right) \times 2 \right) \times v^3$$

$$P_{in-angin} = \frac{1}{2} \times 1,225 \frac{kg}{m^3} \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 3,14 \times (0,25 m)^2 \right) \times 2 \right) \times (7,8)^3$$

$$P_{in-angin} = 57,043 \text{ Watt}$$

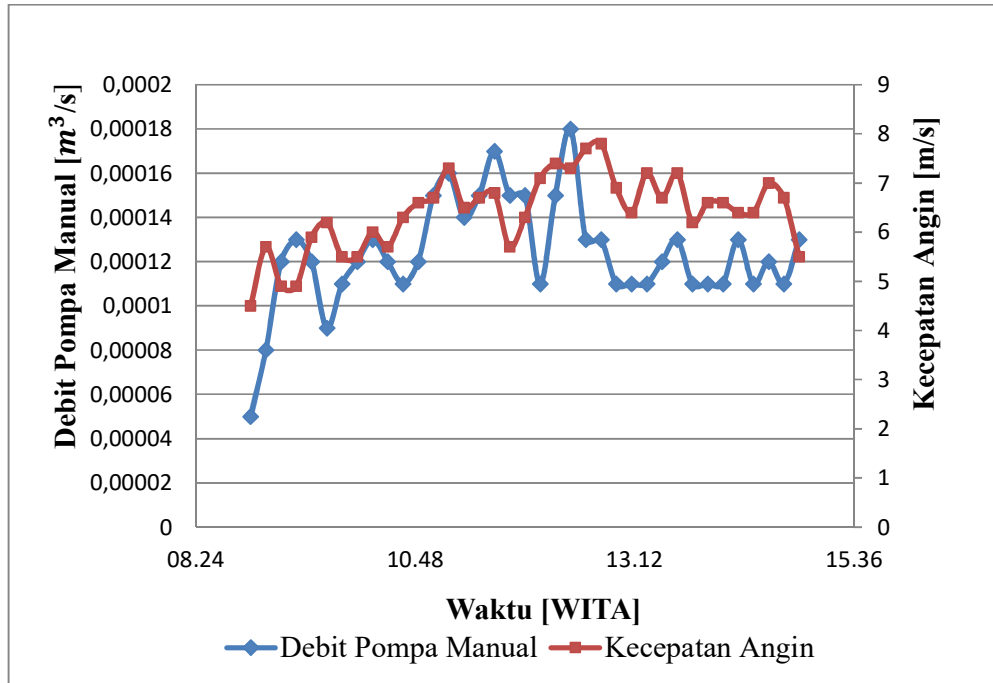
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Analisa Data Pengujian Pompa Manual

No.	Waktu (WITA)	Kecepatan Angin (m/detik)	P in (Watt)
1	9:00	4.5	10.954
2	9:10	5.7	22.261
3	9:20	4.9	14.142
4	9:30	4.9	14.142
5	9:40	5.9	24.687
6	9:50	6.2	28.648
7	10:00	5.5	19.999
8	10:10	5.5	19.999
9	10:20	6	25.964
10	10:30	5.7	22.261
11	10:40	6.3	30.056
12	10:50	6.6	34.558
13	11:00	6.7	36.153
14	11:10	7.3	46.761
15	11:20	6.5	33.011
16	11:30	6.7	36.153
17	11:40	6.8	37.796
18	11:50	5.7	22.261
19	12:00	6.3	30.056
20	12:10	7.1	43.022
21	12:20	7.4	48.709
22	12:30	7.3	46.761
23	12:40	7.7	54.877
24	12:50	7.8	57.043
25	13:00	6.9	39.488
26	13:10	6.4	31.511
27	13:20	7.2	44.866
28	13:30	6.7	36.153
29	13:40	7.2	44.866
30	13:50	6.2	28.648
31	14:00	6.6	34.558
32	14:10	6.6	34.558
33	14:20	6.4	31.511
34	14:30	6.4	31.511
35	14:40	7	41.23
36	14:50	6.7	36.153

