

RANCANG BANGUN PEMANAS AIR KONTINU SISTEM
HYBRID TENAGA SURYA DAN GAS



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

ATTO RURA PAKKU 342 19 026
JEFRYANTO LA'LANG 342 19 031

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Pemanas Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya Dan Gas” oleh Atto Rura Pakku NIM 342 19 026 dan Jefryanto La’lang NIM 342 19 031 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar diploma Tiga (D-3) pada Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2022

Mengesahkan,

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T.
NIP.19900311 201903 1 015

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



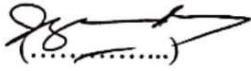



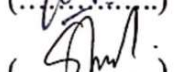
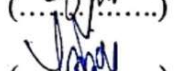
Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D
NIP.19741106 200212 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa: Atto Rura Pakku NIM 342 19 026 dan Jefryanto La'lang NIM 342 19 031 dengan judul "Rancang Bangun Pemanas Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya Dan Gas."

Makassar, September 2022

Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir:

1. Prof. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.	Ketua	
2. Musrady Mulyadi, S.T., M.T.	Sekretaris	
3. Dr. Jamal, S.T., M.T.	Anggota I	
4. Ir. Laode Musa, M.T.	Anggota II	
5. Sri Suwasti, S.ST., M.T.	Pembimbing I	
6. Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T.	Pembimbing II	

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Pemanas Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya dan Gas” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas dukungan, bimbingan, perhatian dan motivasi yang telah di berikan kepada penulis, antara lain:

1. Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta inspirasi kepada kami untuk menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta, juga kepada saudara-saudara kami yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, bantuan materi, serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada kami dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.T., Ph.D. Selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Pliteknik Negeri Ujung Pandang.

5. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. selaku Ketua Proram Studi D-3 Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Ibu Gusri Emiyati Ali, S.Pd., M.Pd. selaku wali kelas
7. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. sebagai pembimbing I dan Bapak Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T. sebagai pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan kesempatannya untuk mengrahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
8. Segenap Dosen pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya Dosen pada Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi.
9. Seluruh rekan mahasiswa yang telah berkenan membantu hingga laporan tugas akhir ini dapat selesai.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi pembaca dan terkhusus bagi penulis.

Makassar, September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
SURAT PERNYATAAN	xiv
RINGKASAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	4
1.4 Tujuan Kegiatan	4
1.5 Manfaat Kegiatan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Energi Konvensional	6
2.1.1 Gas Elpiji	8
2.2 Energi Terbarukan	10
2.2.1 Energi Surya	11
2.2.2 Sel Surya	12

2.2.3 Panel Surya	14
2.2.4 Prinsip Kerja Sel Surya	15
2.3 Baterai (Accu).....	17
2.4 Solar Charge Controller.....	18
2.5 Inverter	19
2.6 Elemen Pemanas	20
2.7 Instrumen Pengukuran.....	22
2.7.1 Wattmeter	22
2.7.2 Sensor Suhu	223
2.7.3 Pyranometer.....	23
2.8 Arduino.....	234
BAB III METODE KEGIATAN.....	25
3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan.....	25
3.2 Alat dan Bahan.....	25
3.2.1 Alat.....	25
3.2.2 Bahan.....	25
3.3 Prosedur/Langkah Kerja	26
3.3.1 Studi Literatur.....	27
3.3.2 Perancangan.....	27
3.3.3 Perakitan dan Pembuatan	28
3.3.4 Prosedur Pengujian Alat.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Perhitungan Komponen	33
4.1.1. Analisis Pemakaian Beban	33
4.1.2. Menentukan Kapasitas PV Modul	33
4.1.3. Menentukan Kapasitas Baterai	34
4.1.4. Menentukan Kapasitas Inverter	34
4.2. Pengujian Alat.....	35
4.2.1 Pengujian Solar Cell.....	35

