

PROTOTYPE PEMANFAATAN SISTEM HYBRID ENERGI
MATAHARI & ENERGI ANGIN UNTUK DIGUNAKAN PADA
SISTEM PENDINGIN IKAN DI KAPAL NELAYAN



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

ARFAN HADIKUSUMA RUSLAN	342 18 005
RAHMAT TUKYO	342 18 023

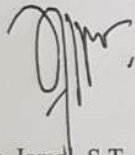
PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2021

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul “Prototype pemanfaatan sistem hybrid energi matahari & energi angin untuk digunakan pada sistem pendingin ikan di kapal nelayan” oleh Arfan Hadikusuma Ruslan NIM 342 18 005 dan Rahmat Tukyو NIM 342 18 023 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 19 Agustus 2021

Pembimbing I



Dr. Jama, S.T., M.T
NIP : 19730228 200012 1 002

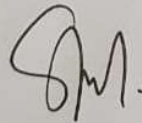
Pembimbing II



Nur Rahmah H. Anwar, S.T., M.T.
NIP : 19911220 201903 2 026

Mengetahui

Ketua Program Studi,



Sri Suwasti, S.ST., M.T
NIP : 19741123 200112 2 001

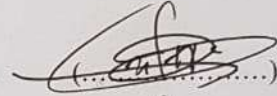
HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tim penguji laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Arfan Hadikusuma Ruslan NIM 342 18 005 dan Rahmat Tukyo NIM 342 18 023 dengan judul "Prototype pemanfaatan sistem hybrid energi matahari & energi angin untuk digunakan pada sistem pendingin ikan di kapal nelayan."

Makassar, 13 September 2021

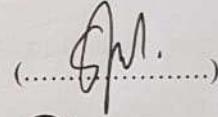
1. Sukma Abadi, S.T., M.T.

Ketua


(.....)

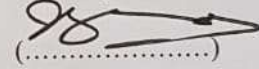
2. Sri Suwasti, S.ST., M.T.

Sekretaris


(.....)

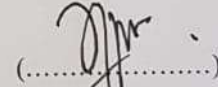
3. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

Anggota


(.....)

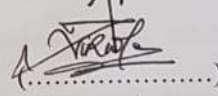
4. Dr. Jamal, S.T., M.T.

Anggota


(.....)

5. Nur Rahmah H. Anwar, S.T., M.T.

Anggota


(.....)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan Karunia-Nyalah semata sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir kami yang berjudul “Prototype pemanfaatan sistem hybrid Energi Matahari & Energi Angin untuk digunakan pada sistem pendingin ikan di Kapal Nelayan“. Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Konversi Energi Diploma-3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapat saran, dorongan dukungan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan baik material maupun moral sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D.
3. Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

5. Bapak Dr. Jamal, S.T., M.T. dan Ibu Nur Rahmah H.Anwar, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu dan membimbing dalam mengerjakan tugas akhir ini.
6. Para dosen dan seluruh staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak disebutkan namanya satu persatu atas torehan ilmunya kepada kami.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2018 khususnya kelas 3A Teknik Konversi Energi atas kebersamaan dan kerjasama selama ini.
8. Seluruh teman-teman dan sahabat yang telah memberikan motivasi.
9. Semua pihak yang terlibat, tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, kami menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu kami mohon maaf dan sangat mengharapkan kritik serta masukan yang bersifat membangun bagi penulis.

Akhir kata semoga dapat bermanfaat bagi kami penulis, institusi pendidikan dan masyarakat luas. Aamiin.

Makassar, September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
SURAT PERNYATAAN.....	xv
RINGKASAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Energi Matahari dan Energi Angin Serta Pemanfaatannya.....	4
2.1.1 Energi Matahari.....	4

2.1.2 Energi Angin.....	5
2.2 Turbin Angin.....	7
2.3 Panel Surya.....	12
2.4 Generator.....	13
2.5 <i>Cool box</i> dan Termoelektrik.....	14
2.6 <i>Accumulator</i>	18
2.6.1 Prinsip kerja <i>Accumulator</i>	18
2.7 <i>Solar Charge Controller</i>	19
2.8 <i>Cut Out</i> Mobil.....	20
BAB III METODE KEGIATAN	
3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan.....	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.3 Prosedur Penelitian.....	23
3.3.1 Studi Literatur.....	23
3.3.2 Tahap perancangan.....	23
3.3.3 Tahap Perakitan.....	25
3.4 Pengujian Alat.....	28
3.5 Persamaan yang digunakan.....	30
3.6 Diagram Alir Rancang Bangun Prototype Pemanfaatan Sistem Hybrid Energi Matahari dan Energi angin untuk digunakan pada pendingin ikan di kapal nelayan.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Rancang Bangun.....	35
4.2 Pembahasan.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	67

5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN.....	70



DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
Tabel 1	Alat yang akan digunakan Dalam Perancangan	22
Tabel 2	Bahan-Bahan yang digunakan Dalam Perancangan	23
Tabel 3	Hasil Pengamatan Pada Panel	72
Tabel 4	Hasil Pengamatan Pada Turbin Angin	73
Tabel 5	Hasil Pengamatan Sistem Hybrid	74
Tabel 6	Hasil Analisis Data Pengamatan Panel	77
Tabel 7	Hasil Analisis Data Pengamatan Turbin Angin	78
Tabel 8	Hasil Analisis Data Pengamatan Sistem Hybrid	79

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
Gambar 2.1	Potensi Energi Surya di Indonesia	5
Gambar 2.2	Potensi Energi Angin	7
Gambar 2.3	Turbin Angin Poros Horizontal	8
Gambar 2.4	Turbin Angin Poros Vertikal	9
Gambar 2.5	Tipe Turbin Savonius	11
Gambar 2.6	Pengaplikasian Panel Surya Pada Kapal Nelayan	12
Gambar 2.7	Prinsip Kerja Panel Surya	13
Gambar 2.8	Prinsip Kerja Generator	14
Gambar 2.9	<i>Cool Box</i>	15
Gambar 2.10	Elemen Peltier	16
Gambar 2.11	Arah Elektron Pada Modul Elemen Peltier	17
Gambar 2.12	Ilustrasi Baterai Terisi Penuh	19
Gambar 2.13	Ilustrasi Baterai Saat Mengeluarkan Arus	19
Gambar 2.14	<i>Solar Charge Controller</i>	20
Gambar 2.15	<i>Cut Out Mobil</i>	21

Gambar 3.1	Rencana Alat Pendingin Ikan	24
Gambar 3.2	Poros Turbin	26
Gambar 3.3	Sudu Savonius	26
Gambar 3.4	Dudukan Sudu Savonius	27
Gambar 4.1	Hasil Rancang Bangun Alat Pendingin Ikan untuk digunakan di Kapal Nelayan	35
Gambar 4.2	Hasil Rancang Bangun Alat Pendingin Ikan untuk digunakan di Kapal Nelayan	35
Gambar 4.3	Hasil Rancang Bangun Alat Pendingin Ikan untuk digunakan di Kapal Nelayan	36
Gambar 4.4	Hasil Rancang Bangun Turbin Angin dengan Model yang dilipat	36
Gambar 4.5	Grafik Intensitas Radiasi Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Panel	44
Gambar 4.6	Grafik Intensitas Radiasi Terhadap Waktu Pada Pengamatan Sistem Hybrid Menggunakan Panel	44
Gambar 4.7	Grafik Kecepatan Angin Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Turbin Angin dan Sistem Hybrid	45
Gambar 4.8	Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Panel	46
Gambar 4.9	Grafik Arus Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Panel	47
Gambar 4.10	Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pada Pengamatan Sistem Hybrid Menggunakan Panel	47
Gambar 4.11	Grafik Arus Terhadap Waktu Pada Pengamatan Sistem Hybrid Menggunakan Panel	48
Gambar 4.12	Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Turbin Angin dan Sistem Hybrid	49
Gambar 4.13	Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Panel	50
Gambar 4.14	Grafik Arus Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Panel	50

Gambar 4.15	Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Turbin	51
Gambar 4.16	Grafik Arus Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Turbin	52
Gambar 4.17	Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pada Pengamatan Sistem Hybrid	52
Gambar 4.18	Grafik Arus Terhadap Waktu Pada Pengamatan Sistem Hybrid	53
Gambar 4.19	Grafik Suhu Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Panel, Turbin dan Sistem Hybrid	54
Gambar 4.20	Grafik Daya Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Panel	55
Gambar 4.21	Grafik Daya Terhadap Waktu Pada Pengamatan Sistem Hybrid	56
Gambar 4.22	Grafik Daya Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Turbin Angin	57
Gambar 4.23	Grafik Daya Terhadap Waktu Pada Pengamatan Sistem Hybrid	57
Gambar 4.24	Grafik Daya Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Panel	58
Gambar 4.25	Grafik Daya Terhadap Waktu Pada Pengamatan Sistem Hybrid	59
Gambar 4.26	Grafik Daya Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Panel dan Sistem Hybrid	60
Gambar 4.27	Grafik Daya Terhadap Waktu Pada Pengamatan Menggunakan Turbin Angin	61
Gambar 4.28	Grafik Daya Pendingin Terhadap Waktu pada Pengamatan Menggunakan Panel, Turbin dan Sistem Hybrid	62
Gambar 4.29	Grafik Efisiensi Terhadap Waktu pada Pengamatan Menggunakan Panel	63
Gambar 4.30	Grafik Efisiensi Terhadap Waktu pada Pengamatan Menggunakan Turbin Angin	64
Gambar 4.31	Grafik Efisiensi Terhadap Waktu pada Pengamatan Menggunakan Sistem Hybrid	65
Gambar 4.32	Grafik Efisiensi Terhadap Waktu pada Pengamatan Menggunakan Panel dan Sistem Hybrid	66

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Satuan	Keterangan
Q_e	W/m^2	Intensitas radiasi matahari
V	Volt	Tegangan
I	Ampere	Arus
T	$^{\circ}C$	Temperatur
v	m/s	Kecepatan
P_w	Watt	Daya angin
ρ	$1,225\text{ kg}/m^3$	Densitas Udara
A	m^2	Luas penampang
P_{in}	Watt	Daya input sel surya
P_{out}	Watt	Daya output sel surya
η	%	Efisiensi
C_p	J	Kalor jenis ikan
F_c		Faktor koreksi
Δ_t	$^{\circ}C$	Perubahan temperatur

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
Lampiran 1	Data-data Hasil Pengamatan	71
Lampiran 2	Data-data Hasil Perhitungan	76
Lampiran 3	Dokumentasi	80



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arfan Hadikusuma Ruslan

NIM : 342 18 005

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Prototype pemanfaatan sistem hybrid energi matahari & energi angin untuk digunakan pada sistem pendingin ikan di kapal nelayan” 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, kami siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2021

Arfan Hadikusuma Ruslan

342 18 005

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahmat Tukyo

NIM : 342 18 023

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Prototype pemanfaatan sistem hybrid energi matahari & energi angin untuk digunakan pada sistem pendingin ikan di kapal nelayan” 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, kami siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2021

Rahmat Tukyo

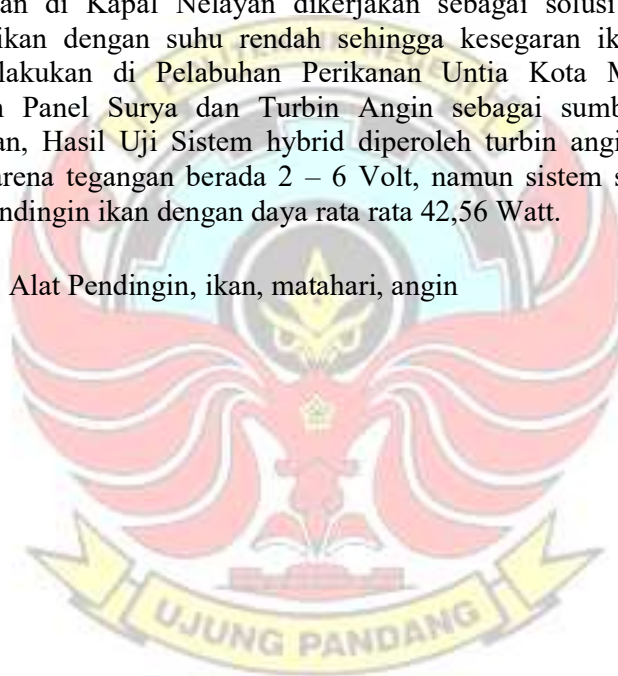
342 18 023

PROTOTYPE PEMANFAATAN SISTEM HYBRID ENERGI MATAHARI & ENERGI ANGIN UNTUK DIGUNAKAN PADA SISTEM PENDINGIN IKAN DI KAPAL NELAYAN

ABSTRAK

Ikan merupakan bahan pangan bernilai nutrisi penting dalam pemenuhan gizi harian, ikan yang layak dikonsumsi sehari-hari adalah ikan segar maka penanganannya harus dilakukan sesegera mungkin. Bentuk kesalahan penanganan pasca panen yang sering terjadi adalah tidak maksimalnya pengawetan ikan menggunakan es. Oleh sebab itu, pembuatan Prototype Pemanfaatan Sistem Hybrid Energi Matahari & Energi Angin Untuk Digunakan Pada Sistem Pendingin Ikan di Kapal Nelayan dikerjakan sebagai solusi memaksimalkan pengawetan ikan dengan suhu rendah sehingga kesegaran ikan tetap terjaga, penelitian dilakukan di Pelabuhan Perikanan Untia Kota Makassar dengan menggunakan Panel Surya dan Turbin Angin sebagai sumber energi untuk pendingin ikan, Hasil Uji Sistem hybrid diperoleh turbin angin belum mampu menyuplai karena tegangan berada 2 – 6 Volt, namun sistem solar cell mampu menyuplai pendingin ikan dengan daya rata rata 42,56 Watt.

Kata Kunci : Alat Pendingin, ikan, matahari, angin



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim dan kepulauan terbesar (17.504 pulau) di dunia serta memiliki garis pantai sepanjang 104.000 km. Oleh karena itu potensi sumber daya kelautan yang dimiliki Indonesia sangat besar seperti ikan, lobster, udang dan lainnya (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2011 : 4. Kusnadi, 2006 :1. Adisasmita, 2006 : 13).

Ikan merupakan bahan pangan bernilai nutrisi penting dalam pemenuhan gizi harian. Secara khusus, ikan adalah sumber protein, lemak dengan omega-3 yang bermanfaat untuk menurunkan resiko *cardiovascular disease* (CvD), mineral, dll (Kadam dan Prabhasankar, 2010). *World Health Organization* (WHO) merekomendasikan asupan ikan setidaknya dua porsi per minggu (Morris, Martha Clare, et al. "Consumption of fish, (2003): 940-946). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi ikan dapat melindungi manusia dari penyakit yang disebabkan karena perubahan gaya hidup di banyak Negara industri di dunia (Larsen et al., 2011).

Ikan yang layak dikonsumsi sehari-hari adalah ikan segar. Ikan segar dapat dengan mudah membusuk setelah ditangkap akibat dari enzim endogen dan mikrobia yang secara alami tumbuh cepat dalam tubuh ikan atau karena kontaminasi. Dilansir dari beberapa media pemberitaan, diperoleh informasi bahwa hasil studi Dalberg tahun 2017 memaparkan bahwa terjadi kehilangan pasca panen sebesar 25% dari total produksi ikan setiap tahun yang sebagian besar

diakibatkan oleh penanganan pasca panen yang salah. Jika kehilangan tersebut dikonversi menjadi nutrisi maka nilainya setara dengan 16.500-27.500 metrik ton protein ikan yang hilang setiap tahunnya (Iskandar 2018).

Produk perikanan memiliki sifat yang mudah sekali rusak atau busuk. Penanganannya harus dilakukan sesegera mungkin, begitu ikan tertangkap harus segera dibersihkan untuk disimpan pada penyimpanan berpendingin, proses yang cepat tersebut merupakan upaya menghambat proses penguraian jaringan tubuh ikan (pembusukan) akibat aktivitas bakteri yang berlangsung, sehingga kualitas dan kesegaran ikan dapat terjamin (A C Saputra dan Alam Bahermansyah 2017).

Salah satu bentuk kesalahan penanganan pasca panen atau pasca tangkap yang sering terjadi adalah tidak maksimalnya pengawetan ikan menggunakan es. Disisi lain penggunaan es yang tidak efektif serta ketersediaannya yang semakin terbatas (M.Yusuf Samad,2006)

Hal tersebut terjadi karena es yang cepat mencair oleh temperatur udara yang tinggi alasan lain nelayan enggan membawa es adalah kelangkaan atau keterbatasan tersedianya es terutama di daerah pelosok yang kemudian membuat harga es tersebut mahal, penempatan es di kapal yang memerlukan ruang sehingga mengurangi kapasitas palka atau kotak tempat penyimpanan ikan serta penanganan ikan dengan es yang memerlukan tenaga ekstra.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kami mahasiswa teknik konversi energi menghadirkan inovasi **“Prototype pemanfaatan sistem hybrid energi matahari & energi angin untuk digunakan pada pendingin ikan di kapal nelayan”** sebagai solusi tepat dalam memaksimalkan pengawetan ikan dengan suhu rendah sehingga kesegaran ikan tetap terjaga.

Dengan memaksimalkan potensi matahari dan angin yang berlimpah di laut sebagai sumber energi untuk menjaga mutu ikan hasil tangkapan nelayan sehingga ikan hasil panen atau hasil tangkapan dapat terjaga kesehatannya.