No.	Waktu (WITA)	Kecepatan Angin (m/detik)	P in (Watt)
37	15:00	5.5	19.999

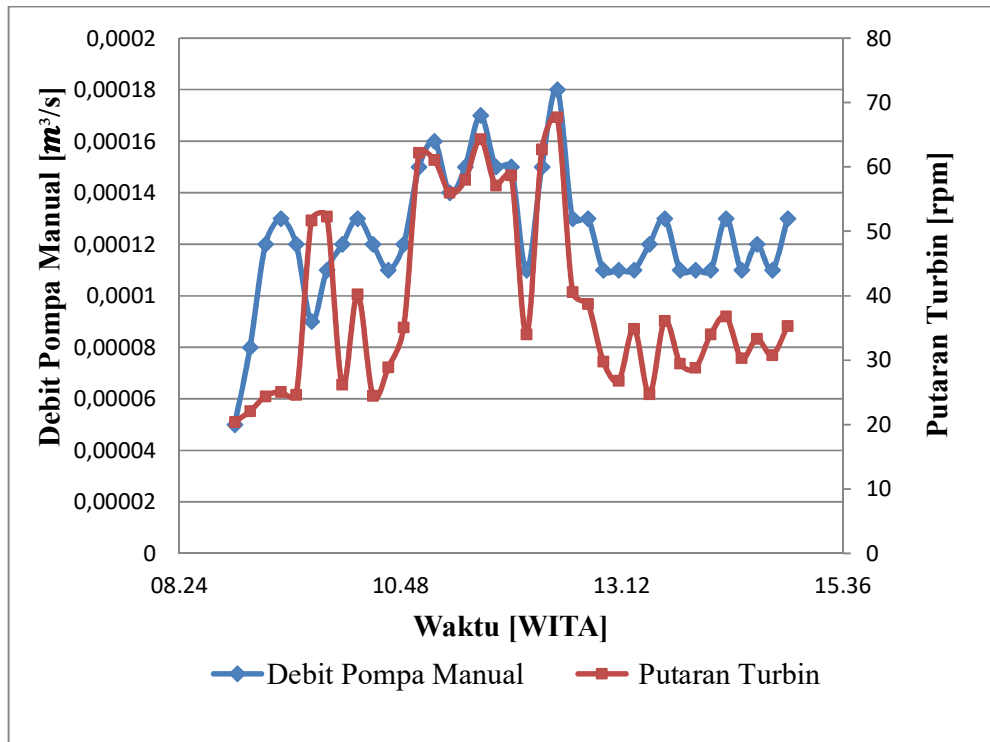


4.6 Grafik dan Pembahasan



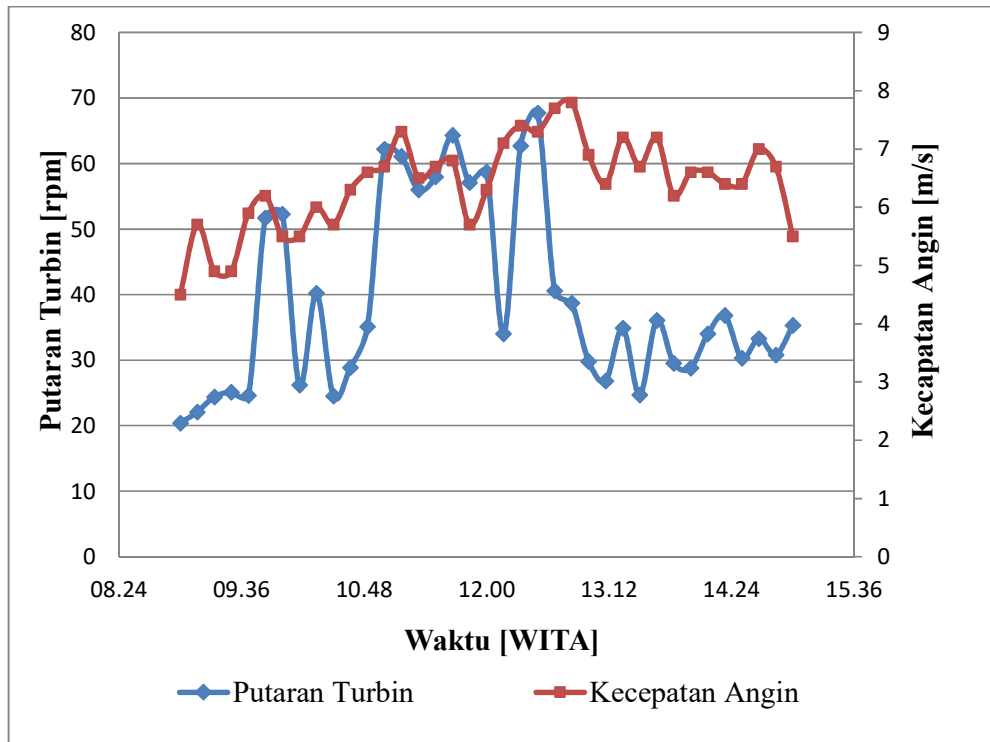
Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara Debit Pompa Manual dan Kecepatan Angin terhadap Waktu Pada Pengujian Sistem Kerja Pompa Manual