4.2.2 Pengujian Auto Cut Off Modul	36
4.2.3 Pengujian Termocouple.....	37
4.2.4 Pengujian Sensor PZEM 004.....	38
4.2.5 Pengujian Kompor Gas	39
4.2.6 Pengujian Pompa Air Galon Otomatis.....	40
4.3 Hasil Pengujian	401
4.4 Analisa Data	422
4.4.1 Pengujian Heater Dengan Menggunakan Panel Surya dan Baterai	422
4.4.2 Pengujian Dengan Gas	444
4.4.3 Pengujian Hybrid Heater Dengan Gas	455
4.5 Grafik dan Pembahasan	488
4.5.1 Panel Surya	488
4.5.2 Tabung Gas Elpiji	522
4.5.3 Hybrid.....	555
4.6 Cara Kerja dan Fungsi Alat.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	611
5.1 Kesimpulan	611
5.2 Saran.....	622
DAFTAR PUSTAKA	633

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sumber dan penggunaan energi konvensional.....	7
Tabel 3.1 Spesifikasi panel surya	27
Tabel 4.1 Pemakaian beban	33
Tabel 4.2 Pengujian panel surya.....	36
Tabel 4.3 Pengujian auto cut off modul.....	37
Tabel 4.4 Pengujian termocouple	38
Tabel 4.5 Pengujian sensor PZEM 004.....	39
Tabel 4.6 Pengujian kompor gas	40
Tabel 4.7 Pengujian pompa air galon otomatis	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gas elpiji	9
Gambar 2.2 Panel surya	14
Gambar 2.3 Proses perubahan cahaya menjadi arus listrik.....	16
Gambar 2.4 Baterai	18
Gambar 2.5 Solar charger controller.....	19
Gambar 2.6 Inverter	20
Gambar 2.7 Elemen pemanas.....	20
Gambar 2.8 Wattmeter	22
Gambar 2.9 Pyranometer	23
Gambar 2.10 Arduino.....	24
Gambar 3.1 Diagram alir kegiatan tugas akhir.....	26
Gambar 3.2 Rancangan rangka panel surya	29
Gambar 3.3 Skema alat	30
Gambar 4.1 Panel surya	35
Gambar 4.2 Rangkain prototype.....	36
Gambar 4.3 Prototype auto cut off modul.....	36
Gambar 4.4 Prototype termocouple	37
Gambar 4.5 Prototype sensor PZEM 004	38
Gambar 4.6 Prototype kompor gas otomatis	39
Gambar 4.7 Prototype pompa air galon.....	40
Gambar 4.8 Grafik hubungan daya input panel terhadap waktu	49
Gambar 4.9 Grafik hubungan daya output panel terhadap waktu	50
Gambar 4.10 Grafik hubungan efisensi panel terhadap waktu	51
Gambar 4.11 Grafik Hubungan efisiensi heater terhadap Waktu.....	52
Gambar 4.12 Grafik hubungan daya input gas terhadap waktu.....	53
Gambar 4.13 Grafik hubungan daya output gas terhadap waktu.....	54
Gambar 4.14 Grafik hubungan efisiensi gas terhadap waktu.....	55
Gambar 4.16 Grafik hubungan daya input gas terhadap waktu	56

Gambar 4.17 Grafik daya output hybrid terhadap waktu..... 57
Gambar 4.18 Grafik efisiensi hybrid terhadap waktu..... 58



DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
P_{in}	Watt	Daya input sel fotovoltaik
G	Watt/m ²	Intensitas radiasi matahari
A	m ²	Luasan sel fotovoltaik
P_{out}	Watt	Daya output sel fotovoltaik
V	Volt	Tegangan
I	Ampere	Arus
H	%	Efisiensi
C	J/kg °C	Kalor jenis
Q	J	Energi kalor
M	Kg	Massa
Δt	°C	Perubahan suhu
N	mol	Jumlah mol

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data hasil pengujian.....	66
Lampiran B Data hasil analisa.....	73
Lampiran C Dokumentasi kegiatan.....	80
Lampiran D Gambar rancang bangun.....	83



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Atto Rura Pakku

NIM : 342 19 026

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan ini, yang berjudul “Rancang Bangun Pemanan Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya Dan Gas” merupakan gagasan sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang telah digunakan 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 di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang diterapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2022

ATTO RURA PAKKU
NIM. 342 19 026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jefryanto La'lang

NIM : 342 19 031

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan ini, yang berjudul “Rancang Bangun Pemanan Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya Dan Gas” merupakan gagasan sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang telah digunakan 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 di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang diterapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2022