1.2 Rumusan Masalah

Terkait dengan hal yang dikemukakan pada latar belakang maka permasalahan yang akan timbul dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang sebuah alat pendingin ikan di kapal nelayan dengan memaksimalkan energi angin dan matahari?
- b. Bagaimana mendesain model turbin angin yang tidak mengganggu/menghalangi kerja kapal nelayan?
- c. Bagaimana kinerja turbin angin yang dipasang pada kapal nelayan?
- d. Bagaimana kinerja *solar cell* yang dipasang pada kapal nelayan?
- e. Bagaimana kinerja sistem hybrid yang dipasang pada kapal nelayan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka yang menjadi tujuan dipenelitian ini yaitu:

- a. Dapat merancang sebuah alat pendingin ikan di kapal nelayan dengan memaksimalkan energi angin dan matahari
- b. Dapat mendesain model turbin angin yang tidak mengganggu atau menghalangi kerja kapal nelayan
- c. Untuk mengetahui kinerja turbin angin yang dipasang pada kapal nelayan
- d. Untuk mengetahui kinerja *solar cell* yang dipasang pada kapal nelayan
- e. Untuk mengetahui kinerja sistem hybrid yang dipasang pada kapal nelayan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

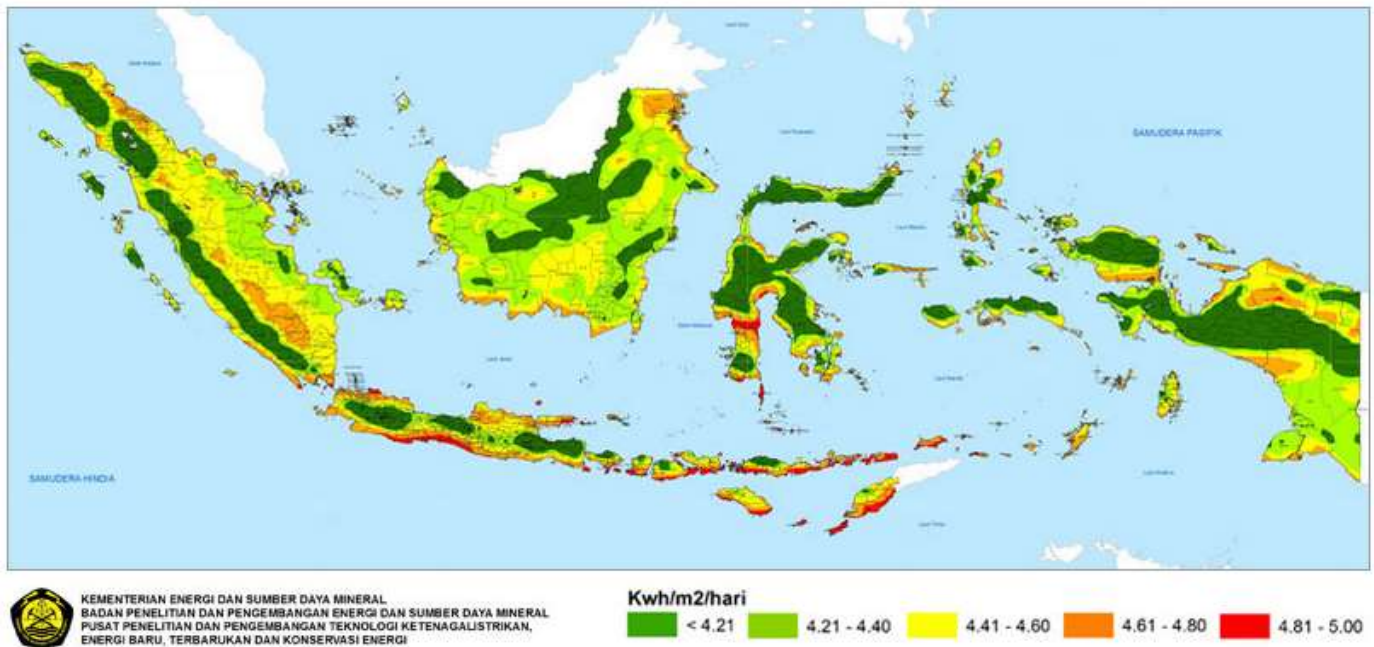
2.1 Energi Matahari dan Angin Serta Pemanfaatannya

2.1.1 Energi Matahari

Sebagai bintang yang paling dekat dari planet biru bumi, yaitu hanya berjarak sekitar 150 juta km, sangat alami jika hanya pancaran energi matahari yang mempengaruhi dinamika atmosfer dan kehidupan di bumi. Energi yang datang ke bumi sebagian besar merupakan pancaran radiasi matahari. Energi ini kemudian di transformasikan menjadi bermacam-macam bentuk energi, misalnya pemanasan permukaan bumi, gerak dan pemanasan atmosfer, gelombang lautan, fotosintesis tanaman dan reaksi fotokimia lainnya.

Potensi energi matahari sangat besar untuk digunakan sebagai energi alternatif, karena energi matahari merupakan salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan yang dapat merusak lapisan ozon serta ketersediannya di alam sangat besar (Hasbi Assiddiq S, Irma Dinahkandy, 2018). Energi surya sangat aktif karna tidak bersifat polutif, tak dapat habis. Banyaknya sel surya yang disusun untuk menjadi panel surya akan berbanding lurus dengan energi yang dihasilkan. Semakin banyak sel surya yang digunakan, maka semakin banyak pula energi matahari yang dikonversi menjadi energi listrik. Penyebaran sinar matahari setiap tahun di belahan bumi bervariasi, Indonesia rata-rata menerima sinar

matahari delapan jam perhari dan intensitas sinar matahari yang mengenai panel surya ditentukan posisi matahari terhadap panel surya.



Gambar 2.1 Potensi Energi Surya di Indonesia
(Sumber gambar : Janaloka, 2015)

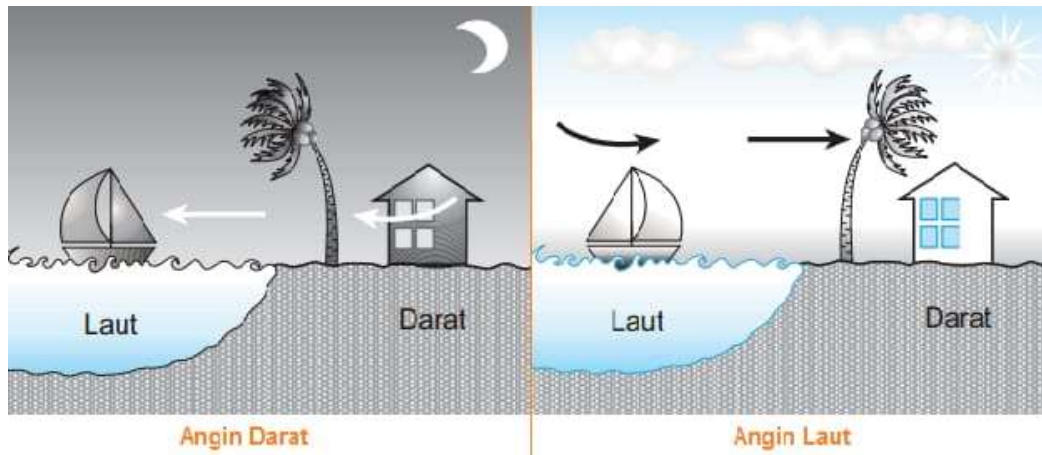
2.1.2 Energi Angin

Angin adalah udara yang bergerak karena adanya perbedaan tekanan di permukaan bumi ini. Angin yang bergerak dari suatu daerah yang memiliki tekanan tinggi ke daerah yang memiliki tekanan yang lebih rendah. Angin yang bertiup di permukaan bumi ini terjadi akibat adanya perbedaan penerima radiasi surya, sehingga mengakibatkan perbedaan suhu udara. Adanya perbedaan suhu tersebut menyebabkan perbedaan tekanan, akhirnya menimbulkan gerakan udara (Kurnia Anzhar, Yariant SBS, 2000).

Indonesia berada pada garis katulistiwa merupakan daerah lintasan pergerakan udara sebagai akibat dari perbedaan tekanan udara pada kedua belahan bumi ini yang dikenal sebagai angin muson. Angin muson secara bergantian bergerak melintasi wilayah Indonesia sepanjang tahun dengan periode enam bulan yakni bulan april hingga September (angin muson timur) dan oktober hingga maret (angin muson barat). Saat ini energi angin juga sebagai energi terbarukan yang pemanfaatannya di Indonesia belum maksimal, salah satu kendalanya adalah informasi mengenai potensi energi angin yang minim untuk keseluruhan wilayah Indonesia (Hero P Dida, Sudhitho Suparman, Denny W, 2016).

Angin laut terjadi ketika pada pagi hingga menjelang sore hari, daratan menyerap energi panas lebih cepat dari lautan sehingga suhu udara di darat lebih panas daripada di laut. Akibatnya udara panas di daratan akan naik dan digantikan udara dingin dari lautan. Maka terjadilah aliran udara dari laut ke darat (Kurnia Anzhar, Yariantto SBS, 2000).

Angin darat terjadi ketika pada malam hari energi panas yang diserap permukaan bumi sepanjang hari akan dilepaskan lebih cepat oleh daratan (udara dingin). Sementara itu di lautan energi panas sedang dalam proses dilepaskan ke udara. Gerakan konvektif tersebut menyebabkan udara dingin dari daratan bergerak menggantikan udara yang naik di lautan sehingga terjadi aliran udara dari darat ke laut (Kurnia Anzhar, Yariantto SBS, 2000).



Gambar 2.2 Potensi Energi Angin
 (Sumber gambar : Tri Ayodha Ajiwiguna,2020)

2.2 Turbin Angin

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi dan lain-lain. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan Windmill.

Macam-macam Turbin Angin, kekurangan dan kelebihanannya :

1. Turbin angin poros horizontal

Jenis poros horizontal ini merupakan model umum yang sering dilihat pada turbin angin. Jika dilihat, desainnya mirip seperti kincir angin, memiliki blade dan berputar pada sumbu vertikal. Jenis turbin angin ini memiliki bilah baling-baling seperti di pesawat. Turbin angin jenis ini memiliki shaft rotor dan generator pada puncak tower dan harus diarahkan ke arah angin bertiup (Firman Aryanto, I Made Mara, Made Nuarsa, 2013).



Gambar 2.3 Turbin angin poros horizontal
(Sumber gambar : Scott J. Schreck and Michael C. Robinson)

a. Kekurangan turbin angin horizontal

- Membutuhkan konstruksi tower yang besar untuk mendukung beban *gear box*, *blade* dan juga generator.
- Membutuhkan sistem pengereman untuk mencegah turbin mengalami kerusakan pada turbin ketika ada angin kencang.
- Membutuhkan pengawasan dan kontrol secara berkala untuk mengarahkan *blade* ke arah angin.

b. Kelebihan turbin angin horizontal

- Tower-nya yang tinggi memungkinkan untuk mendapatkan angin dengan kekuatan yang lebih besar untuk mendapatkan energi.
- Efisiensi lebih tinggi. Hal ini dikarenakan *blade* selalu bergerak tegak lurus terhadap angin.

2. Turbin angin poros vertikal

Turbin angin jenis poros vertikal ini memiliki bilah yang memanjang dari atas ke bawah. Turbin angin vertikal biasanya berdiri setinggi 100 meter dengan lebar 50 kaki. Dengan sumbu vertikal, generator dan komponen primer lainnya dapat ditempatkan dengan permukaan tanah, sehingga tentu saja ini dapat mempermudah perawatan lebih mudah. Jika dibandingkan dengan turbin angin poros horizontal, turbin angin ini memiliki kecepatan yang lambat, sehingga energi angin yang tersedia pun lebih rendah (Firman Aryanto, I Made Mara, Made Nuarsa, 2013).



Gambar 2.4 Turbin Angin Poros Vertikal
(Sumber gambar : Dokumen pribadi)

a. Kekurangan turbin angin poros vertikal

- Memiliki penurunan efisiensi. Jika dibandingkan dengan turbin angin poros horizontal, turbin angin poros vertikal memiliki penurunan efisiensi.

Hal ini dikarenakan adanya hambatan tambahan yang mereka miliki sebagai pisau memutar ke angin.

- Memiliki kecepatan angin yang rendah. Yang kedua adalah jenis turbin ini memiliki kecepatan angin yang rendah. Karena turbin angin poros vertikal memiliki rotor dekat dengan tanah.

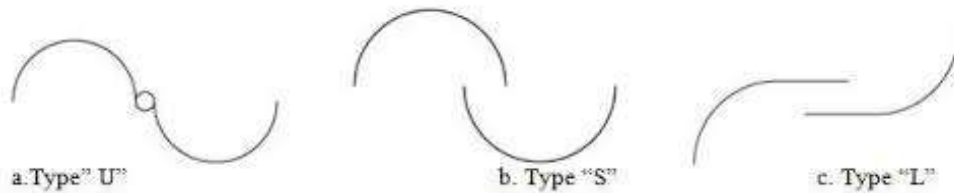
b. Kelebihan turbin angin poros vertikal

- Turbin angin tidak memerlukan perawatan yang ekstra. Sehingga tidak membutuhkan biaya yang lebih banyak untuk merawatnya.
- Turbin angin juga sangat mudah dirawat karena letaknya yang dekat dengan tanah.
- Turbin angin ini memiliki kecepatan stratup angin rendah dibandingkan dengan turbin horizontal.

3. Turbin Savonius

Turbin angin ditemukan pertama kalinya di Finlandia oleh sarjana Finlandia bernama Sigurd J. Savonius pada tahun 1922 dan berbentuk S apabila dilihat dari atas. Turbin jenis ini secara umumnya bergerak lebih perlahan dibandingkan jenis turbin angin sumbu horizontal, tetapi menghasilkan torsi yang besar, konstruksi turbin sangat sederhana, tersusun dari dua buah sudu setengah silinder (Chandra Buana, Muh. Yusuf Yunus, Muh. Rinaldi Pratama dan Muh. Saqib Nurfaizi, 2017).

Pada perkembangannya turbin Savonius ini banyak mengalami perubahan bentuk rotor, tipe turbin angin savonius di bawah ini, terlihat dari bagian atas yaitu :



Gambar 2.5 Tipe Turbin Savonius
(Sumber gambar : Wijianti, E.S,2019)

- a. Savonius tipe U sangat kuat karena terpusat di tengah atau pusat batang, tetapi kurang efisien dibandingkan dengan dua tipe Savonius lainnya.
- b. Savonius tipe S ini juga sangat sederhana dan juga dapat dirancang dengan mudah dan drum. Desain Savonius ini sedikit lebih efisien daripada tipe savonius U karena beberapa aliran udara dibelokkan oleh kedua sudu lalu keluar pada salah satu sisinya.
- c. Savonius tipe L ini adalah desain yang paling efisien dari turbin angin Savonius lainnya. Savonius tipe L ini tidak hanya memiliki keunggulan dari udara yang dibelokkan menjadi dua kali tetapi juga sebagai *vanes* bertindak seperti sebuah *airfoil* ketika berada di tepi membuat efek angkat kecil sehingga meningkatkan efisiensi (Chandra Buana, Muh. Yusuf Yunus, Muh. Rinaldi Pratama dan Muh. Saqib Nurfaizi, 2017).

2.3 Panel Surya

Panel surya adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*.

Efek *Photovoltaic* merupakan fenomena fisika dimana energi cahaya datang, yang mengenai permukaan sel surya akan diubah menjadi energi listrik. Arus listrik dapat timbul, karena energi foton cahaya datang berhasil membebaskan elektron - elektron dalam sambungan semikonduktor tipe n dan tipe p untuk dapat mengalir (M. Rif'an, Sholeh HP, Mahfudz Shidiq, Rudy Yuwono, Hadi Suyono dan Fitriana S, 2012).

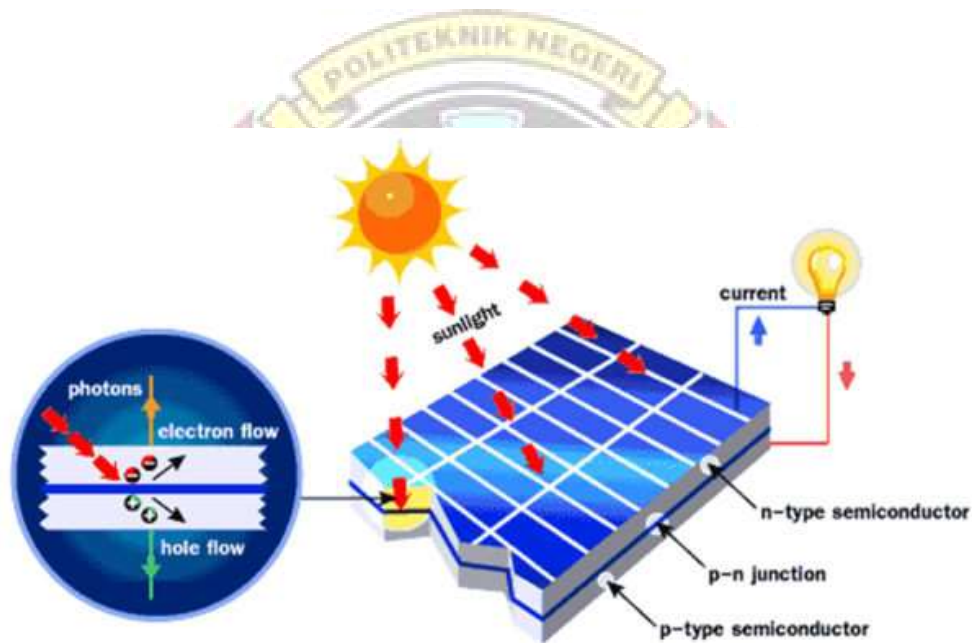


Gambar 2.6 Pengaplikasian Panel Surya Pada Kapal Nelayan
(Sumber gambar: Bagus Ramadhan, 2017)

Panel surya terdiri dari dua lapisan silikon yang tertempel. Kedua tipe silikon ini dinamakan sesuai dengan elektron yang terkandung di dalamnya. N untuk negatif, dan P untuk positif. Keduanya bersifat semikonduktor. Karena

kedua silikon yang dihubungkan ini memiliki dua kutub yang berbeda, maka otomatis ketika dihubungkan keduanya akan menghasilkan medan listrik.

Elektron yang terpapar oleh sinar matahari akan bergerak dan menghasilkan arus listrik. Sinar matahari yang mengenai silikon tipe n akan membuat elektron negatif menjadi berlimpah dan mengalir ke silikon tipe p yang bermuatan positif, hasil pertemuan ini menghasilkan listrik berlebih yang akan digunakan untuk keperluan sehari-hari dan sisanya akan disimpan



Gambar 2.7 Prinsip Kerja Panel Surya

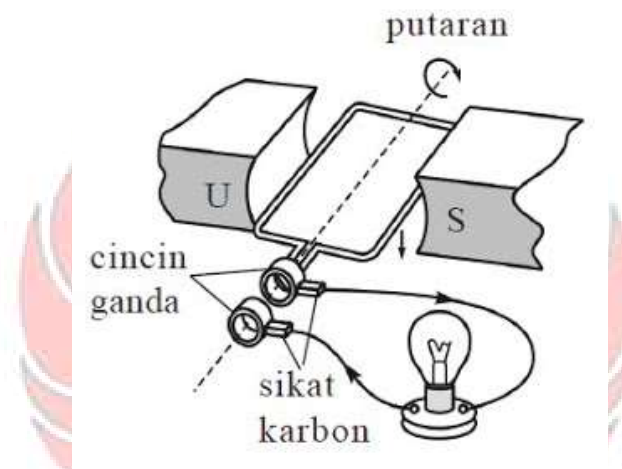
(sumber gambar : <https://www.sanspower.com/panel-surya-prinsip-kerja-dan-kegunaan-yang-bisa-didapatkan.html>)

2.4 Generator

Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik. Tenaga mekanik bisa berasal dari panas, air, uap dan lain-

lain. Energi listrik yang dihasilkan bisa berupa listrik AC (listrik bolak-balik) maupun DC (listrik searah).