Pada gambar 4.8 menjelaskan grafik hubungan antara debit pompa manual dan kecepatan angin terhadap waktu. Grafik tersebut memiliki trend fluktuatif namun menunjukkan bahwa kecepatan angin berbanding lurus dengan debit pompa manual. Dimana semakin besar kecepatan angin maka akan semakin besar nilai debit pompa manual yang akan dihasilkan. Kecepatan angin tertinggi yaitu 7.8 m/s dengan keluaran debit pompa manual yaitu 0,00013 m^3/s pada pukul 12:50 WITA, sedangkan kecepatan angin terendah yaitu 4.5 m/s dengan keluaran debit pompa manual yaitu 0,00005 m^3/s pada pukul 09:00 WITA.



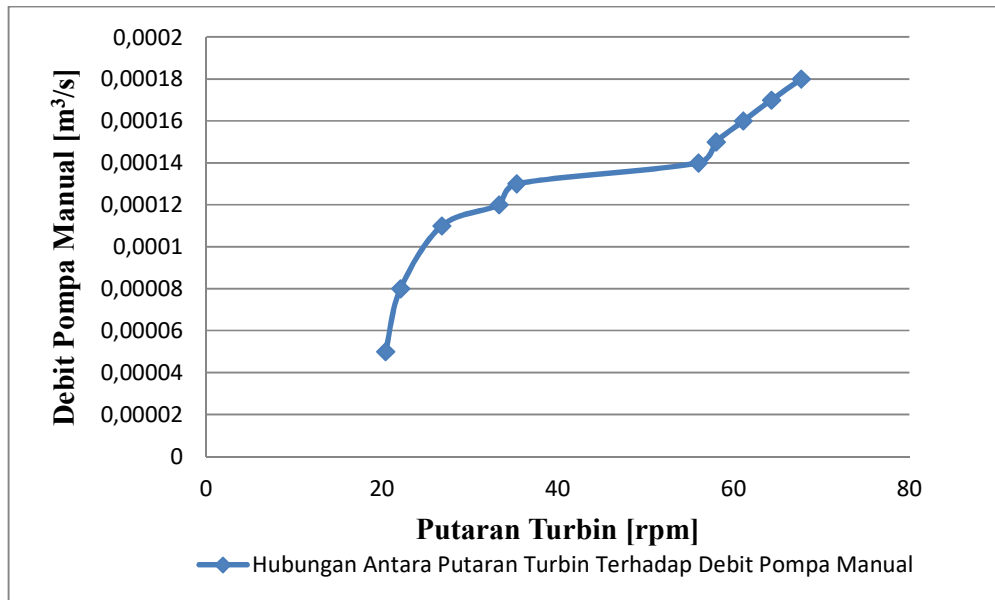
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan antara Debit Pompa Manual dan Putaran Turbin terhadap Waktu Pada Pengujian Sistem Kerja Pompa Manual

Pada gambar 4.9 menunjukkan trend grafik fluktuatif namun putaran turbin berbanding lurus dengan debit pompa manual yang dihasilkan. Dimana semakin besar putaran turbin maka debit yang akan dihasilkan pompa manual juga akan semakin besar. Adapun nilai tertinggi putaran turbin yaitu 67.7 rpm dengan keluaran debit pompa manual yaitu $0,00018 \text{ m}^3/s$, sedangkan nilai terendah putaran turbin yaitu 20,4 rpm dengan keluaran debit pompa torak yaitu $0.00005 \text{ m}^3/s$.