JEFRYANTO LA'LANG
NIM. 342 19 031

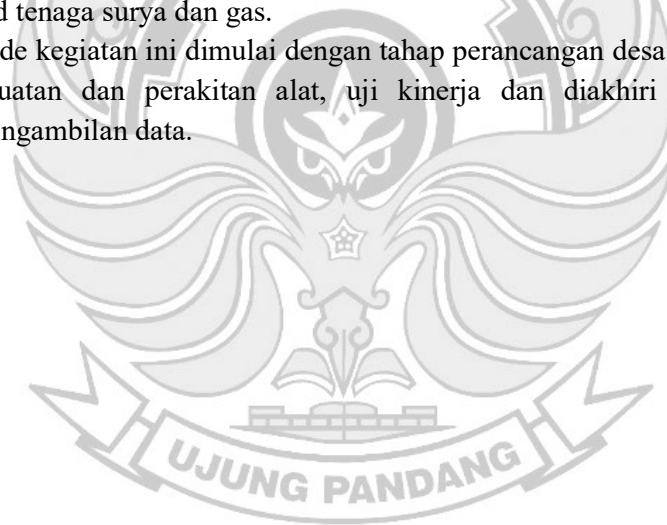
Rancang Bangun Pemanas Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya Dan Gas

RINGKASAN

Memasak air dengan menggunakan gas lpg praktik dan bersih daripada menggunakan tungku api, tetapi gas LPG yang bersumber dari energi konvensional maka apabila ketersediaan tambang minyak bumi habis, maka gas LPG tidak dapat digunakan lagi, sementara solar cell yang memanfaatkan panas dari energi matahari untuk memenuhi berbagai kebutuhan sangat melimpah dan selalu ada setiap saat.

Tujuan dari kegiatan ini adalah menghasilkan alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas, mengetahui prinsip kerja alat pemanas serta untuk mengetahui besarnya kinerja sel surya dan gas pada alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas.

Metode kegiatan ini dimulai dengan tahap perancangan desain, dilanjutkan tahap pembuatan dan perakitan alat, uji kinerja dan diakhiri dengan hasil pengujian/pengambilan data.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi pada saat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Energi merupakan daya (kekuatan) yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Sumber energi secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu sumber energi yang tidak dapat diperbaharui (energi konvensional) dan sumber energi yang dapat diperbaharui (energi terbarukan). (Jusuf Tedjo, 2010).

Energi konvensional adalah sebuah energi yang berasal dari alam, dengan menggunakan bantuan teknologi maka akan membuat energi ini bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan energi di kehidupan sehari-hari. Di bumi ini ada banyak macam sumber energi konvensional yang bisa dimanfaatkan oleh manusia antara lain bahan bakar fosil seperti minyak, batu bara, maupun gas bumi. Namun, sumber energi konvensional juga hanya tersedia dalam jumlah terbatas di bumi dan tidak dapat diregenerasi. Sumber-sumber energi ini akan berakhir cepat atau lambat dan juga berbahaya bagi lingkungan. (Hamdi. 2015).

Energi terbarukan adalah energi yang bersumber dari alam dan secara berkesinambungan dapat terus diproduksi tanpa harus menunggu waktu jutaan tahun layaknya energi berbasis fosil. Energi terbarukan berasal dari elemen-elemen yang tersedia di bumi dalam jumlah besar, misalnya: matahari, angin, sungai, tumbuhan dan sebagainya. Sumber energi tersebut tidak dapat habis dan dapat terus yang telah dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksplotasi dengan

tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama. Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Dari sekian banyaknya sumber energi tersebut penggunaan energi melalui solar cell / sel surya merupakan alternatif yang paling potensial untuk diterapkan di wilayah Indonesia. (Saiful Manan. 2011).

Solar cell adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada umumnya solar cell memiliki ketebalan 0.3 mm yang berupa irisan bahan semi konduktor dengan kutub (+) positif dan kutub (-) negatif. Apabila cahaya jatuh pada kedua kutub tersebut, maka akan terjadi beda tegangan yang menghasilkan energi listrik yang berarus DC. Prinsip dasar pembuatan solar cell merupakan proses photovoltaic (efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik, prinsip ini ditemukan oleh Baquerel berkebangsaan Prancis pada tahun 1839).