Generator berhubungan erat dengan hukum Faraday, bunyi hukum Faraday “ Bahwa apabila sepotong kawat penghantar listrik berada dalam medan magnet berubah-ubah, maka dalam kawat tersebut akan terbentuk Gaya Gerak Listrik”.



Gambar 2.8 Prinsip Kerja Generator
(Sumber gambar : <https://pdfcookie.com/documents/prinsip-kerja-generator-9lgr00r84r2o>)

2.5 Cool box dan Termoelektrik

Cool box adalah alat yang dipergunakan untuk tempat menyimpan bahan makanan seperti, daging, ikan, udang, sayur, buah-buahan, es batu, minuman dingin dan lain-lain. *Cool box* juga dapat dipergunakan sebagai *Vaccine Carrier*, *Blood Carrier* dan kebutuhan lain yang dapat dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lain, agar selalu *fresh* dan suhunya tetap terjaga sampai tempat tujuan.



Gambar 2.9 *Cool Box*
(Sumber gambar: dokumen pribadi)

Cool box terbuat dari bahan plastik / HDPE (*High Density Polyethylene*) kualitas tinggi sebagai lapisan luar dan dalam yang berfungsi tahan terhadap benturan, radiasi sinar UV, dan mengandung bahan anti lumut dengan permukaan yang licin. Bahan HDPE tidak mengandung bahan beracun untuk makanan (*non toxic, food grade*) jadi aman sebagai media penyimpanan bahan makanan.

Selain itu *Cool box* terbuat dari bahan Polyurethane (PU) kualitas super sebagai lapisan dalam yang berfungsi untuk menahan udara dingin agar tidak menguap keluar dari dalam dan menahan udara panas dari luar agar tidak masuk ke dalam dan diproduksi dengan menggunakan sistem *moulding injection* sehingga permukaan *cool box* memiliki ketebalan dinding yang merata dan kuat.

Pendingin termoelektrik (*thermoelectric cooler*) adalah alat pendingin yang menggunakan elemen peltier dalam sistemnya sebagai pompa kalor. Efek peltier timbul apabila dua buah logam yang berbeda disambungkan dan kedua ujung

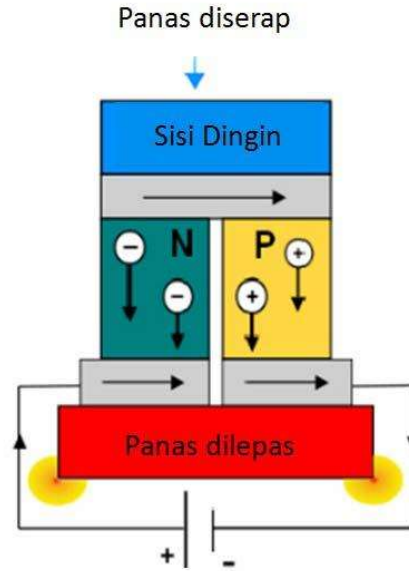
logam tersebut dijaga pada temperatur yang berbeda, selain itu akan ada fenomena lain yang akan terjadi pada dua buah logam yaitu fenomena efek Joule, efek Fourier, efek Peltier dan efek Thomson. Spesifikasi termoelektrik Peltier adalah sebagai berikut.

Model : TEC1-12706, Ukuran: 40 x 40 x 4 mm (penampang 16 cm², tebal 4 mm)
Tegangan operasi 0 s.d. 12 Volt DC, dan Konsumsi Daya Maksimum pada 12 VDC = 72 Watt.



Gambar 2.10 Elemen Peltier
(Sumber gambar : Ahda Priatna,2019)

Prinsip kerja pendingin termoelektrik berdasarkan efek peltier, ketika arus DC dialirkan ke elemen Peltier yang terdiri dari beberapa pasang sel semikonduktor tipe p (semikonduktor yang mempunyai tingkat energi yang lebih rendah) dan tipe n (semikonduktor dengan tingkat energi yang lebih tinggi), akan mengakibatkan salah satu sisi elemen peltier menjadi dingin (kalor diserap) dan sisi lainnya menjadi panas (kalor dilepaskan) (Azridjal Aziz, Joko Subroto, Villager Silpana, 2015).



Gambar 2.11 Arah Elektron Pada Modul Elemen Peltier
 (sumber gambar : <https://123dok.com/document/zl9jnk6z-rancang-bangun-analisis-termoelektrik-peltier-cooler-sistem-pendingin.html>)

Pada gambar 2.10 elektron mengalir dari semikonduktor pada tipe p yang kekurangan energi, menyerap kalor pada bagian yang didinginkan kemudian mengalir ke semikonduktor tipe n. Semikonduktor tipe n yang kelebihan energi membuang energi tersebut ke lingkungan dan mengalir ke semikonduktor tipe p dan seterusnya.

Pendingin termoelektrik memerlukan *heat sink* yang berfungsi untuk menyerap kalor pada sisi dingin elemen Peltier maupun membuang kalor pada sisi panas Peltier. Susunan dasar pendingin termoelektrik setidaknya terdiri dari elemen Peltier dan *heat sink* baik pada sisi dingin elemen Peltier maupun sisi panas, seperti pada gambar 2.10. Bagian yang didinginkan dapat langsung dihubungkan dengan sisi dingin elemen Peltier maupun dihubungkan terlebih dahulu dengan alat penukar kalor sebelum dihubungkan dengan sisi dingin elemen Peltier. Alat penukar kalor tersebut dapat berupa fluida. Kalor yang dihasilkan

pada sisi panas elemen Peltier disalurkan ke lingkungan melalui udara baik secara konveksi paksa maupun alami atau dengan media pendingin air maupun cairan lainnya.

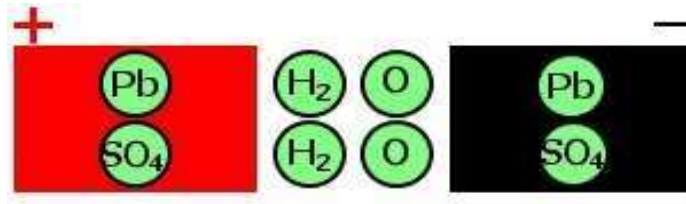
2.6 *Accumulator*

Accumulator atau biasa disebut Aki adalah alat elektro kimia yang di buat untuk menghantarkan energi listrik ke sistem *starter* mesin, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang di keluarkannya bila diperlukan dan mensuplainya ke masing-masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya. Karena di dalam proses *accu* kehilangan energi kimia, maka alternator mensuplainya kembali kedalam *accu* (yang disebut pengisian). *Accu* menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia. Siklus pengisian dan pengeluaran ini terjadi berulang kali dan terus menerus (S Muhammad Nur, 2019).

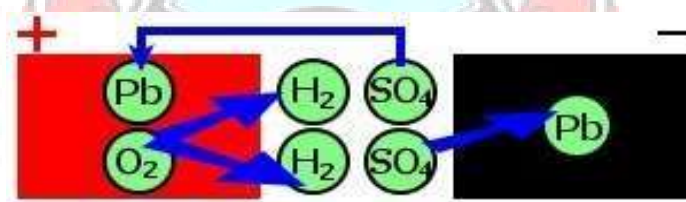
2.6.1 Prinsip kerja *Accumulator*

Baterai adalah suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian/*cas/charge* energi listrik diubah menjadi kimia dan saat pengeluaran/*discharge* energi kimia diubah menjadi energi listrik. Baterai (dalam hal ini adalah baterai kapal), terdiri dari sel-sel dimana tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 V, artinya *accu* pada permesinan yang memiliki tegangan 12 V terdiri dari 6 sel yang dipasang secara seri ($12\text{ V} = 6 \times 2\text{ V}$) sedangkan *accu* yang memiliki tegangan 6 V memiliki 3 sel yang dipasang secara seri ($6\text{ V} = 3 \times 2\text{ V}$).

Antara satu sel dengan sel lainnya dipisahkan oleh dinding penyekat yang terdapat dalam bak baterai, artinya tiap ruang pada sel tidak berhubungan karena itu cairan *elektrolit* pada tiap sel juga tidak berhubungan (dinding pemisah antar sel tidak boleh ada yang bocor/merembes).



Gambar 2.12 Ilustrasi Baterai Terisi Penuh
(Sumber gambar : <http://repository.stimart-amni.ac.id/1706/2/BAB%20II.pdf>)



Gambar 2.13 Ilustrasi Baterai Saat Mengeluarkan Arus
(Sumber gambar : <http://repository.stimart-amni.ac.id/1706/2/BAB%20II.pdf>)

2.7 Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan tegangan dari panel surya. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan.



Gambar 2.14 *Solar charge controller*
(Sumber gambar :<https://sandiinverter.com/scc18650.html>)

Baterai umumnya *discharge* pada tegangan 13,8 – 14,7 Volt.

Beberapa fungsi detail dari *solar charge controller* adalah sebagai berikut :

- a. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging* dan *overvoltage*.
- b. Mengatur arus yang dibebaskan atau diambil dari baterai agar baterai tidak *full discharge* dan *overloading*.
- c. Monitoring temperatur baterai

2.8 *Cut Out Mobil*

Cut out mobil adalah merupakan external voltage regulator pengisian mobil untuk mengatur tegangan keluaran yang dihasilkan alternator pada sistem *charging* mobil atau pengisian aki mobil dan sering di temui untuk mobil-mobil lama.

Pada kasus ini, *cut out* mobil digunakan sebagai control tegangan keluaran generator agar dapat membatasi tegangan yang masuk ke accumulator.



Gambar 2. 15 *Cut Out* Mobil
(Sumber gambar : dokumen pribadi)



BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Lokasi pembuatan alat pendingin dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Waktu pembuatan dan pengerjaan rancang bangun ini dilaksanakan selama 4 bulan mulai pada bulan Maret 2021 sampai dengan bulan Juni 2021

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan alat sebagai berikut :

Tabel 1 Alat yang Akan digunakan Dalam Perancangan

NO	Nama Alat	Jumlah	Satuan
1.	Mesin Las	1	Buah
2.	Gurinda	1	Buah
3.	Obeng (+) dan (-)	1	Buah
4.	Meteran	1	Buah
5.	Hand Riveter/Tang Rivet	1	Buah
6.	Thermometer	1	Buah
7.	Anemometer	1	Buah
8.	Kunci Baut	3	Buah
9.	Tang kombinasi	1	Buah
10.	Isolasi hitam	1	Buah
11.	Spidol Permanen	1	Buah
12.	Bor Listrik	1	Buah

Tabel 2 Bahan-bahan yang digunakan Dalam Perancangan

No	Bahan	Jumlah	Satuan
1.	Besi Hollow	4	Meter
2.	Besi Siku	3	Meter
3.	Plat Alumunium	1	Lembar
4.	Poros Besi	1	Meter
5.	Panel Surya	2	Buah
6.	Generator	1	Buah
7.	<i>Accumulator</i>	1	Buah
8.	Kabel	5	Meter
9.	Cat	2	Buah
10.	<i>Box</i>	1	Buah
11.	<i>Bearing</i>	4	Buah

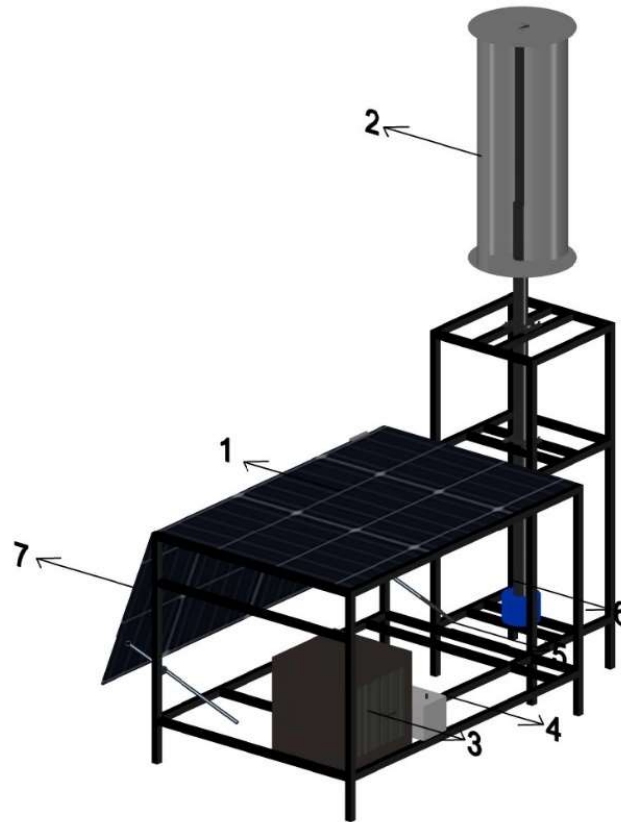
3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Tahap perencanaan dilakukan studi literatur mengenai sistem yang dibuat dengan tujuan mengumpulkan informasi agar memudahkan dalam pengerjaan rancang bangun.

3.3.2 Tahap Perancangan

Tahap perancangan merupakan proses mendesain alat dengan kata lain membuat pola rancangan alat yang merupakan langkah awal sebelum digunakan. Alat yang dibuat oleh penulis termotivasi dari tidak maksimalnya pengawetan ikan dengan menggunakan es. Alat pendingin ikan atau dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Rancangan Alat Pendingin Ikan

Keterangan :

- 1 & 7 : Panel Surya
- 2 : Turbin Angin Savonius
- 3 : *Cool box*
- 4 : *Accumulator*
- 5 : Generator

3.3.3 Tahap Perakitan

Perakitan adalah suatu proses penyusunan dalam satu bentuk yang saling mendukung sehingga bentuk mekanisme kerja yang diinginkan bisa terealisasi.

3.3.3.1 Turbin Angin Savonius

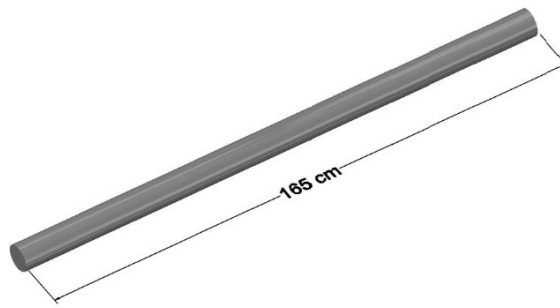
1. Langkah Pengerjaan

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan seperti plat Aluminium 1 mm, pemotong plat, serta alat ukur
- b. Memotong plat sesuai jumlah dan ukuran yang telah ditentukan

2. Pengerjaan Komponen Utama

a. Poros

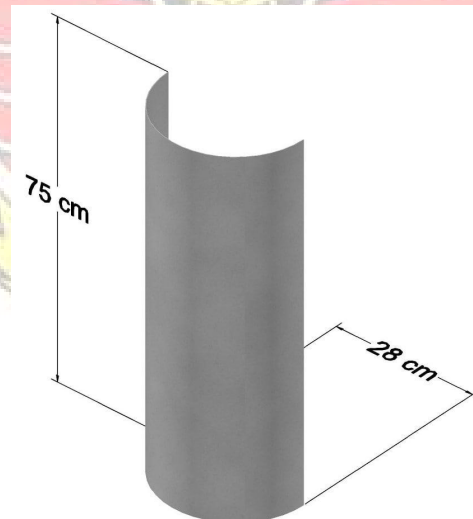
1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan
2. Potong pipa *stainless* sesuai ukuran yang telah disiapkan yang berfungsi sebagai poros turbin
3. Mengebor dudukan turbin untuk dudukan turbin savonius
4. Kemudian haluskan besi dengan menggunakan gurinda penghalus



Gambar 3.2 Poros Turbin

b. Sudu

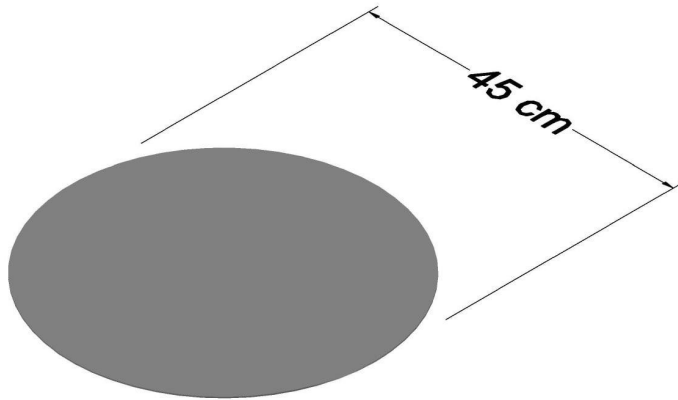
1. Siapkan aluminium dan gurinda
2. Aluminium yang sudah dipotong persegi, kemudian dibengkokkan menjadi setengah lingkaran



Gambar 3.3 Sudu Savonius

c. Dudukan Sudu

1. Siapkan aluminium dan gurinda
2. Aluminium yang sudah dipotong persegi, kemudian dibentuk menjadi lingkaran



Gambar 3.4 Dudukan Sudu Savonius

d. Bantalan

Bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros turbin savonius agar dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan.

3.3.3.2 Rangka Alat

1. Langkah Pengerjaan

- a. Mempersiapkan alat dan bahan terlebih dahulu seperti besi hollow, besi siku, gurinda dan alat ukur.
- b. Pembuatan Rangka Alat yang meliputi kegiatan pemotongan besi siku, besi hollow sesuai ukuran yang diinginkan, berfungsi

sebagaiudukan Solar Cell danudukan alat lainnya yang terdiri dari *cool box*, accu dan generator.

- c. Kemudian haluskan besi dengan menggunakan kertas amplas/kikir
- d. Melakukan pengecatan pada rangka alat.