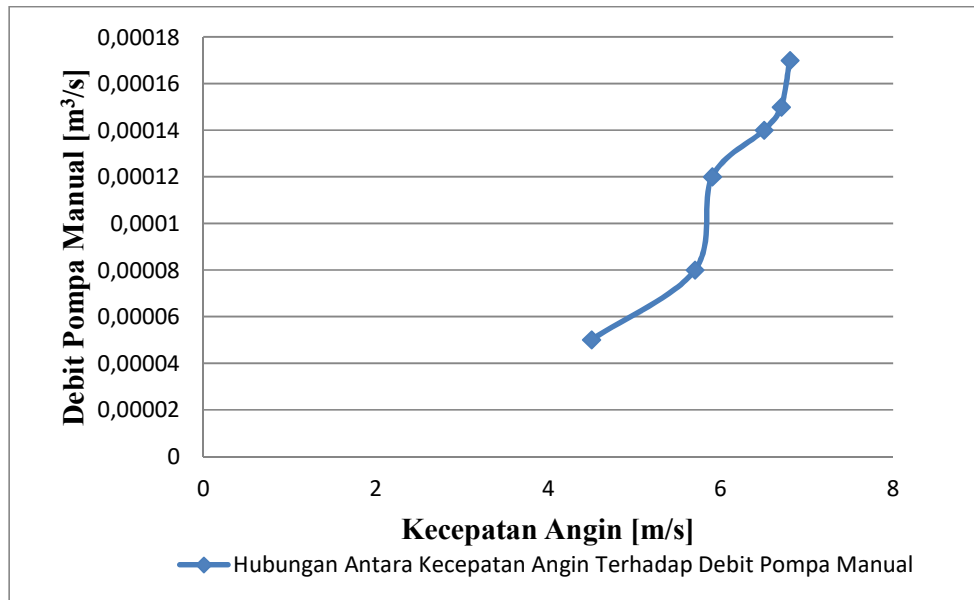
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan antara Putaran Turbin dan Kecepatan Angin terhadap Waktu Pada Pengujian Sistem Kerja Pompa Manual

Pada gambar 4.10 menunjukkan trend grafik naik sehingga hubungan antara putaran turbin dengan kecepatan angin berbanding lurus. Dimana semakin besar putaran turbin maka kecepatan angin yang dihasilkan juga akan semakin besar. Adapun nilai tertinggi kecepatan angin yaitu 7.8 m/s dan putaran turbin yaitu 67.7 rpm pada pukul 12:30 WITA. Sedangkan nilai terendah kecepatan angin yaitu 4.5 m/s dan putaran turbin yaitu 20.4 rpm pada pukul 09:00 WITA.



Gambar 4. 11 Grafik Hubungan antara Putaran Turbin Terhadap Debit Pompa Manual

Pada gambar 4.11 menunjukkan grafik hubungan antara putaran turbin terhadap debit pompa manual. Dimana semakin besar putaran turbin maka debit pompa manual juga akan semakin besar. Adapun nilai tertinggi putaran turbin yaitu 67.7 rpm dengan keluaran debit pompa manual yaitu 0.00018 m³/s sedangkan nilai putaran turbin terendah yaitu 20.4 rpm dengan keluaran debit pompa manual yaitu 0.00005 m³/s.



Gambar 4. 12 Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin Terhadap Debit Pompa Manual

Pada gambar 4.12 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap debit pompa manual. Dimana semakin besar kecepatan angin maka debit pompa manual juga akan semakin besar. Adapun nilai tertinggi kecepatan angin yaitu 6.8 m/s dengan keluaran debit pompa manual yaitu 0.00017 m³/s sedangkan nilai putaran turbin terendah yaitu 4.5 m/s dengan keluaran debit pompa manual yaitu 0.00005 m³/s .