Saat ini, manusia telah menggunakan solar cell yang memanfaatkan panas dari energi matahari untuk memenuhi berbagai kebutuhan, seperti kompor matahari (surya), pemanas air (solar water heating system), penghangat dan pendingin ruangan, pembangkit listrik, serta pemasak surya menggunakan cahaya matahari untuk memasak, mengeringkan, dan proses pasteurisasi. (ascited Virargo, 2015).

Pemanas air adalah alat yang digunakan untuk memanaskan air hingga mencapai suhu panas tertentu sesuai kebutuhan. Dengan pemanas air, air panas dapat diperoleh dengan lebih efisien dan relative murah dibandingkan jika

memasak air dengan tungku api. Memasak air dengan menggunakan gas elpiji sendiri sebenarnya cepat, praktis dan lebih bersih daripada menggunakan tungku api, tetapi karena gas elpiji yang bersifat energi konvensional yang berasal dari minyak bumi tidak dapat diperbaharui, maka apabila ketersediaan tambang minyak bumi habis, maka LPG tidak dapat digunakan lagi. Oleh karena itu Saat ini pemanas air dengan menggunakan energi listrik sudah dikembangkan dan sangat banyak digunakan oleh masyarakat setempat misalnya dispenser. Dispenser adalah alat pemanas air dengan menggunakan energi listrik untuk memanaskan elemen pemanas. Pemanas dengan tenaga listrik seperti dispenser membutuhkan biaya bulanan dan sangat tergantung pada listrik jadi apabila listrik padam, maka alat pemanas listrik ini tidak bisa digunakan lagi dan harganya juga yang relatif mahal. (Purnama dkk, 2015).

Pemanas air bertenaga matahari/surya merupakan teknologi terbaru dan sangat inovatif dalam pengaplikasian pemanas air. Jenis ini jauh lebih efektif dan efisien dari segi biaya, kinerja serta penghematan energi. Pemanas dengan tenaga listrik atau gas membutuhkan biaya bulanan dan sangat tergantung pada listrik serta gas yang merupakan sumber daya alam tak dapat diperbarui. Sedangkan pemanas air tenaga matahari, memanfaatkan sinar matahari yang tersedia melimpah ruah dan merupakan sumber daya alam dapat diperbarui. (Ilham, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka kami akan melakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Pemanas Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya dan Gas.”

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan di atas dapat di rumuskan suatu permasalahan yang harus diselesaikan, antara lain:

- 1) Bagaimana cara membuat alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas?
- 2) Bagaimana prinsip kerja alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas?
- 3) Berapa besar kinerja sel surya dan gas pada alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Untuk memperjelas masalah yang akan dibahas dan agar tidak terjadi permasalahan yang meluas, maka dibuatlah suatu batasan masalah. Adapun ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan laporan seminar tugas skripsi ini yaitu:

- 1) Dapat merancang suatu alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas.

1.4 Tujuan Kegiatan

Adapun tujuan yang akan dicapai berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

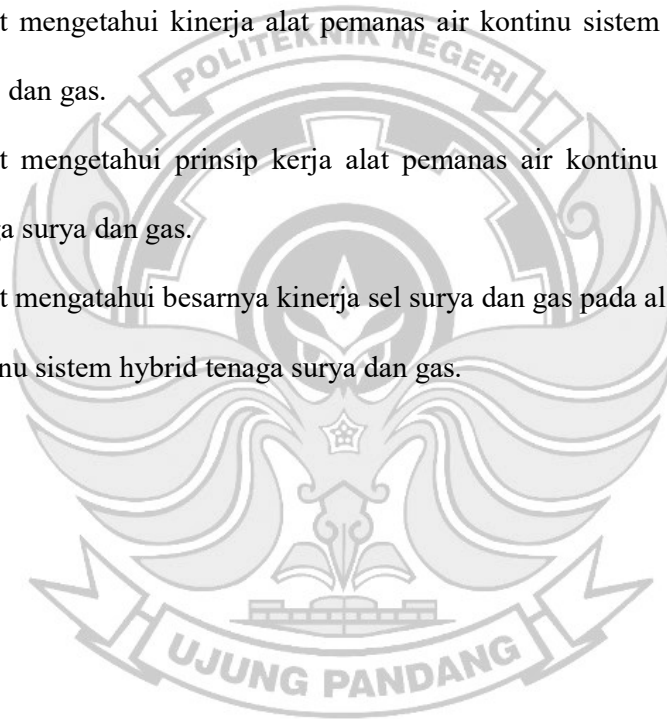
- 1) Untuk menghasilkan alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas.