3.4 Pengujian Alat

Setelah rancang bangun selesai maka akan dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dilakukan di Pelabuhan Perikanan Untia, Jl. Salodong, Kelurahan Untia, Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

Langkah – langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

Pengujian dengan menggunakan Panel Sel Surya pada siang hari :

1. Menyiapkan alat ukur yang akan digunakan (Voltmeter, Amperemeter, Pyranometer dan Thermometer)
2. Mengkalibrasi semua alat ukur
3. Melakukan pengujian pada pukul 09.20 WITA s/d 15.20 WITA
4. Melakukan pengambilan data setiap 20 menit. Data yang akan diambil

adalah :

- a. Intensitas radiasi matahari, G (Watt/m^2)
- b. Tegangan keluaran panel surya, V (Volt)
- c. Arus Keluaran panel surya, I (Ampere)
- d. Temperatur *Cool box*, T ($^{\circ}\text{C}$)

Pengujian dengan menggunakan Turbin Angin pada sore hari :

1. Menyiapkan alat ukur yang akan digunakan (Voltmeter, Amperemeter, Anemometer dan Thermometer)
2. Mengkalibrasi semua alat ukur
3. Melakukan pengujian pada pukul 16.00 WITA s/d 18.00 WITA
4. Melakukan pengambilan data setiap 10 menit. Data yang akan diambil adalah :
 - a. Kecepatan angin (m/s)
 - b. Tegangan keluaran generator, V (Volt)
 - c. Arus Keluaran panel generator, I (Ampere)
 - d. Temperatur *Cool box*, T ($^{\circ}C$)

Pengujian dengan menggunakan Panel Sel Surya dan Turbin Angin (Hybrid) pada siang hari :

1. Menyiapkan alat ukur yang akan digunakan (Voltmeter, Amperemeter, Piranometer, Anemometer dan Thermometer)
2. Mengkalibrasi semua alat ukur
3. Melakukan pengujian pada pukul 09.20 WITA s/d 15.20 WITA
4. Melakukan pengambilan data setiap 20 menit. Data yang akan diambil adalah :
 - a. Intensitas radiasi matahari, G ($Watt/m^2$)
 - b. Kecepatan Angin , (m/s)
 - c. Tegangan keluaran panel surya dan generator, V (Volt)
 - d. Arus Keluaran panel surya dan generator, I (Ampere)
 - e. Temperatur *Cool box*, T ($^{\circ}C$)

3.5 Persamaan yang digunakan

a. Energi Angin

Udara yang memiliki massa m dan kecepatan v akan menghasilkan energi kinetik sebesar

$$E = \frac{1}{2} m v^2 \dots\dots\dots (3.1)$$

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

$$V = vA \dots\dots\dots (3.2)$$

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

$$m = \rho V = \rho vA \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :

P_w = daya angin (watt)

ρ = densitas udara ($1,225 \text{ kg/m}^3$)

A = luas penampang turbin (m^2)

v = kecepatan udara (m/s)

Besar daya di atas adalah daya yang dimiliki angin sebelum dikonversi atau sebelum melewati turbin angin. Dari daya tersebut tidak semuanya dapat dikonversi menjadi energi mekanik oleh turbin.(Ajao dan Adeniyi, 2009)

b. Energi Matahari

Persamaan yang akan digunakan dalam perhitungan panel surya ini

adalah :

1. Daya Input

$$P_{in} = I_r \times A \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana:

P_{in} = daya input panel surya (Watt)

I_r = intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

A = luasan panel surya (m²)

2. Daya Output

$$P_{out} = V \times I \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana:

P_{out} = daya output panel surya (Watt)

V = tegangan (Volt)

I = arus (Ampere)

3. Efisiensi

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

η = efisiensi (%)

P_{in} = daya input sel surya (Watt)

P_{out} = daya output sel surya (Watt)

4. Daya Pendingin Ikan

$$P : \left(\frac{m}{180 \times 60} \right) \times C_p \times F_c \times \Delta_t$$

Dimana :

m = Massa

C_p = kalor jenis ikan = 0,84 kKal

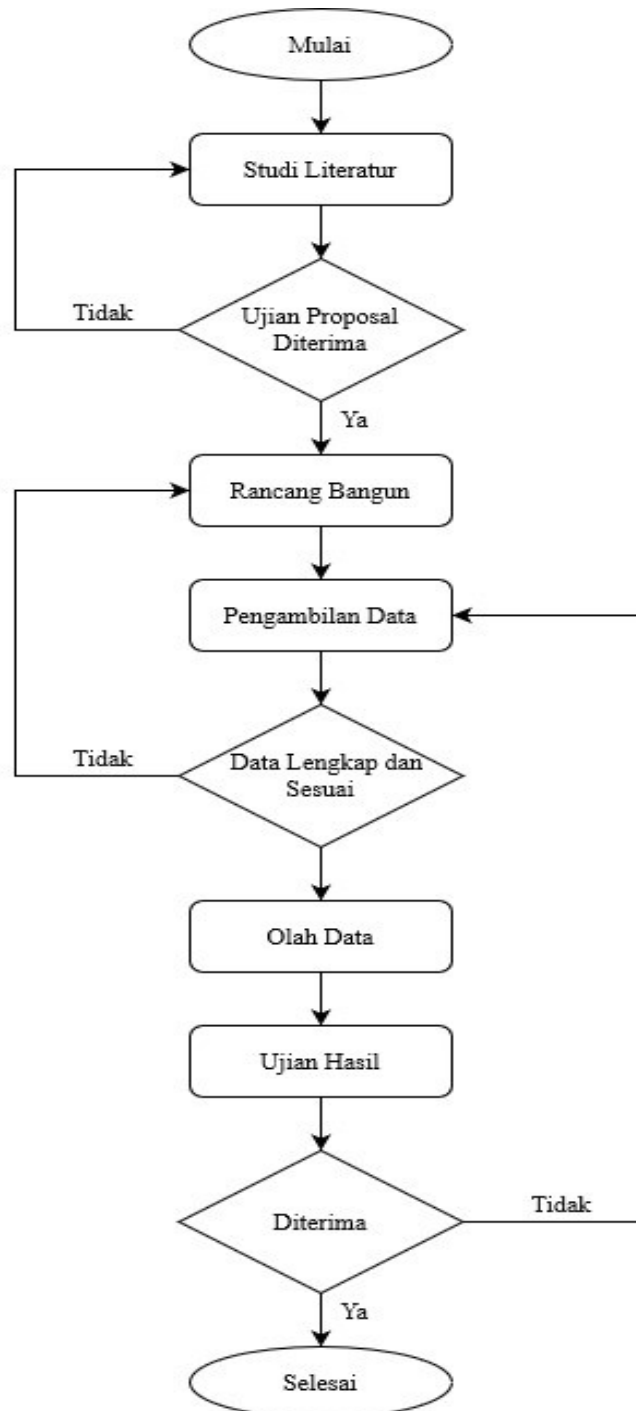
F_c = Faktor koreksi

Δ_t = Perubahan temperature

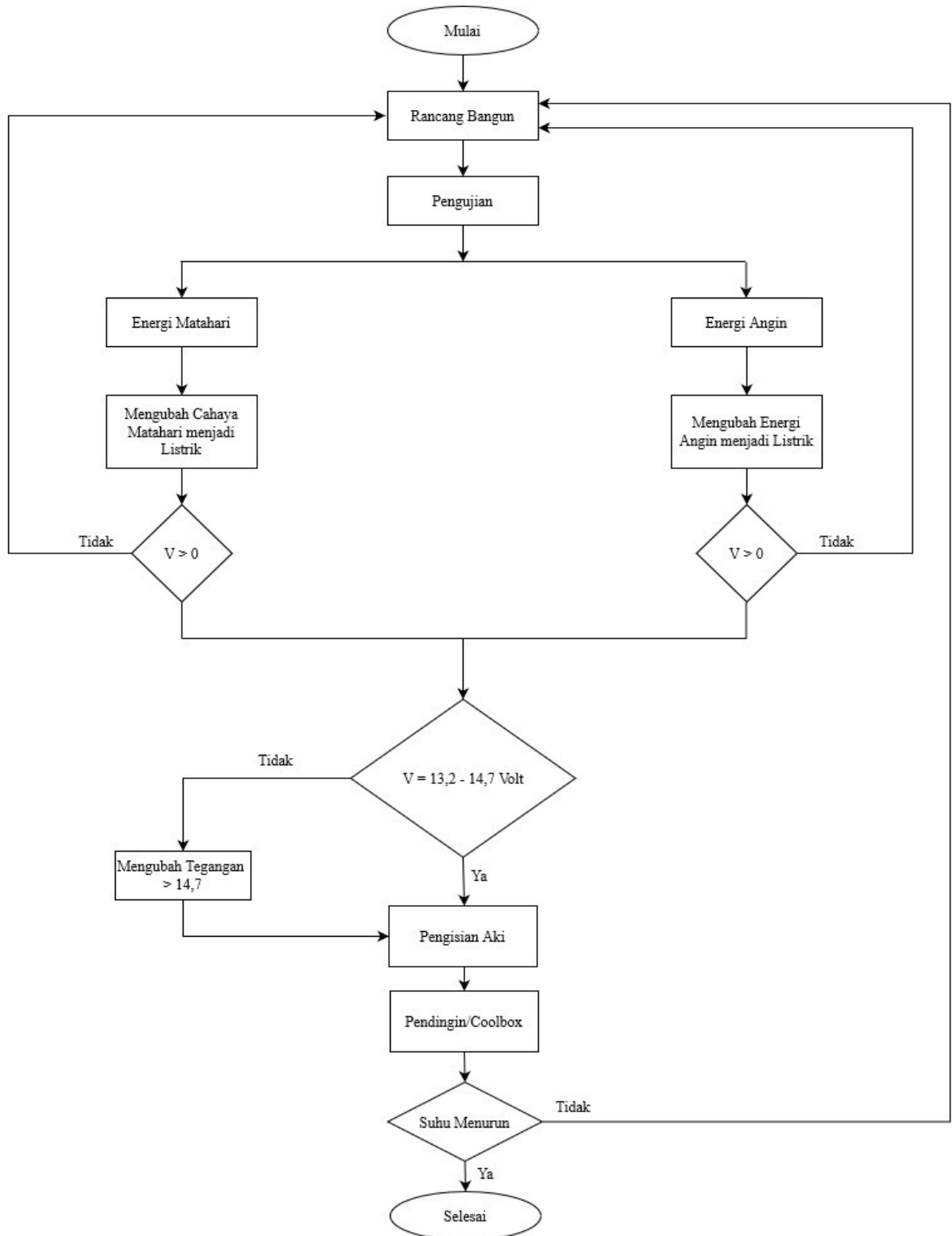


3.6 Diagram Alir Rancang Bangun Prototype Pemanfaatan Sistem Hybrid Energi Matahari dan Energi Angin untuk digunakan pada pendingin ikan di kapal nelayan

a. Perancangan



b. Sistem Kerja



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancang Bangun



Gambar 4.1 Hasil Rancang Bangun Alat Pendingin ikan untuk digunakan di kapal nelayan



Gambar 4.2 Hasil Rancang Bangun Alat Pendingin ikan untuk digunakan di kapal nelayan



Gambar 4.3 Hasil Rancang Bangun Alat Pendingin ikan untuk digunakan di kapal nelayan



Gambar 4.4 Hasil Rancang Bangun Turbin Angin dengan model yang dilipat

4.1.1 Analisis Data

Perhitungan diambil data ke-10 dari tabel 3 sampai 5 pada lampiran A

Penyelesaian :

A. Energi Matahari

1). Daya Input

a). Daya input panel 1

$$\begin{aligned} P_{in} &= I_r \times A \\ &= 830 \text{ Watt/m}^2 \times 0,8946 \text{ m}^2 = 742,52 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b). Daya Input panel 2

$$\begin{aligned} P_{in} &= I_r \times A \\ &= 908 \text{ Watt/m}^2 \times 0,8946 \text{ m}^2 = 812,30 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2). Daya Output

a). Daya Output Panel 1

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \\ &= 16 \text{ V} \times 3,5 \text{ A} = 56 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b). Daya Output Panel 2

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \\ &= 15 \text{ V} \times 4,9 \text{ A} = 73,50 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3). Daya Output Aki

$$P_{out} = V \times I$$
$$= 13 \text{ V} \times 2,8 \text{ A} = 36,40 \text{ Watt}$$

4). Selisih daya panel dan aki

$$= (P_{out P1} + P_{out P2}) - P_{out aki}$$
$$= (56 \text{ Watt} + 73,50 \text{ Watt}) - 36,40 \text{ Watt} = 93,10 \text{ Watt}$$

5). Daya pendingin ikan

$$P = \left(\frac{m}{180 \times 60} \right) \times C_p \times F_c \times \Delta_t$$
$$= \left(\frac{0,9 \text{ kg}}{10800 \text{ s}} \right) \times 0,84 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 4,184 \times 16,4^\circ\text{C} = 4,80 \text{ Watt}$$

6). Selisih temperature

$$T = T_{awal} - T_{akhir}$$
$$= 37,7^\circ\text{C} - 17,3^\circ\text{C} = 16,4^\circ\text{C}$$

7). Efisiensi

a). Efisiensi Panel 1

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$
$$= \frac{56}{742,52} \times 100 \% = 7,54 \%$$

b). Efisiensi Panel 2

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$
$$= \frac{73,50}{812,30} \times 100 \% = 9,05 \%$$

c). Efisiensi *Cool box*

$$\eta = \frac{P_{pendingin}}{P_{out aki}} \times 100 \%$$
$$= \frac{4,80}{36,40} \times 100 \% = 13,20 \%$$

d). Efisiensi Sistem

$$\eta = \frac{P_{pendingin}}{P_{inP1} + P_{inP2}} \times 100 \%$$
$$= \frac{4,80}{742,52 + 812,30} \times 100 \% = 0,31 \%$$

B. Energi Angin

1). Laju massa

$$Q = v \times A \times \rho$$

$$= 3 \text{ m/s} \times 1,225 \text{ m}^2 \times 0,3375 \text{ kg/m}^3 = 1,24 \text{ kg/s}$$

2). Daya turbin

$$P_{turbin} = \frac{1}{2} \times Q \times v^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1,24 \text{ kg/s} \times 3^2 \text{ m/s} = 5,58 \text{ Watt}$$

3). Daya Output Aki

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \\ &= 12 \text{ V} \times 2,5 \text{ A} \\ &= 30 \text{ watt} \end{aligned}$$

4). Daya pendingin ikan

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{m}{90 \times 60} \right) \times C_p \times F_c \times \Delta_t \\ &= \left(\frac{0,9 \text{ kg}}{5400 \text{ s}} \right) \times 0,84 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 4,184 \times 8,1^\circ\text{C} = 4,74 \text{ Watt} \end{aligned}$$

5). Selisih temperature

$$\begin{aligned} T &= T_{awal} - T_{akhir} \\ &= 23,2^\circ\text{C} - 15,1^\circ\text{C} = 8,1^\circ\text{C} \end{aligned}$$

6). Efisiensi *cool box*

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{pendingin}}{P_{out aki}} \times 100 \% \\ &= \frac{4,74}{30} \times 100 \% = 15,82 \% \end{aligned}$$

C. Energi Matahari dan Energi Angin

1). Daya Input

a). Daya input panel 1

$$\begin{aligned} P_{in} &= I_r \times A \\ &= 800 \text{ Watt/m}^2 \times 0,8946 \text{ m}^2 = 715,68 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b). Daya Input panel 2

$$\begin{aligned} P_{in} &= I_r \times A \\ &= 900 \text{ Watt/m}^2 \times 0,8946 \text{ m}^2 = 805,14 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2). Daya Output

a). Daya Output Panel 1

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \\ &= 18 \text{ V} \times 1 \text{ A} = 18 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b). Daya Output Panel 2

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \\ &= 16 \text{ V} \times 3,5 \text{ A} = 56 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3). Laju massa

$$\begin{aligned} Q &= v \times A \times \rho \\ &= 2,7 \text{ m/s} \times 1,225 \text{ m}^2 \times 0,3375 \text{ kg/m}^3 = 1,12 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

4). Daya turbin

$$\begin{aligned} P_{turbin} &= \frac{1}{2} \times Q \times v^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 1,12 \text{ kg/s} \times 2,7^2 \text{ m/s} = 4,07 \text{ Watt} \end{aligned}$$

5). Daya Output Aki

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \\ &= 14 \text{ V} \times 3 \text{ A} = 42 \text{ Watt} \end{aligned}$$

6). Selisih daya panel dan aki

$$\begin{aligned} &= (P_{out P1} + P_{out P2}) - P_{out aki} \\ &= (18 \text{ Watt} + 56 \text{ Watt}) - 42 \text{ Watt} = 32 \text{ Watt} \end{aligned}$$

7). Daya pendingin ikan

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{m}{180 \times 60} \right) \times C_p \times F_c \times \Delta_t \\ &= \left(\frac{0,9 \text{ kg}}{10800 \text{ s}} \right) \times 0,84 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 4,184 \times 11,5 \text{ }^\circ\text{C} = 3,37 \text{ Watt} \end{aligned}$$

8). Selisih temperature

$$\begin{aligned} T &= T_{awal} - T_{akh} \\ &= 27,5 \text{ }^\circ\text{C} - 15 \text{ }^\circ\text{C} = 11,5 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

7). Efisiensi

a). Efisiensi Panel 1

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \\ &= \frac{18}{715,68} \times 100 \% = 2,52 \% \end{aligned}$$

b). Efisiensi Panel 2

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$
$$= \frac{56}{805,14} \times 100 \% = 6,96 \%$$

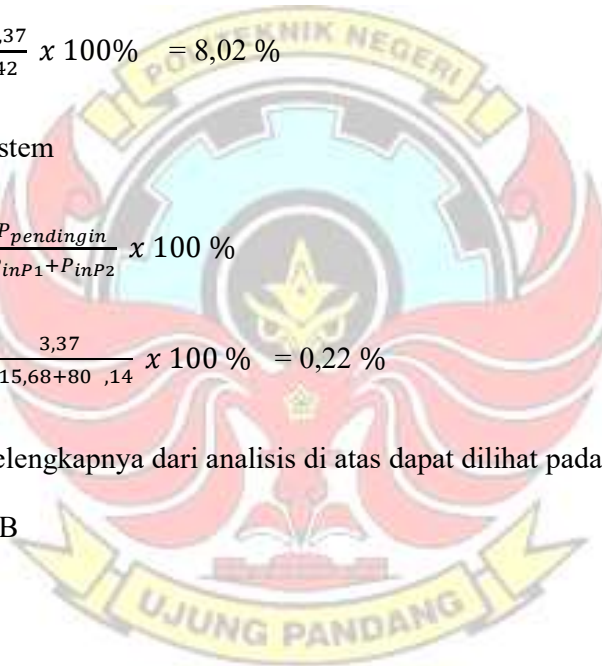
c). Efisiensi *Cool box*

$$\eta = \frac{P_{pendingin}}{P_{out aki}} \times 100 \%$$
$$= \frac{3,37}{42} \times 100\% = 8,02 \%$$

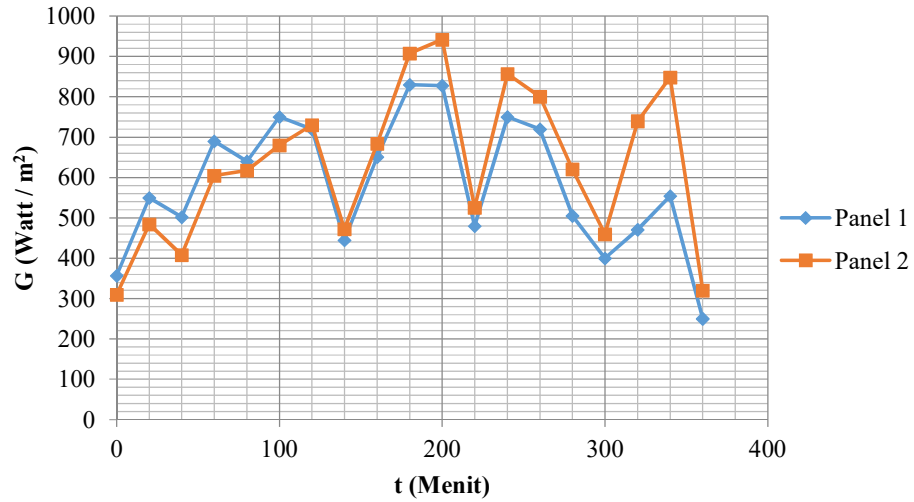
d). Efisiensi Sistem

$$\eta = \frac{P_{pendingin}}{P_{inP1} + P_{inP2}} \times 100 \%$$
$$= \frac{3,37}{715,68 + 80,14} \times 100 \% = 0,22 \%$$