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian alat, maka diperoleh kesimpulan, yaitu:

- 1) Putaran turbin angin tertinggi yaitu 67.7 rpm pada pukul 12.30 WITA sedangkan yang terendah yaitu 20.4 rpm pada pukul 09.00 WITA.
- 2) Kecepatan angin tertinggi yang dihasilkan anemometer digital yaitu 7.8 m/s pada pukul 12.50 WITA sedangkan yang terendah yaitu 4.5 m/s pada pukul 09.00 WITA.
- 3) Keluaran debit pada pompa manual tertinggi yaitu 0.00018 m³/s pada pukul 12.30 WITA sedangkan yang terendah yaitu 0.00005 m³/s pada pukul 09.00 WITA.
- 4) Debit yang dihasilkan pada pompa manual sangat mempengaruhi putaran turbin. Dimana semakin besar putaran turbin maka keluaran debit pompa manual juga semakin besar.
- 5) Kecepatan angin sangat mempengaruhi keluaran debit pada pompa manual. Dimana semakin besar kecepatan angin maka keluaran debit pompa manual juga semakin besar.

5.2 Saran

- 1) Untuk pengembangan selanjutnya menggunakan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) agar dapat dimonitor jarak jauh.

- 2) Menambahkan *blade* pada turbin angin savonius bertingkat agar dapat menghasilkan putaran poros turbin yang semakin cepat.



DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, Siti Rosdiana Rahma dan Abdehi Perdana Ain. (2020). "Rancang Bangun PLTS Untuk Pompa Air 12V dc Berbasis Arduino". Laporan Tugas Akhir. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Al Hakim, Rosyid Ridlo. "Model energi Indonesia, tinjauan potensi energi terbarukan untuk ketahanan energi di Indonesia: Sebuah ulasan." *Andasih Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1.1 (2020).
- Arduino Uno. 2023. <https://podomorouniversity.ac.id/jenis-jenis-arduino/>, diakses pada 24 Januari 2023.
- Arsip Teknik. 2019. "Komponen Pompa Air Manual".
- Azwar, Thoriq, and Abd Kholiq. (2013). "Anemometer digital berbasis mikrokontroler Atmega-16." *Inovasi Fisika Indonesia* 2.03.
- Blibli, "Wind Speed Sensor Three Cup Anemometer Aluminium Alloyed RS485 Output". <https://www.blibli.com/p/wind-speed-sensor-three-cup-anemometer-aluminium-alloyed-rs485-output/ps>, diakses pada 24 Januari 2023.
- Destiana Sari dan Edwin. (2022). "Rancang Bangun Turbin Angin Savonius Bertingkat Penggerak Pompa Torak Terkoneksi Tenaga Surya Untuk Menggerakkan Pompa Submersible Berbasis Mikrokontroler". Laporan Tugas Akhir. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Farhan A. Khammas, et al. "Overview of Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) is one of the Wind Energy Application". *Applied Mechanics and Materials*. 2015; 739: 388-392.
- Handayani, Y. S., & Kurniawan, A. (2020). "Rancang Bangun Prototipe Pengendali Pintu Air Berbasis SMS (Short Message Service) Untuk Pengairan Sawah Menggunakan Arduino". https://eprints.utdi.ac.id/4940/3/3_143310018_Bab_II.pdf.
- Jhon Hardy Purba l. (2011). "Kebutuhan Dan Cara Pemberian Air Irigasi Untuk Tanaman Padi Sawah".
- Manwell, J. F., et al. (2002). "Wind Energy Explained: Theory, Design and Application", John Wiley and Sons Chichester, USA.
- Meghana A, dkk. 2019. "LCD (Liquid Crystal Display) 16x2"
- Nakhoda, Y. I., dan Saleh, C. (2015). "Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel". Teknik Elektro, Institut Teknologi Malang.

Purba, Jhon Hardy. "Kebutuhan dan cara pemberian air irigasi untuk tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.)." *Widyatech Jurnal Sains dan Teknologi* 10.3 (2011): 145-155.

R Pradana. (2017). "*Bab II Dasar Teori 2.1 Arduino Uno*".

Silitonga, A.S., Husin Ibrahim. (2020). "*Buku Ajar Energi Baru dan Terbarukan*". Yogyakarta: Grup Penerbitan CV Budi Utama.