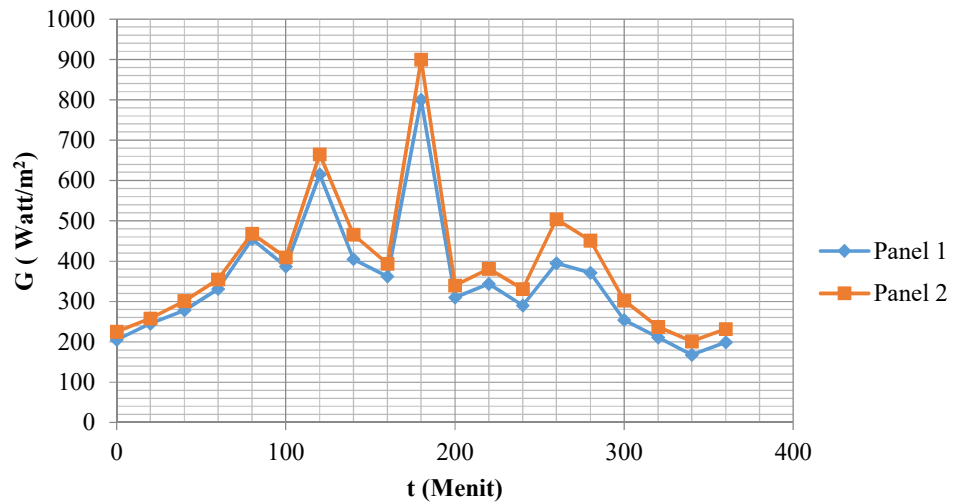
Hasil selengkapnya dari analisis di atas dapat dilihat pada tabel 6 sampai 8 pada lampiran B



4.1.2 Intensitas radiasi



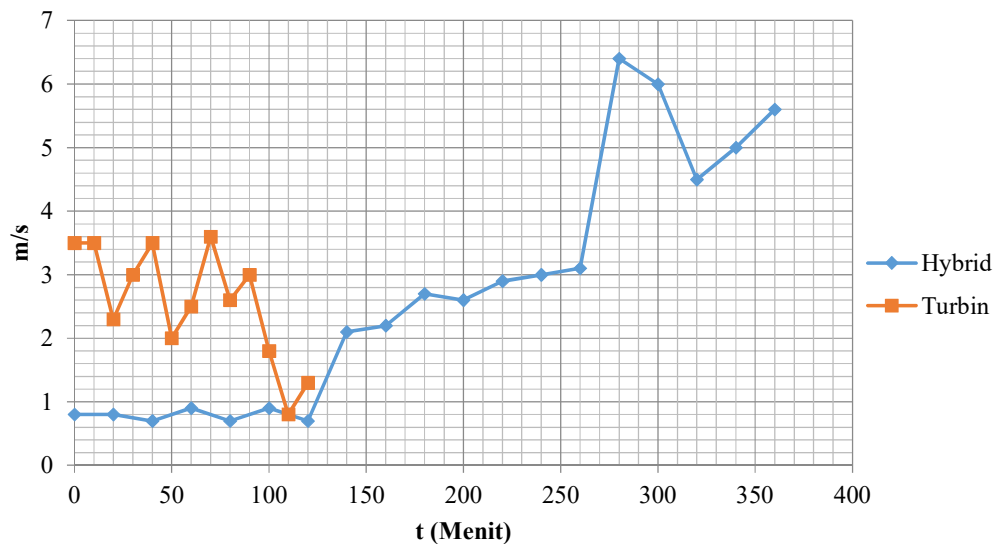
Gambar 4.5 Grafik intensitas radiasi terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel



Gambar 4.6 Grafik intensitas radiasi terhadap waktu pada pengamatan sistem hybrid menggunakan panel

Gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan hubungan intensitas radiasi terhadap waktu, trend grafik diatas cenderung naik seiring waktu sebab posisi matahari berubah ubah hingga dititik penyinaran maksimal dimana posisi matahari berada tepat diatas daerah khatulistiwa, sehingga mempengaruhi baik lama penyinaran serta intensitas radiasi matahari, adapun titik rendah yang ditunjukkan oleh grafik disebabkan pada saat pengamatan terkendala cuaca mendung. Untuk nilai radiasi matahari tertinggi pada pengamatan panel adalah 942 Watt/m^2 pada pukul 12.40 dan nilai terendah 250 Watt/m^2 pada pukul 15.20, nilai radiasi matahari tertinggi pada pengamatan sistem hybrid adalah 900 Watt/m^2 pada pukul 12.20 dan nilai terendah 168 Watt/m^2 pada pukul 15.00

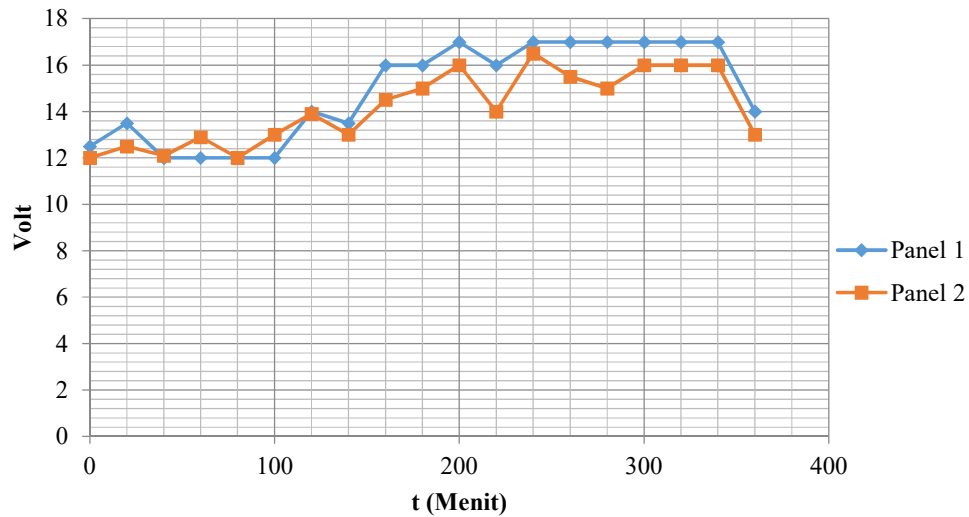
4.1.3 Kecepatan angin



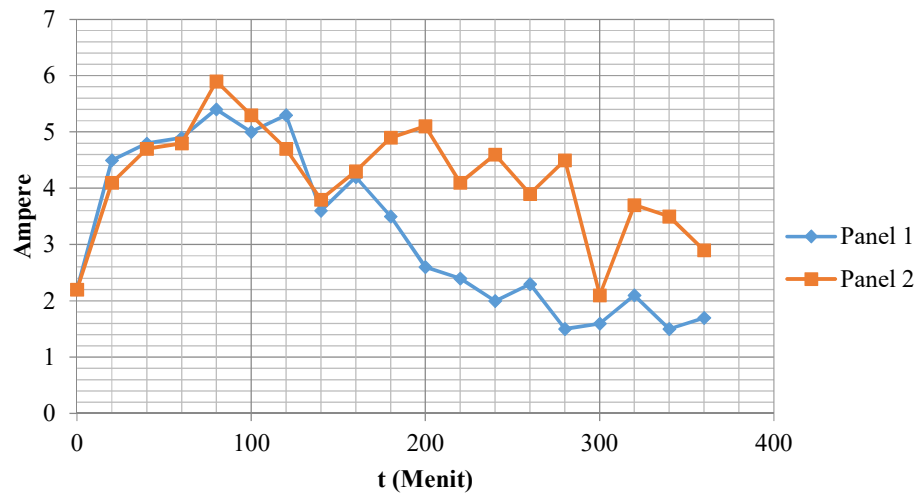
Gambar 4.7 Grafik kecepatan angin terhadap waktu pada pengamatan menggunakan turbin dan sistem hybrid

Gambar 4.7 menunjukkan grafik kecepatan angin pada trend grafik nilainya cenderung berubah ubah sebab energi angin kecepatannya tidak konstan dan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, faktor ketinggian tempat dll, pengamatan dilakukan pada siang hari maka angin yang berhembus ialah angin laut. Nilai kecepatan angin tertinggi pada pengamatan turbin adalah 3,6 m/s pada pukul 17.10 dan nilai terendah 0,8 m/s pada pukul 17.50 , untuk pengamatan pada sistem hybrid nilai tertinggi 6,4 m/s pada pukul 14.00 dan nilai terendah 0,7 m/s pada pukul 10.00.

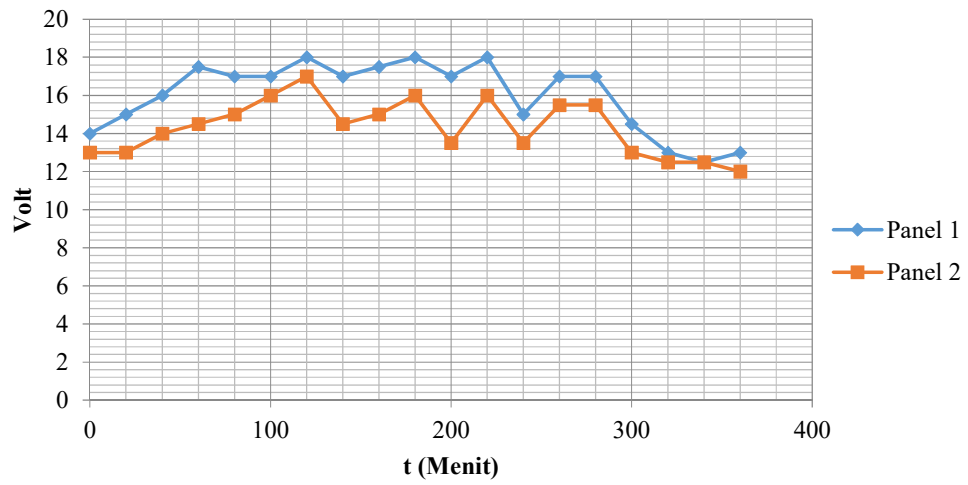
4.1.4 Tegangan dan arus panel



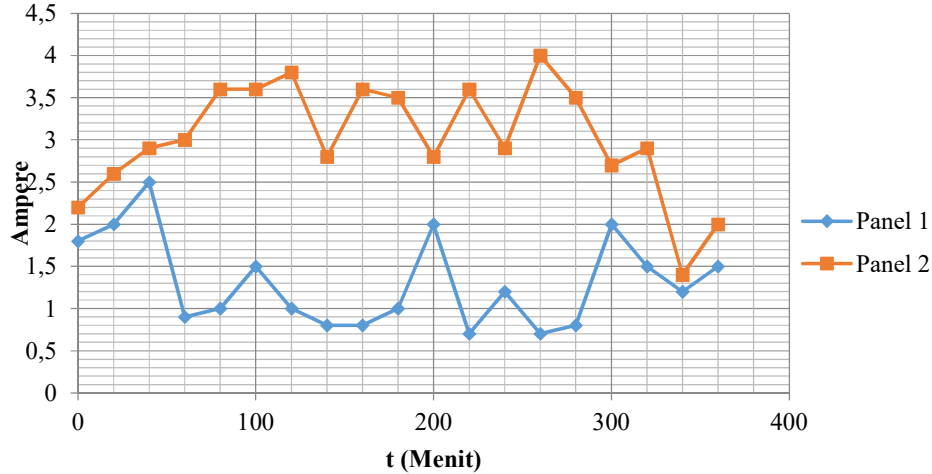
Gambar 4.8 Grafik tegangan terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel



Gambar 4.9 Grafik arus terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel



Gambar 4.10 Grafik tegangan terhadap waktu pada pengamatan sistem hybrid menggunakan panel

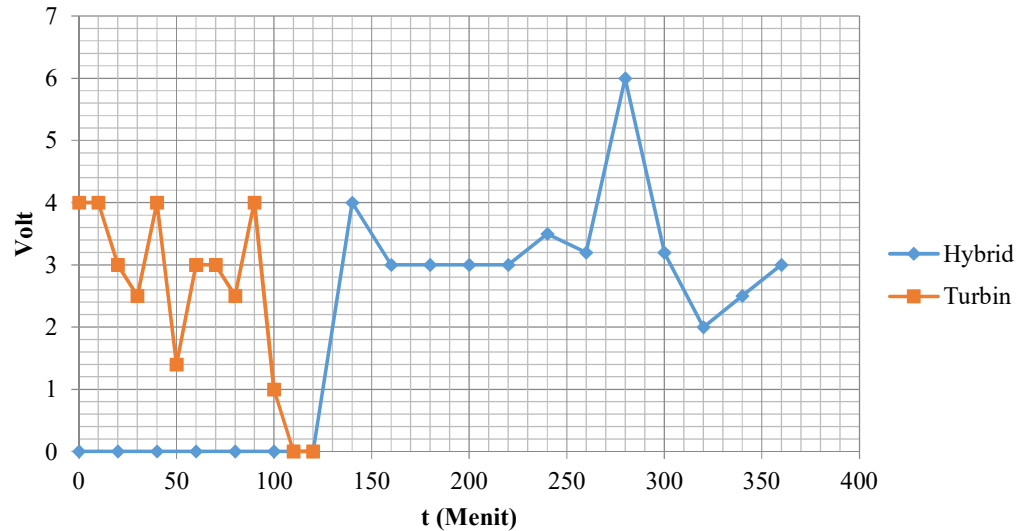


Gambar 4.11 Grafik arus terhadap waktu pada pengamatan sistem hybrid menggunakan panel

Gambar 4.8 sampai 4.11 menunjukkan grafik tegangan dan arus panel Pembangkit Listrik Tenaga Surya bekerja berdasarkan intensitas cahaya matahari yang diterima sel surya untuk menghasilkan tegangan dan arus listrik, Tegangan panel surya yang dihasilkan berbeda – beda, tergantung pada intensitas radiasi matahari yang dihasilkan dan menyinari panel surya tersebut. Untuk nilai tertinggi pada pengamatan panel ialah 17 volt pada pukul 12.40 dan nilai terendah 12 volt pada pukul 10.00, arus tertinggi 5,1 ampere dan arus terendah 1,7 ampere, Untuk nilai tertinggi pada pengamatan sistem hybrid ialah 18 volt pada pukul 12.20 dan nilai terendah 12,5 volt pada pukul 15.00, arus tertinggi 3,8 ampere dan arus terendah 0,7 ampere, Intensitas radiasi matahari ini sangat mempengaruhi tegangan panel surya, tegangan baterai dan arus baterai yang dihasilkan, dikarenakan semakin tinggi intensitas radiasi matahari yang dihasilkan maka semakin

tinggi pula tegangan panel surya, tegangan baterai dan arus pengisian baterai yang dihasilkan.

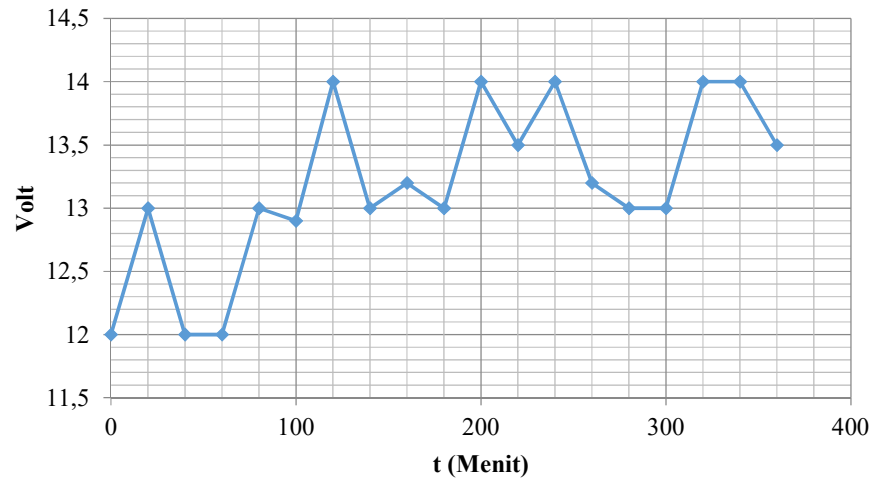
4.1.5 Tegangan turbin angin



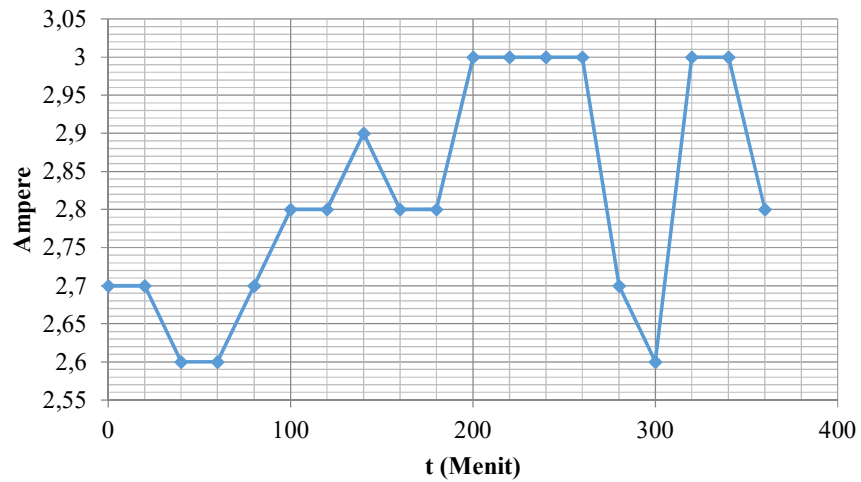
Gambar 4.12 Grafik tegangan terhadap waktu pada pengamatan menggunakan turbin angin dan sistem hybrid

Gambar 4.12 menunjukkan grafik tegangan turbin angin Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin dimana bekerja berdasarkan kecepatan angin yang diterima untuk menghasilkan tegangan. Untuk nilai tegangan tertinggi pada pengamatan turbin angin ialah 4 volt dengan kecepatan angin 3,5 m/s dan nilai tegangan terendah 1 volt dengan kecepatan angin 1,8 m/s. Sedangkan pada pengamatan hybrid turbin angin nilai tegangan tertinggi ialah 6 volt dengan kecepatan angin 6,4 m/s dan nilai tegangan terendah 2 volt dengan kecepatan angin 4,5 m/s.