LAMPIRAN

Lampiran 1 Listing Pemrograman

```
#include "ACS712.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define RE 8
#define DE 7

const byte SpW[] = {0x01, 0x03, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x84, 0x0A};

byte values[20];
SoftwareSerial mod(3, 4);
Servo servoMotor;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

unsigned int c = 0;
float nilaiACS = 0.0, sampling = 0.0, rate = 0.0, fnilaiACS = 0.0;

const int flowSensorPin = 2;
volatile int pulseCount = 0;
unsigned long pulseStartTime = 0;
int analogInput = A1;
float vout = 0.0;
float vin = 0.0;
float R1 = 30000.0;
float R2 = 7500.0;
int value = 0;

ACS712 ACS(A0, 5.0, 1023, 100); // ACS712 20A

void setup() {
  Serial.begin(4800);
  mod.begin(4800);
  pinMode(RE, OUTPUT);
  pinMode(DE, OUTPUT);
  pinMode(analogInput, INPUT);
  servoMotor.attach(9);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.begin(20, 4);

  pinMode(flowSensorPin, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(flowSensorPin), countPulse, FALLING);
```

```

    ACS.autoMidPoint();
}

void loop() {
  data_olah();
  byte result = Calculate();
  float val1 = (values[4] * 0.1);
  value = analogRead(analogInput);
  vout = (value * 5.0) / 1024.0;
  vin = vout / (R2 / (R1 + R2));

  Serial.print("v (Anemometer): ");
  Serial.print(val1);
  Serial.println(" m/s");

  float flowRate = calculateFlowRate();
  Serial.print("Q (Water Flow): ");
  Serial.print(flowRate);
  Serial.println(" m^3/s");

  int mA = ACS.mA_DC();
  float current_A;

  if (mA > 0) {
    current_A = mA / 1000.0; // Convert to Amperes
  } else {
    current_A = 0.0; // No current, set to 0
  }

  Serial.print("I (Current): ");
  Serial.print(current_A);
  Serial.println(" A");

  if (val1 < 5.0) {
    servoMotor.write(180);
  } else if (val1 >= 5.0 && val1 <= 10.0) {
    servoMotor.write(90);
  } else {
    // Do nothing for wind speed above 16 m/s
    servoMotor.write(0);
  }

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("v : ");
  lcd.print(val1);

```

```

lcd.print(" m/s");

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Q : ");
lcd.print(flowRate);
lcd.print(" m^3/s");

lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("I : ");
lcd.print(current_A, 3); // Print current with 3 decimal places
lcd.print(" A");

lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("V : ");
lcd.print(vin, 2);
lcd.print(" V");

Serial.println(vin, 2);
delay(2000);
}

void data_olah() {
  sampling = 0.0; // Reset sampling value
  for (int i = 0; i < 150; i++) {
    nilaiACS = analogRead(A0);
    sampling = sampling + nilaiACS;
    delay(3);
  }
  rate = sampling / 150.0;
  fnilaiACS = (2.71 - (rate * (5.0 / 1024.0)) / 0.185);

  Serial.print(fnilaiACS);
  Serial.println(" A");
  delay(20);
}

byte Calculate() {
  digitalWrite(DE, HIGH);
  digitalWrite(RE, HIGH);
  delay(10);
  if (mod.write(SpW, sizeof(SpW)) == 8) {
    digitalWrite(DE, LOW);
    digitalWrite(RE, LOW);
    for (byte i = 0; i < 11; i++) {
      values[i] = mod.read();
    }
  }
}