4.1.6 Tegangan dan arus keluar aki

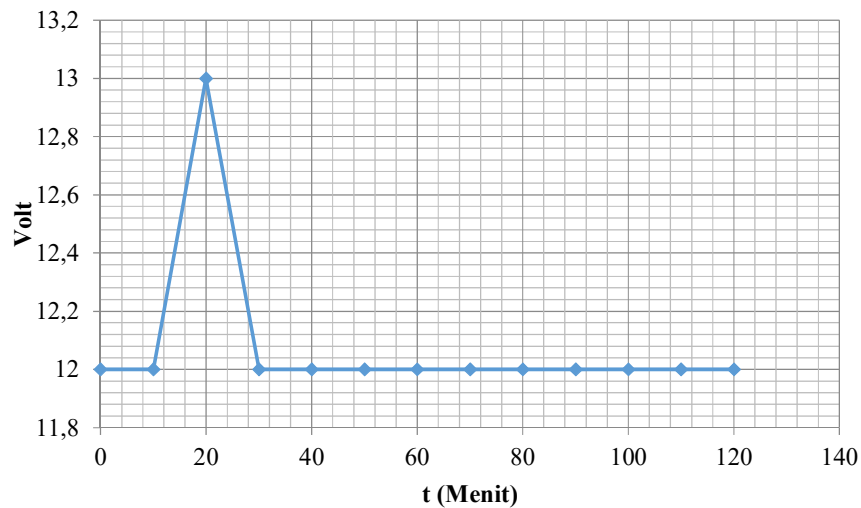


Gambar 4.13 Grafik tegangan terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel



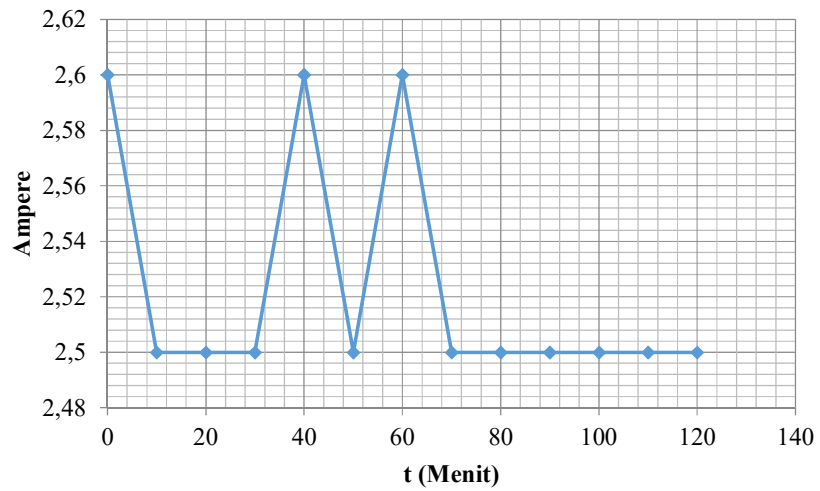
Gambar 4.14 Grafik arus terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel

Gambar 4.13 dan 4.14 menunjukkan grafik tegangan dan arus keluaran aki yang cenderung berubah-ubah sebab daya yang dibutuhkan termoelektrik tidak konstan, untuk nilai tertinggi tegangan keluaran aki ialah 14 volt dengan arus tertinggi ialah 3 ampere, dan untuk nilai terendah tegangan keluaran aki ialah 12 volt dengan arus terendah 2,6 ampere.

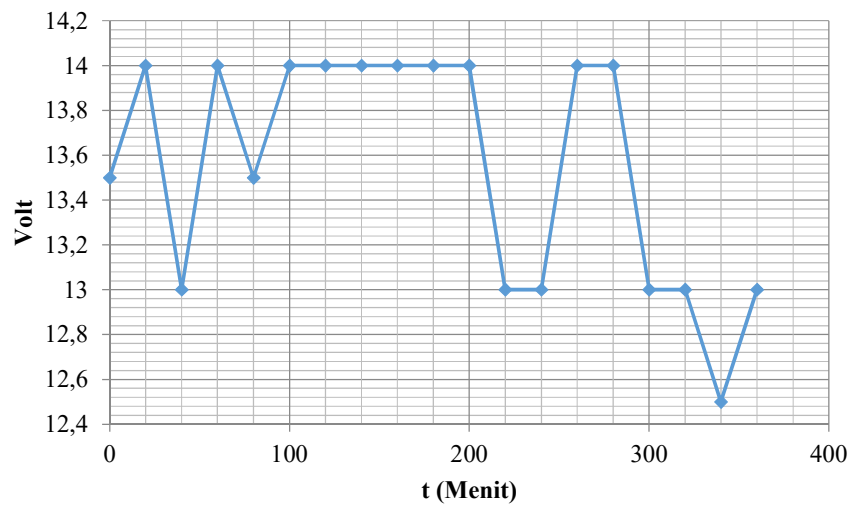


Gambar 4.15 Grafik tegangan terhadap waktu pada pengamatan menggunakan turbin

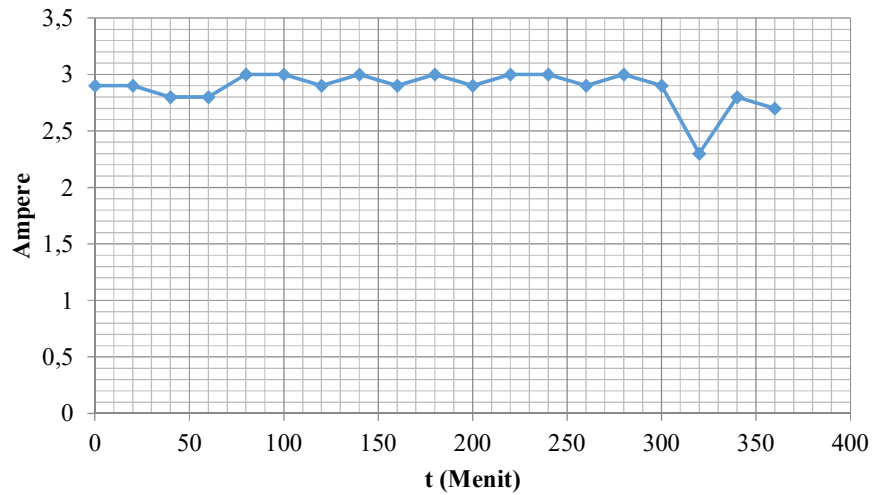
Gambar 4.15 dan 4.16 menunjukkan grafik tegangan dan arus keluaran aki yang cenderung konstan, untuk nilai tertinggi tegangan keluaran aki ialah 13 volt dengan arus tertinggi ialah 2,6 ampere, dan untuk nilai terendah tegangan keluaran aki ialah 12 volt dengan arus terendah 2,5 ampere.



Gambar 4.16 Grafik arus terhadap waktu pada pengamatan menggunakan turbin



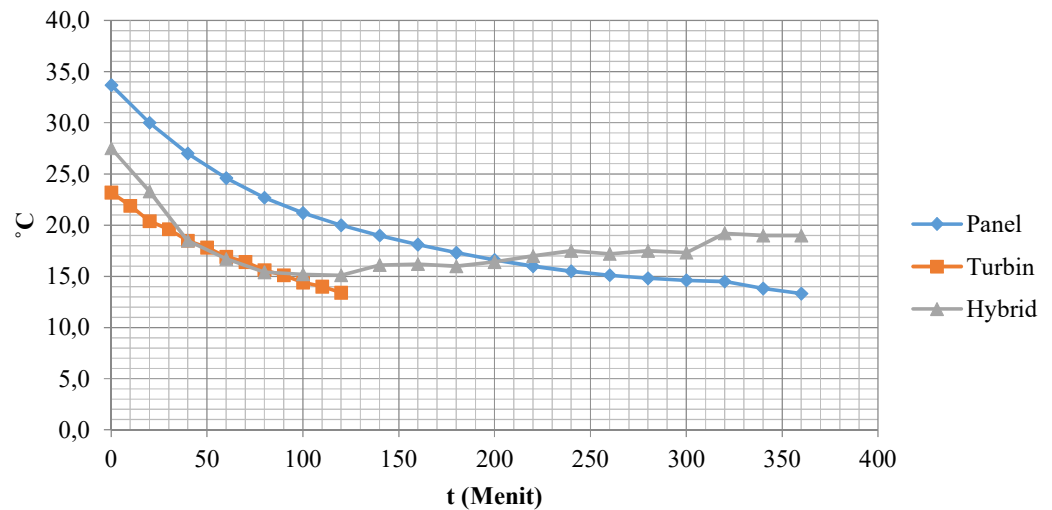
Gambar 4.17 Grafik tegangan terhadap waktu pada pengamatan sistem hybrid



Gambar 4.18 Grafik arus terhadap waktu pada pengamatan sistem hybrid

Gambar 4.17 dan 4.18 menunjukkan grafik tegangan yang berubah-ubah dan arus keluaran aki yang cenderung konstan sebab daya yang dibutuhkan termoelektrik tidak konstan, untuk nilai tertinggi tegangan keluaran aki ialah 14 volt dengan arus tertinggi ialah 3 ampere, dan untuk nilai terendah tegangan keluaran aki ialah 12 volt dengan arus terendah 2,3 ampere

4.1.7 Suhu *cool box*

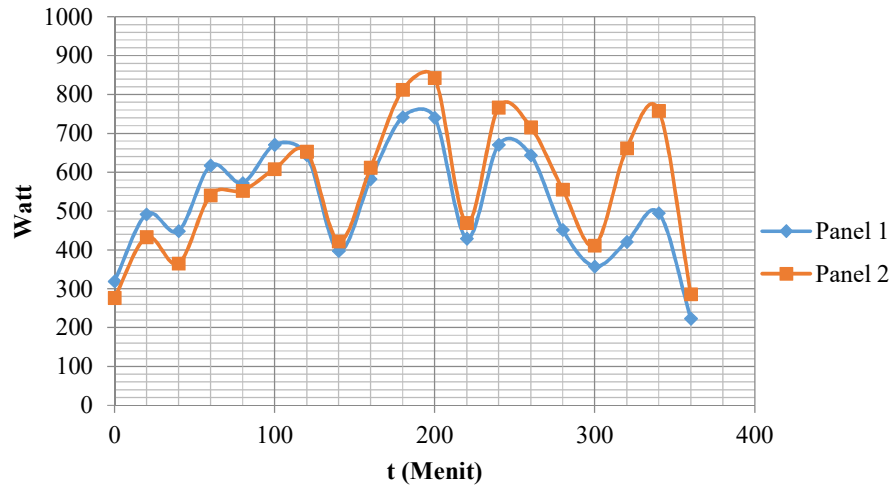


Gambar 4.19 Grafik suhu terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel, turbin, dan sistem hybrid

Gambar 4.19 menunjukkan grafik suhu *cool box* yang mengalami penurunan suhu secara signifikan, suhu terendah yang di dapatkan pada pengamatan panel surya ialah 13,3 °C dan suhu tertinggi atau suhu awal ialah 33,7 °C. Suhu terendah yang didapatkan pada pengamatan menggunakan turbin angin ialah 13,4 °C dan suhu tertinggi atau suhu awal ialah 23,2 °C dan untuk suhu terendah yang didapatkan pada pengamatan hybrid ialah 15,1 °C dan suhu tertinggi atau suhu awal ialah 27,5 °C.

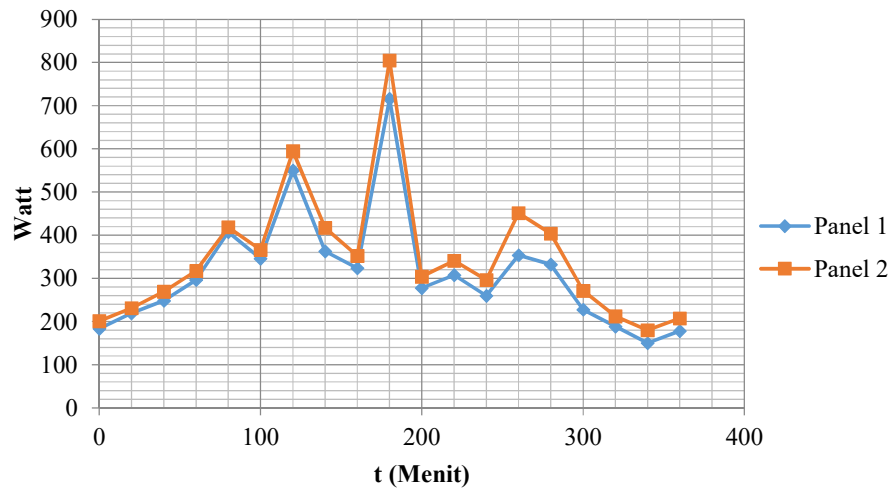
4.2 Pembahasan

4.2.1 Daya input



Gambar 4.20 Grafik daya terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel

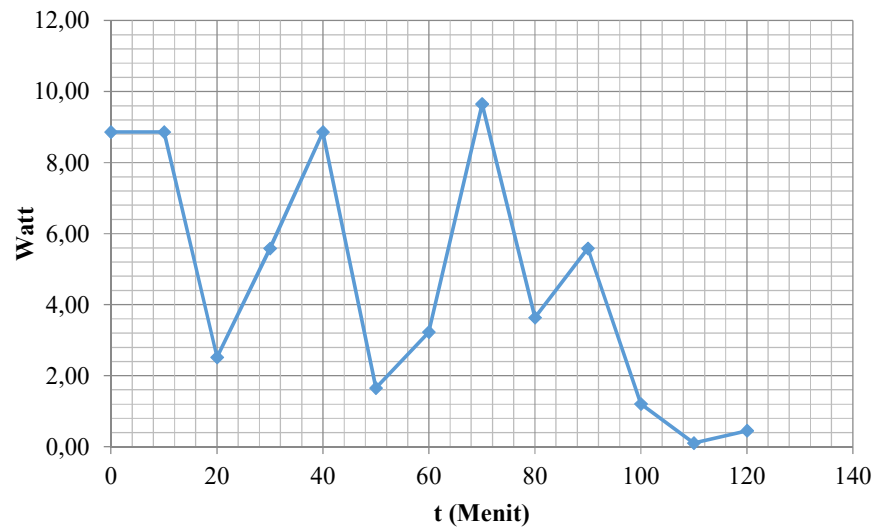
Pada Gambar 4.20 grafik hubungan antara daya input panel terhadap waktu, dimana daya input panel 1 dan panel 2 cenderung berubah-ubah karena faktor cuaca, daya input terendah panel 1 yaitu 223,65 Watt dan tertinggi yaitu 742,52 Watt sedangkan daya input panel 2 terendah yaitu 277,83 Watt dan tertinggi yaitu 842,71 Watt



Gambar 4.21 Grafik daya terhadap waktu pada pengamatan sistem hybrid

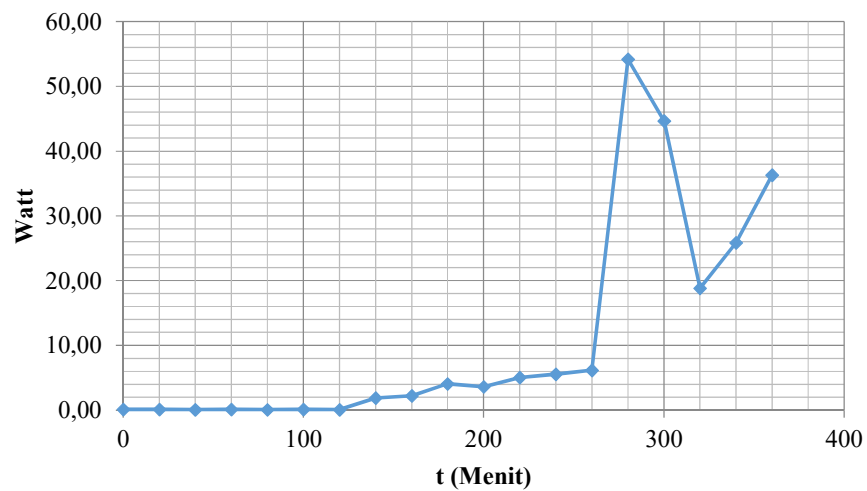
Pada Gambar 4.21 grafik hubungan antara daya input panel terhadap waktu, dimana daya input panel 1 dan panel 2 cenderung berubah-ubah karena faktor cuaca, daya input terendah panel 1 yaitu 150,29 Watt dan tertinggi yaitu 715,68 Watt sedangkan daya input panel 2 terendah yaitu 179,81 Watt dan tertinggi yaitu 805,14 Watt

4.2.2 Daya turbin angin



Gambar 4.22 Grafik daya terhadap waktu pada pengamatan menggunakan turbin angin

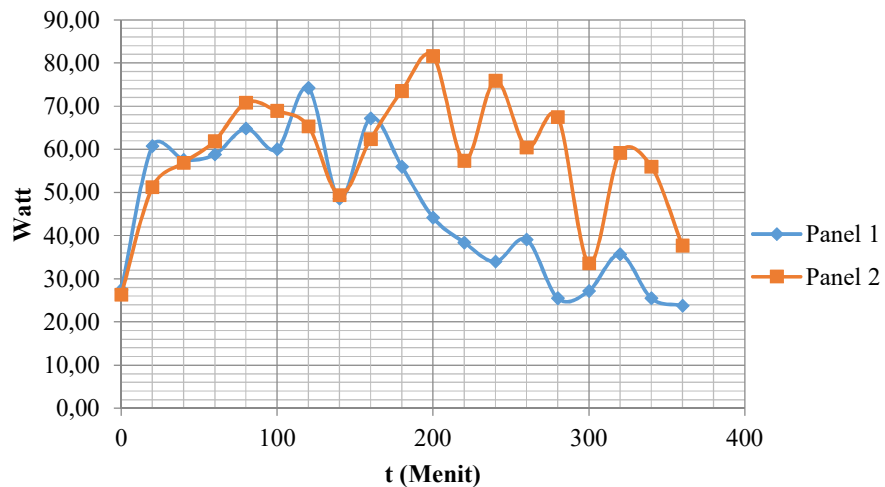
Pada Gambar 4.22 grafik hubungan antara daya turbin angin terhadap waktu, dimana daya input turbin angin cenderung berubah-ubah karena faktor angin yang tidak konstan, daya input terendah 0,11 Watt dan tertinggi 9,64 Watt.



Gambar 4.23 Grafik daya terhadap waktu pada pengamatan sistem hybrid

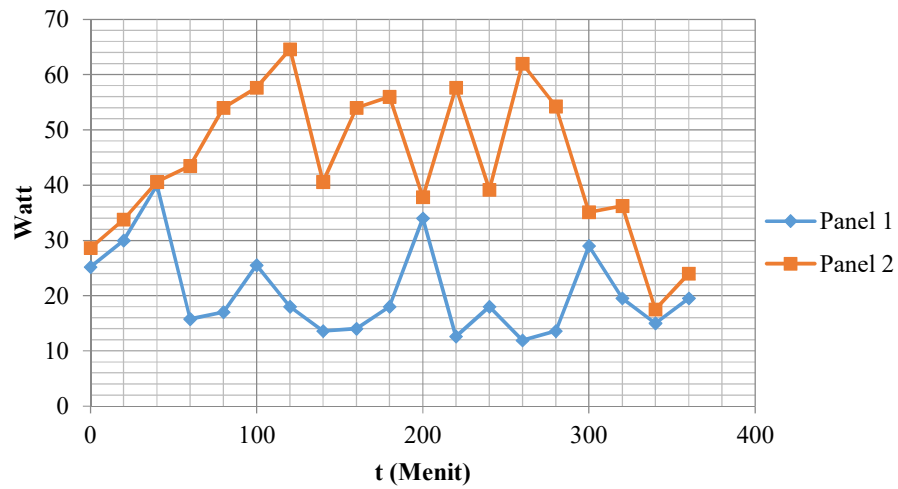
Pada Gambar 4.23 grafik hubungan antara daya turbin angin terhadap waktu, dimana daya input turbin angin cenderung mengalami peningkatan, daya input terendah 0,11 Watt dan tertinggi 54,19 Watt.

4.2.3 Daya output



Gambar 4.24 Grafik daya terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel

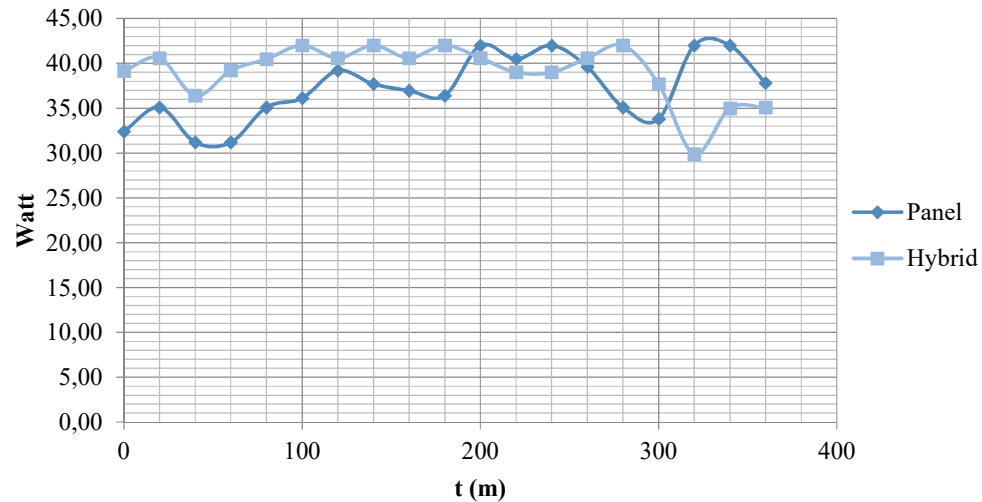
Pada Gambar 4.24 grafik hubungan antara daya output panel terhadap waktu, dimana daya output panel 1 dan panel 2 cenderung berubah-ubah, daya output terendah panel 1 yaitu 23,80 Watt dan tertinggi yaitu 74,20 Watt sedangkan daya input panel 2 terendah yaitu 26,40 Watt dan tertinggi yaitu 81,60 Watt



Gambar 4.25 Grafik daya terhadap waktu pada pengamatan sistem hybrid

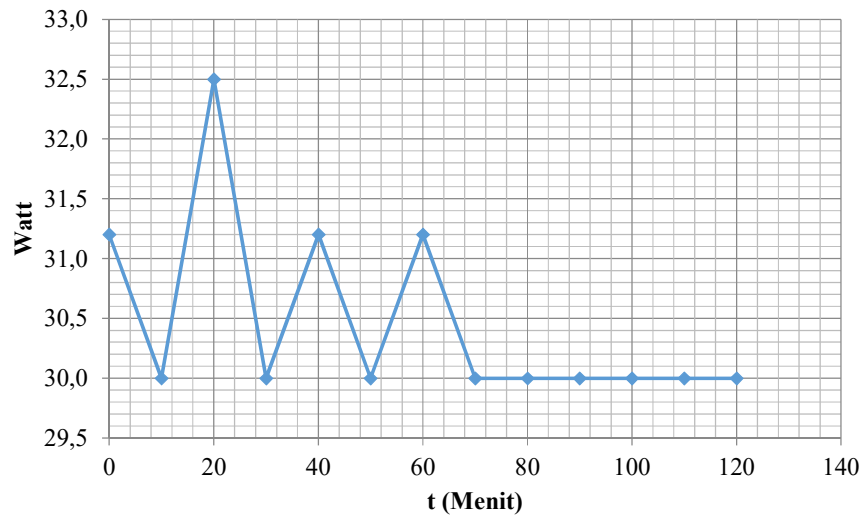
Pada Gambar 4.25 hubungan antara daya output panel terhadap waktu, dimana daya output panel 1 dan panel 2 cenderung berubah-ubah, daya output terendah panel 1 yaitu 11,3 Watt dan tertinggi yaitu 40 Watt sedangkan daya input panel 2 terendah yaitu 17,5 Watt dan tertinggi yaitu 64,6 Watt

4.2.4 Daya keluar aki



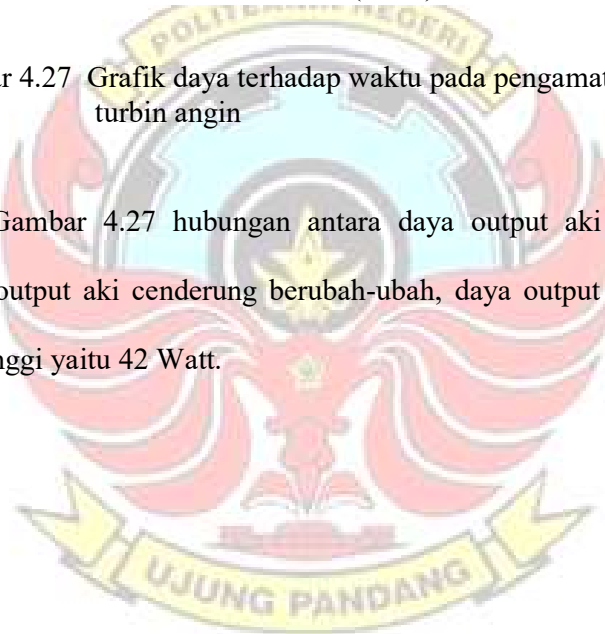
Gambar 4.26 Grafik daya terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel dan sistem hybrid

Pada Gambar 4.26 hubungan antara daya output aki terhadap waktu, dimana daya output aki cenderung berubah-ubah, daya output aki terendah 31,20 Watt dan tertinggi yaitu 42 Watt untuk daya keluar aki pada pengamatan sistem Hybrid trend grafiknya cenderung berubah ubah, dimana daya keluar aki terbesar yaitu 42,00 Watt dan untuk daya keluar aki terkecil 29,90 Watt. Daya terbesar dan Daya terkecil aki memiliki selisih yang cukup jauh.

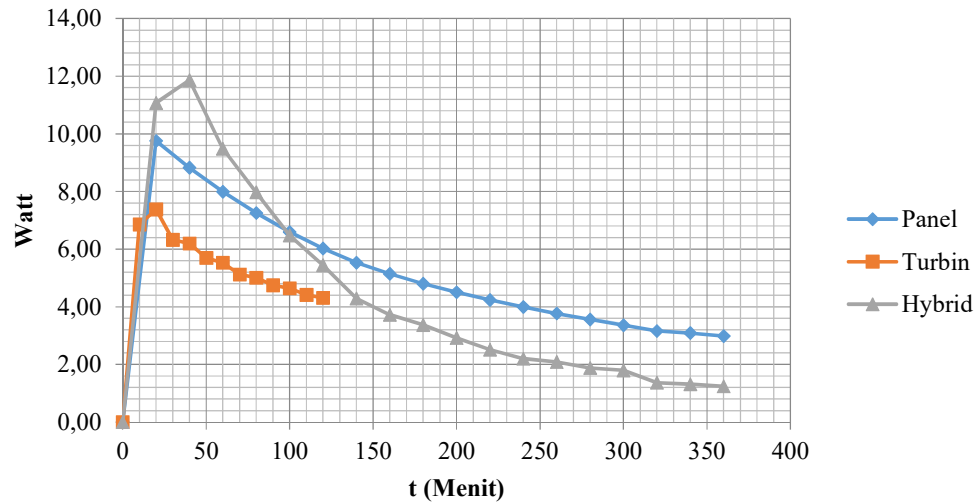


Gambar 4.27 Grafik daya terhadap waktu pada pengamatan menggunakan turbin angin

Pada Gambar 4.27 hubungan antara daya output aki terhadap waktu, dimana daya output aki cenderung berubah-ubah, daya output aki terendah 35 Watt dan tertinggi yaitu 42 Watt.



4.2.5 Daya pendingin Ikan

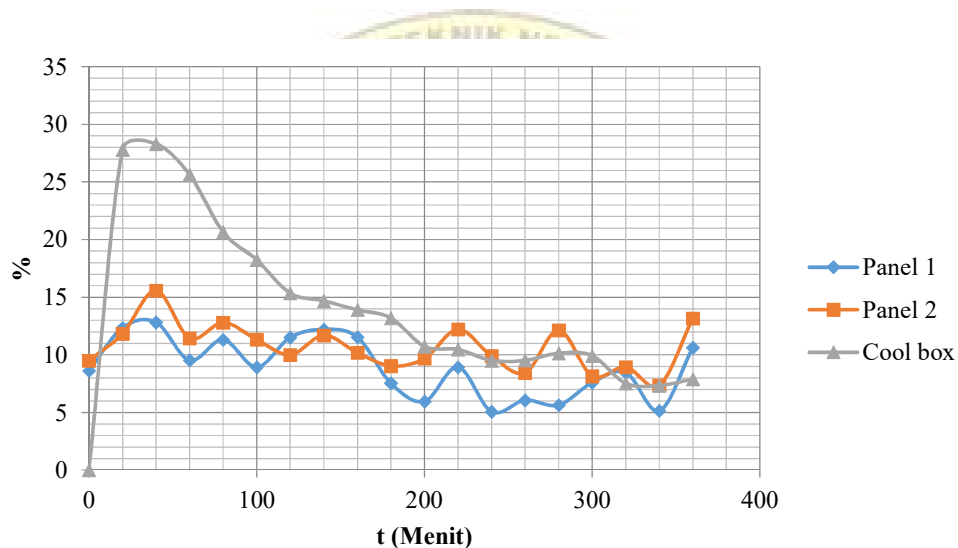


Gambar 4.28 Grafik daya pendingin terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel, turbin, dan sistem hybrid

Pada gambar 4.28 dapat dilihat trend grafik daya pendingin berbanding terbalik terhadap waktu, semakin rendah daya maka semakin lama durasi waktu yang dibutuhkan begitupun sebaliknya semakin tinggi daya maka durasi waktu yang dibutuhkan tidak begitu lama, ini disebabkan pada menit awal pendingin membutuhkan daya yang besar, lalu seiring waktu temperature akan menurun maka daya nya pun ikut menurun, daya pendingin ikan tertinggi yaitu 9,75 Watt pada 20 menit sedangkan untuk daya pendingin ikan terendah yaitu 2,99 Watt pada 360 menit, pada pengamatan menggunakan turbin angin,trend grafiknya mengalami penurunan secara signifikan seiring berjalannya waktu,semakin tinggi daya maka durasi waktu yang dibutuhkan tidak begitu lama, daya pendingin ikan tertinggi yaitu 6,20 Watt pada 20 menit sedangkan untuk daya pendingin ikan terendah yaitu 3,62 Watt pada 120 menit, Pada percobaan sistem hybrid grafik

daya pendingin mengalami penurunan yang signifikan seiring berjalannya waktu semakin rendah daya maka semakin lama durasi waktu yang dibutuhkan begitupun sebaliknya daya pendingin ikan tertinggi yaitu 11,86 Watt pada 40 menit sedangkan untuk daya pendingin ikan terendah yaitu 1,24 Watt pada 360 menit, dapat disimpulkan bahwa daya pendingin ikan berbanding terbalik terhadap waktu.

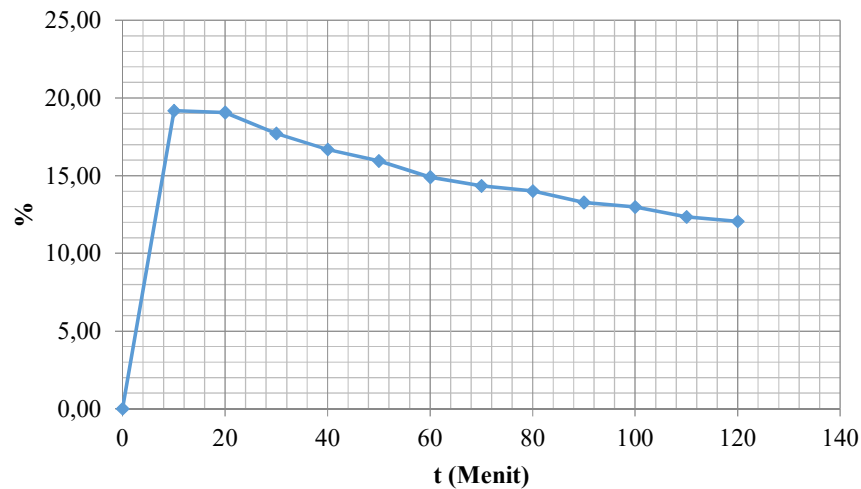
4.2.6 Efisiensi



Gambar 4.29 Grafik efisiensi terhadap waktu pada pengamatan menggunakan panel

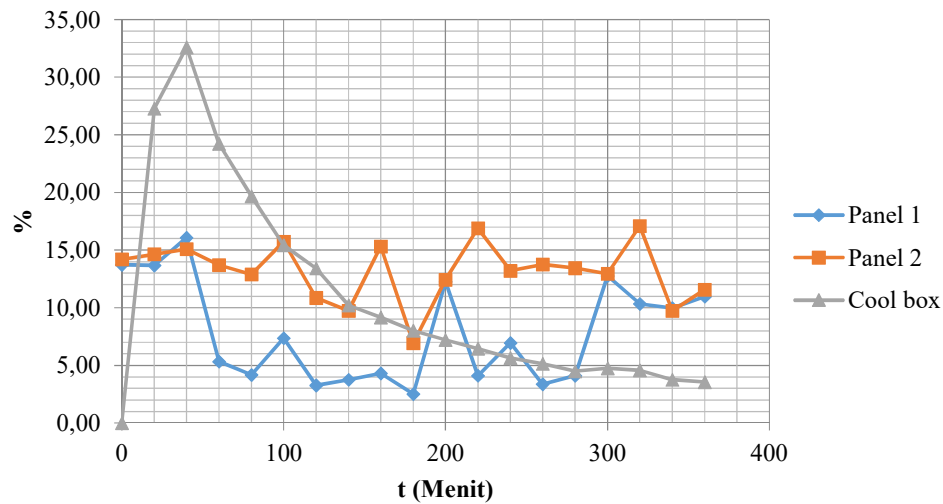
Pada gambar 4.29 menunjukkan hubungan efisiensi terhadap waktu menggunakan panel, pada gambar 4.29 terdapat 3 trend grafik yaitu Panel 1, Panel 2 dan Cool box, untuk trend grafik cool box mengalami penurunan secara bertahap dimulai pada nilai efisiensi tertinggi yaitu 28,30 % pada menit 40 sampai pada nilai efisiensi terendah dengan nilai efisiensi 7,38 %

pada menit 340 untuk efisiensi panel trend grafiknya cenderung berubah ubah baik pada panel 1 maupun pada panel 2, nilai efisiensi tertinggi pada panel 1 yaitu 12,83 % pada menit 40 sedangkan nilai efisiensi terendah yaitu 5,07 % pada 240 menit, nilai efisiensi tertinggi pada panel 2 yaitu 15,58 % pada menit 40 , nilai efisiensi terendah 7,38 % pada menit 340.



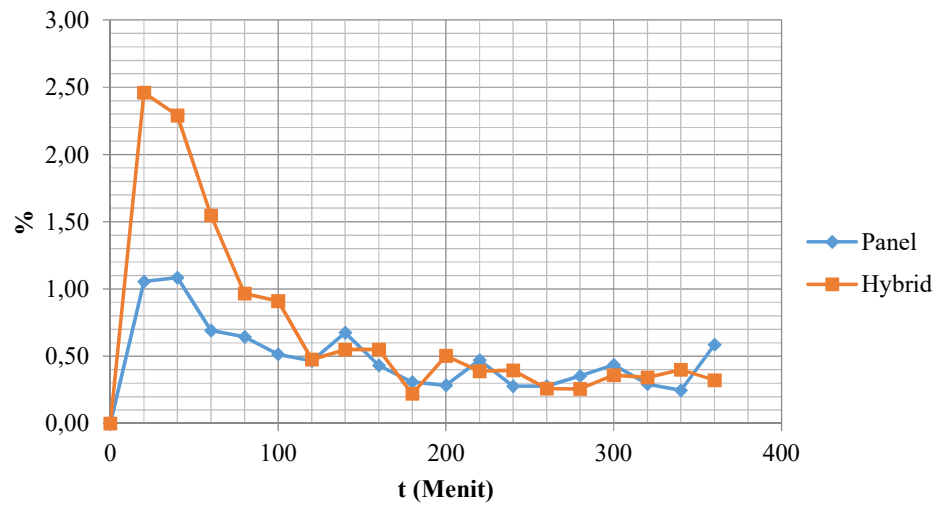
Gambar 4.30 Grafik efisiensi terhadap waktu pada pengamatan menggunakan turbin angin

Pada gambar 4.30 menunjukkan hubungan efisiensi terhadap waktu pada pengamatan menggunakan turbin angin, terlihat pada gambar 4.37 mengalami penurunan trend grafik secara bertahap dimulai pada menit 10 dengan nilai efisiensi 19,19 % sampai pada menit 120 dengan nilai efisiensi 12,05 %. Semakin rendah nilai efisiensi maka semakin lama pula waktu yang dibutuhkan begitupun sebaliknya.