```

```
Serial.println();
}
return values[6];
}

void countPulse() {
pulseCount++;
}

float calculateFlowRate() {
unsigned long currentTime = millis();
unsigned long timeInterval = currentTime - pulseStartTime;
float pulseCountFactor = 4500; // Number of pulses per liter

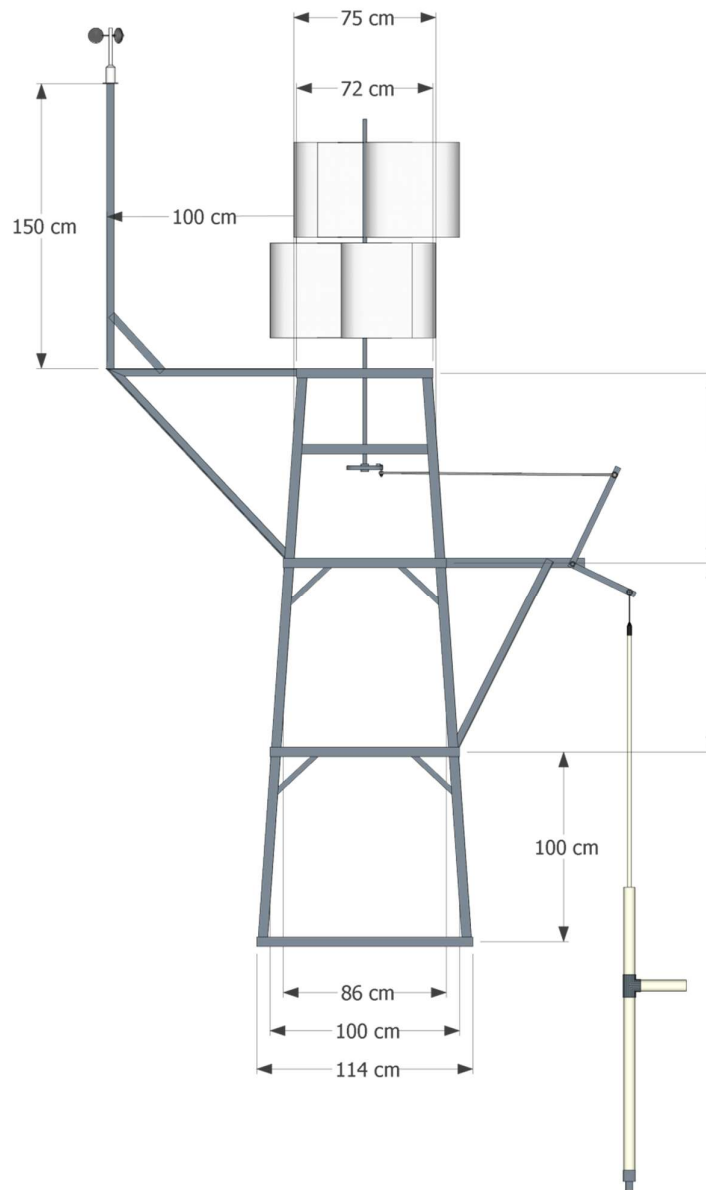
float flowRate = (pulseCount / pulseCountFactor) / (timeInterval / 1000.0);

pulseCount = 0;
pulseStartTime = currentTime;

return flowRate;
}
```



Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan



(Dimensi gambar turbin angin savonius bertingkat)

Proses Pembuatan Alat



(Proses pemotongan besi plat)



(Pemotongan besi plat)



(Mengecat alat)

Proses Pengambilan Data



(Pengambilan data putaran turbin)



(Menginput data kecepatan angin dan debit air)



(Proses pengambilan data)



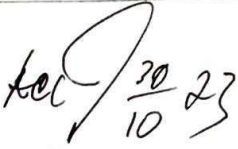


(Pemantauan Pembimbing I)

LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Mariam Ulan Dari/Muhammad Yusril

NIM : 34220015/34220017

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1	Sonong, ST., MT.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lokasi pengambilan data harus jelas LU? & LS? → google map? 2. Perhitungan dimensi blade/sudu turbin? 3. Ditailkan gambar pompa manual! 	
2	Apollo, ST., M.Eng	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ringkasan? 2. Jangan terjadi plagiarisme; melampirkan hal yg dikerjakan orang lain (fokus ke Pompa)? 3. Kesimpulannya masih bersifat teoretis. 4. Harus ada gambar desain dan data tentang prototipe Pompa Manual. 	
3	Sri Suwasti, SST., MT.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gambar harus dipisahkan dg yg dikerjakan oleh kelompok lain. 2. Pengujian "rpm" perlu ditinjau. 	

Makassar, 15 September 2023

Ketua Ujian Sidang,



Sri Suwasti, S.ST., M.T.

NIP 197411232001122001

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.