Gambar 4.31 Grafik efisiensi terhadap waktu pada pengamatan sistem hybrid

Pada gambar 4.31 menunjukkan hubungan efisiensi terhadap waktu pada pengamatan sistem hybrid, pada gambar 4.31 terdapat 3 trend grafik yaitu Panel 1, Panel 2 dan Cool box, untuk trend grafik cool box mengalami penurunan secara bertahap dimulai pada nilai efisiensi tertinggi yaitu 32,59 % pada menit 40 sampai pada nilai efisiensi terendah dengan nilai efisiensi 3,55 % pada menit 360 untuk efisiensi panel trend grafiknya cenderung berubah ubah baik pada panel 1 maupun pada panel 2, nilai efisiensi tertinggi pada panel 1 yaitu 13,74 % pada menit pertama pengambilan data sedangkan nilai efisiensi terendah yaitu 2,52 % pada 180 menit, nilai efisiensi tertinggi pada panel 2 yaitu 17,10 % pada menit 320, nilai efisiensi terendah 6,96 % pada menit 180.



Gambar 4.32 Grafik efisiensi sistem terhadap waktu pada pengamatan panel dan sistem hybrid

Pada gambar 4.32 menunjukkan hubungan efisiensi sistem terhadap waktu terlihat pada gambar 4.32 mengalami penurunan trend grafik secara bertahap dimulai pada menit 40 dengan nilai efisiensi sistem 1,08 % sampai pada menit 340 dengan nilai efisiensi sistem 0,25 %. Berdasarkan grafik efisiensi sistem cenderung terus menurun seiring berjalannya waktu, untuk pengamatan sistem hybrid mengalami penurunan trend grafik secara bertahap dimulai pada menit 20 dengan nilai efisiensi sistem 2,46 % sampai pada nilai terendah menit 180 dengan nilai efisiensi sistem 0,22 %. Berdasarkan grafik efisiensi sistem cenderung terus menurun seiring berjalannya waktu

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

- a. Diperoleh Hasil Desain alat pendingin ikan di kapal nelayan dengan memaksimalkan energi matahari dan angin.
- b. Diperoleh Hasil Desain turbin angin yang tidak mengganggu/menghalangi kerja kapal nelayan karena dapat dilipat.
- c. Daya turbin angin belum mampu mengisi aki karena tegangan yang dihasilkan 1 – 6 Volt disebabkan kecepatan angin yang rendah yakni 0,7 – 6 m/s
- d. Uji Sistem Panel Surya mampu mengisi aki untuk menyuplai sistem pendingin dengan daya rata-rata panel surya yaitu 75,10 Watt.
- e. Uji Sistem hybrid diperoleh turbin angin belum mampu mengisi aki karena tegangan berada 2 – 6 Volt, namun sistem solar cell mampu mengisi aki untuk menyuplai pendingin ikan dengan daya rata rata yaitu 42,56 Watt.

5.2 SARAN

- a. Perlu dilakukan pengujian dengan kondisi kapal bergerak.
- b. Perlu dilakukan pengujian menggunakan step up tegangan untuk mengatasi tegangan yang rendah saat pengisian aki.
- c. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya kapasitas cool box ditambah serta memasang alat ukur permanen.
- d. Perlu dilakukan pengujian turbin angin pada tempat yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, J., Muhammad, N. S., Muhammad, S. A., & Julien, P. Y. (2019). Envelope curves for the specific discharge of extreme floods in Malaysia. *Journal of Hydro-environment Research*, 25, 1-11.
- Anzhar, K., & Susilo, Y. S. B. (2000). Pola Angin Laut dan Angin Darat di Daerah Ujung Lemahabang, Semenanjung Muria. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 2(4).
- Aryanto, F., Mara, M., & Nuarsa, M. (2013). Pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal. *Dinamika Teknik Mesin*, 3(1).
- Assiddiq, H. Studi Pemanfaatan Energi Matahari sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan Berbasis Sel Fotovoltaik untuk Mengatasi Kebutuhan Listrik Rumah Sederhana di Daerah Terpencil. *Al Jazari*, 3(2), 270993.
- Aziz, A., Subroto, J., & Silpana, V. (2017). Aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai media pendingin kotak minuman. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 10(1).
- Buana, C., Yunus, M. Y., Pratama, M. R., & Nurfaizi, M. S. (2019). UJI EXPERIMENTAL MODEL TURBIN HYBRID SAVONIUS BERTINGKAT DAN DARRIEUS TIPE H ROTOR. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 15(2), 181-190.
- Dida, H. P., Suparman, S., & Widhiyanuriyawan, D. (2016). Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit QuikScat dan WindSat. *Rekayasa Mesin*, 7(2), 95-101.
- Iskandar.2018. Atasi Kerugian Pasca-Panen Ikan Segar, Kemenkes dan KKP Berburu Teknologi Baru. *Liputan 6.com*[Internet].[diunduh 2020 Des 5]; Tersedia Pada :
<https://www.liputan6.com/tekno/read/3677334/atasi-kerugian-pasca-panen-ikan-segar-kemenkes-dan-kkp-berburu-teknologi-baru>
- Kadam, S. U., and P. Prabhasankar. "Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products." *Food Research International* 43.8 (2010): 1975-1980.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2011 : 4. Kusnadi, 2006 : 1. Adisasmita, 2006 : 13

- Larsen, Rune, Karl-Erik Eilertsen, and Edel O. Elvevoll. "Health benefits of marine foods and ingredients." *Biotechnology advances* 29.5 (2011): 508-518.
- Morris, Martha Clare, et al. "Consumption of fish and n-3 fatty acids and risk of incident Alzheimer disease." *Archives of neurology* 60.7 (2003): 940-946.
- Rif'an, M., Pramono, S. H., Shidiq, M., Yuwono, R., Suyono, H., & Suhartati, F. (2012). Optimasi pemanfaatan energi listrik tenaga matahari di jurusan teknik elektro Universitas Brawijaya. *Jurnal EECCIS*, 6(1), 44-48.
- Samad, M. Yusuf. "Pengaruh penanganan pasca panen terhadap mutu komoditas hortikultura." *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 8.1 (2006).
- Saputra, A. C., & Bahermansyah, A "Studi Eksperimen Penggunaan Ice Gel Propylene Glycol Sebagai Media Pendingin Cool box Kapal Ikan Tradisional", Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November, 2017.



**L
A
M
P
I
R
A
N**



LAMPIRAN A
(DATA-DATA HASIL PENGAMATAN)



Lampiran A1

Hari/Tanggal : Senin /14 juni 2021

Lokasi Pengamatan : Pelabuhan Perikanan Untia, Jl. Salodong, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

Tabel 3 Hasil pengamatan pada panel

Jam	G (Watt/m ²)		Masuk Aki				Keluar Aki		Suhu Ruang Cool box (°C)
	Panel 1	Panel 2	V (Volt)		I (Ampere)		V (Volt)	I (Ampere)	
			Panel 1	Panel 2	Panel 1	Panel 2			
09:20	357	310	12.5	12	2.2	2.2	12	2.7	33.7
09:40	550	484	13.5	12.5	4.5	4.1	13	2.7	30.0
10:00	502	408	12	12.1	4.8	4.7	12	2.6	27.0
10:20	690	605	12	12.9	4.9	4.8	12	2.6	24.6
10:40	640	618	12	12	5.4	5.9	13	2.7	22.7
11:00	750	680	12	13	5	5.3	12.9	2.8	21.2
11:20	720	730	14	13.9	5.3	4.7	14	2.8	20.0
11:40	445	472	13.5	13	3.6	3.8	13	2.9	19.0
12:00	651	684	16	14.5	4.2	4.3	13.2	2.8	18.1
12:20	830	908	16	15	3.5	4.9	13	2.8	17.3
12:40	828	942	17	16	2.6	5.1	14	3	16.6
13:00	480	525	16	14	2.4	4.1	13.5	3	16.0
13:20	750	857	17	16.5	2	4.6	14	3	15.5
13:40	720	800	17	15.5	2.3	3.9	13.2	3	15.1
14:00	505	621	17	15	1.5	4.5	13	2.7	14.8
14:20	400	460	17	16	1.6	2.1	13	2.6	14.6
14:40	471	740	17	16	2.1	3.7	14	3	14.5
15:00	554	848	17	16	1.5	3.5	14	3	13.8
15:20	250	320	14	13	1.7	2.9	13.5	2.8	13.3

Lampiran A2

Hari/Tanggal : Selasa /15 juni 2021

Lokasi Pengamatan : Pelabuhan Perikanan Untia, Jl. Salodong, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

Tabel 4 Hasil pengamatan pada turbin angin

Jam	Kecepatan Angin	Masuk Aki		Keluar Aki		T (°C)	Kecepatan Putar Turbin
	(m/s)	V (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)	Suhu Ruang Cool box	rpm
16:00	3.5	4	-	12	2.6	23.2	87.0
16:10	3.5	4	-	12	2.5	21.9	88.0
16:20	2.3	3	-	13	2.5	20.4	71.9
16:30	3	2.5	-	12	2.5	19.6	83.3
16:40	3.5	4	-	12	2.6	18.5	90.0
16:50	2	1.4	-	12	2.5	17.8	43.0
17:00	2.5	3	-	12	2.6	16.9	87.0
17:10	3.6	3	-	12	2.5	16.4	83.4
17:20	2.6	2.5	-	12	2.5	15.6	79.7
17:30	3	4	-	12	2.5	15.1	91.2
17:40	1.8	1	-	12	2.5	14.4	42.0
17:50	0.8	-	-	12	2.5	14.0	-
18:00	1.3	-	-	12	2.5	13.4	-

Lampiran A3

Hari/Tanggal : Selasa /15 juni 2021

Lokasi Pengamatan : Pelabuhan Perikanan Untia, Jl. Salodong, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

Tabel 5 hasil pengamatan pada sistem hybrid

Jam	G (Watt/m ²)		Kecepatan Angin (m/s)	Masuk Aki				Keluar Aki		Keluaran Generator		Kecepatan Putar Turbin rpm	Suhu Ruang Cool box (°C)
	Panel 1	Panel 2		V (Volt)		I (Ampere)		V (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)		
				Panel 1	Panel 2	Panel 1	Panel 2						
09:20	205	225	0.8	14	13	1.8	2.2	13.5	2.9	-	-	-	27.5
09:40	245	258	0.8	15	13	2	2.6	14	2.9	-	-	-	23.3
10:00	278	301	0.7	16	14	2.5	2.9	13	2.8	-	-	-	18.5
10:20	331	355	0.9	17.5	14.5	0.9	3	14	2.8	-	-	-	16.7
10:40	455	468	0.7	17	15	1	3.6	13.5	3	-	-	-	15.4
11:00	387	409	0.9	17	16	1.5	3.6	14	3	-	-	-	15.2
11:20	615	665	0.7	18	17	1	3.8	14	2.9	-	-	-	15.1
11:40	405	466	2.1	17	14.5	0.8	2.8	14	3	4	-	80	16.1
12:00	362	394	2.2	17.5	15	0.8	3.6	14	2.9	3	-	81	16.2
12:20	800	900	2.7	18	16	1	3.5	14	3	3	-	83	16
12:40	310	340	2.6	17	13.5	2	2.8	14	2.9	3	-	83.3	16.4
13:00	344	381	2.9	18	16	0.7	3.6	13	3	3	-	79	17
13:20	290	331	3	15	13.5	1.2	2.9	13	3	3.5	-	87	17.5
13:40	395	504	3.1	17	15.5	0.7	4	14	2.9	3.2	-	80	17.2
14:00	371	451	6.4	17	15.5	0.8	3.5	14	3	6	-	85	17.5
14:20	254	303	6	14.5	13	2	2.7	13	2.9	3.2	-	81	17.3
14:40	211	237	4.5	13	12.5	1.5	2.9	13	2.3	2	-	47	19.2
15:00	168	201	5	12.5	12.5	1.2	1.4	12.5	2.8	2.5	-	49	19
15:20	199	232	5.6	13	12	1.5	2	13	2.7	3	-	83	19

*Ket : Font Merah : Data Pengamatan Nilai Tertinggi

LAMPIRAN B

(DATA-DATA HASIL PERHITUNGAN)



Lampiran B1

Tabel 6 Hasil Analisis data pengamatan panel

waktu (menit)	daya input matahari (Watt)		daya output (watt)		Daya keluar aki (watt)	Selisih daya panel dan aki (watt)	Daya Pendingin ikan (watt)	Selisih Temp Cool box (°C)	Efisiensi (%)			
	panel 1	panel 2	panel 1	panel 2					panel 1	panel 2	Cool box	Sistem
0	319.37	277.33	27.50	26.40	32.40	21.50	0.00	0.0	8.61	9.52	0.00	0.00
20	492.03	432.99	60.75	51.25	35.10	76.90	9.75	3.7	12.35	11.84	27.79	1.05
40	449.09	365.00	57.60	56.87	31.20	83.27	8.83	6.7	12.83	15.58	28.30	1.08
60	617.27	541.23	58.80	61.92	31.20	89.52	8.00	9.1	9.53	11.44	25.63	0.69
80	572.54	552.86	64.80	70.80	35.10	100.50	7.25	11.0	11.32	12.81	20.65	0.64
100	670.95	608.33	60.00	68.90	36.12	92.78	6.59	12.5	8.94	11.33	18.24	0.52
120	644.11	653.06	74.20	65.33	39.20	100.33	6.02	13.7	11.52	10.00	15.35	0.46
140	398.10	422.25	48.60	49.40	37.70	60.30	5.54	14.7	12.21	11.70	14.68	0.67
160	582.38	611.91	67.20	62.35	36.96	92.59	5.14	15.6	11.54	10.19	13.91	0.43
180	742.52	812.30	56.00	73.50	36.40	93.10	4.80	16.4	7.54	9.05	13.20	0.31
200	740.73	842.71	44.20	81.60	42.00	83.80	4.51	17.1	5.97	9.68	10.73	0.28
220	429.41	469.67	38.40	57.40	40.50	55.30	4.24	17.7	8.94	12.22	10.47	0.47
240	670.95	766.67	34.00	75.90	42.00	67.90	4.00	18.2	5.07	9.90	9.52	0.28
260	644.11	715.68	39.10	60.45	39.60	59.95	3.77	18.6	6.07	8.45	9.52	0.28
280	451.77	555.55	25.50	67.50	35.10	57.90	3.56	18.9	5.64	12.15	10.14	0.35
300	357.84	411.52	27.20	33.60	33.80	27.00	3.36	19.1	7.60	8.16	9.93	0.44
320	421.36	662.00	35.70	59.20	42.00	52.90	3.16	19.2	8.47	8.94	7.53	0.29
340	495.61	758.62	25.50	56.00	42.00	39.50	3.09	19.9	5.15	7.38	7.35	0.25
360	223.65	286.27	23.80	37.70	37.80	23.70	2.99	20.4	10.64	13.17	7.90	0.59

Lampiran B2

Tabel 7 Hasil analisis data pada pengamatan turbin

Waktu (menit)	Laju massa (kg/s)	Daya turbin angin (watt)	Daya keluar aki (watt)	Daya Pendinginan (watt)	Selisih Temp Cool box (°C)	Efisiensi Cool box (%)
0	1.45	8.86	31.2	0.00	0.0	0.00
10	1.45	8.86	30.0	6.85	0.8	22.84
20	0.95	2.52	32.5	7.38	1.9	22.71
30	1.24	5.58	30.0	6.33	3.6	21.09
40	1.45	8.86	31.2	6.19	3.6	19.85
50	0.83	1.65	30.0	5.69	3.6	18.98
60	1.03	3.23	31.2	5.54	3.5	17.74
70	1.49	9.64	30.0	5.12	3.8	17.07
80	1.07	3.63	30.0	5.01	4.6	16.69
90	1.24	5.58	30.0	4.74	4.6	15.82
100	0.74	1.21	30.0	4.64	4.1	15.46
110	0.33	0.11	30.0	4.41	4.9	14.70
120	0.54	0.45	30.0	4.31	5.3	14.35

Lampiran B3

Tabel 8 Hasil analisis data pada pengamatn hybrid

t (s)	daya input matahari (Watt)		daya output (Watt)		Laju massa (kg/s)	Daya turbin angin (watt)	Daya keluar aki (watt)	Selisih daya panel dan aki (watt)	Daya Pendingin ikan (watt)	Selisih Temp Cool box (°C)	Efisiensi (%)			
	panel 1	panel 2	panel 1	panel 2							panel 1	panel 2	Cool box	Sistem
0	183.39	201.29	25.2	28.6	0.33	0.11	39.15	14.65	0.00	0.0	13.74	14.21	0.00	0.00
20	219.18	230.81	30	33.8	0.33	0.11	40.60	23.20	11.07	4.2	13.69	14.64	27.27	2.46
40	248.70	269.27	40	40.6	0.29	0.07	36.40	44.20	11.86	9.0	16.08	15.08	32.59	2.29
60	296.11	317.58	15.75	43.5	0.37	0.15	39.20	20.05	9.49	10.8	5.32	13.70	24.21	1.55
80	407.04	418.67	17	54	0.29	0.07	40.50	30.50	7.97	12.1	4.18	12.90	19.69	0.97
100	346.21	365.89	25.5	57.6	0.37	0.15	42.00	41.10	6.48	12.3	7.37	15.74	15.44	0.91
120	550.18	594.91	18	64.6	0.29	0.07	40.60	42.00	5.45	12.4	3.27	10.86	13.42	0.48
140	362.31	416.88	13.6	40.6	0.87	1.91	42.00	12.20	4.29	11.4	3.75	9.74	10.22	0.55
160	323.85	352.47	14	54	0.91	2.20	40.60	27.40	3.72	11.3	4.32	15.32	9.17	0.55
180	715.68	805.14	18	56	1.12	4.07	42.00	32.00	3.37	11.5	2.52	6.96	8.02	0.22
200	277.33	304.16	34	37.8	1.07	3.63	40.60	31.20	2.93	11.1	12.26	12.43	7.21	0.50
220	307.74	340.84	12.6	57.6	1.20	5.04	39.00	31.20	2.52	10.5	4.09	16.90	6.45	0.39
240	259.43	296.11	18	39.15	1.24	5.58	39.00	18.15	2.20	10.0	6.94	13.22	5.63	0.40
260	353.37	450.88	11.9	62	1.28	6.16	40.60	33.30	2.09	10.3	3.37	13.75	5.14	0.26
280	331.90	403.46	13.6	54.25	2.65	54.19	42.00	25.85	1.88	10.0	4.10	13.45	4.48	0.26
300	227.23	271.06	29	35.1	2.48	44.65	37.70	26.40	1.79	10.2	12.76	12.95	4.75	0.36
320	188.76	212.02	19.5	36.25	1.86	18.84	29.90	25.85	1.37	8.3	10.33	17.10	4.57	0.34
340	150.29	179.81	15	17.5	2.07	25.84	35.00	-2.50	1.32	8.5	9.98	9.73	3.77	0.40
360	178.03	207.55	19.5	24	2.32	36.30	35.10	8.40	1.24	8.5	10.95	11.56	3.55	0.32



LAMPIRAN C

(DOKUMENTASI)

PROSES PEMBUATAN ALAT





PROSES PENGUJIAN ALAT