- 2) Untuk mengetahui prinsip kerja alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas.
- 3) Untuk mengetahui besarnya kinerja sel surya dan gas pada alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas.

1.5 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Dapat mengetahui kinerja alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas.
- 1) Dapat mengetahui prinsip kerja alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas.
- 1) Dapat mengetahui besarnya kinerja sel surya dan gas pada alat pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Konvensional

Energi konvensional adalah sebuah energi yang berasal dari alam, dengan menggunakan bantuan teknologi maka akan membuat energi ini bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan energi di kehidupan sehari-hari. Bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari sisa-sisa tanaman dan hewan prasejarah yang terkubur jauh di dalam bumi jutaan tahun yang lalu karena beberapa proses alami, sehingga bahan bakar fosil termasuk ke dalam sumber energi tak terbarukan. Tanaman dan hewan prasejarah yang terkubur di dalam bumi ini, tanpa adanya oksigen, tekanan, kalor, membuat bakteri mengubahnya menjadi bahan bakar fosil baik berupa minyak, batu bara, maupun gas alam. Dalam pemilihan bahan bakar fosil ada beberapa faktor yang harus diperhatikan diantaranya jumlah kalor yang dihasilkan dari pemanasan, jumlah polusi yang akan dihasilkan, ketersediaannya, serta kemudahan disimpan dan dibawa. Adapun kekurangan dari pembakaran bahan bakar fosil adalah saat proses pembakaran banyak oksidasi asam yang dilepaskan seperti karbon, nitrogen dan belerang yang menjadi penyebab hujan asam. Selain itu, selama proses pembakaran bahan bakar fosil dihasilkan karbon dioksida yang dapat menyebabkan efek rumah kaca.

Energi konvensional adalah energi yang diambil dari sumber yang hanya tersedia dalam jumlah terbatas di bumi dan tidak dapat diregenerasi. Sumber-sumber energi ini akan berakhir cepat atau lambat dan berbahaya bagi lingkungan. Energi konvensional sering disebut sebagai sumber daya energi tak terbarukan

(non-renewable), berupa energi fosil. Energi fosil sebagai sumber energi tak terbarukan suatu saat akan habis karena kecepatan pemakaian lebih cepat dibanding dengan kecepatan pembentukannya. Sumber energi tak terbarukan menunjukkan bahwa energi ini tidak dapat diisi atau dibuat kembali oleh alam dalam waktu yang cepat. Dibawah ini merupakan sumber energi yang tak terbarukan diantaranya: (Melina Andriani Santoso, 2018).

- ❖ Minyak Bumi Menurut teori, minyak bumi berasal dari sisa-sisa binatang kecil dan tumbuhan yang hidup di laut jutaan tahun yang lalu yang mengendap dan mendapat tekanan dari lempengan bumi sehingga secara alami larut dan berubah menjadi minyak bumi.
- ❖ Batubara Batubara adalah batuan sedimen yang berasal dari material organik, yang memiliki kandungan utama berupa karbon, hidrogen dan oksigen. Batubara ini merupakan hasil akumulasi dan material organik pada suatu lingkungan pengendapan tertentu.

Sumber energi fosil pada saatnya akan habis, sehingga diperlukan langkah dini untuk mengatasinya dengan mencari sumber energi terbarukan yang melimpah, gratis, dan tidak polutif.

Tabel 2.1 Sumber dan penggunaan energi konvensional

Sumber Energi Primer Konvensional				
Bahan Bakar Fosil			Bahan Nuklir	
Minyak Bumi			Batu Bara	Gas Alam
Bensin	Solar	LPG		Uranium

Transportasi	Tpansportasi Produksi Listrik-solar genset	Produksi panas Pemanasan untuk industry	Produksi listrik Pemanasan untuk industri	Produksi panas untuk industri Bahan baku untuk produk lain	
--------------	-----------------------------------------------------	-----------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	--

2.1.1 Gas Elpiji

Penggunaan Elpiji di Indonesia adalah sebagai bahan bakar alat dapur (terutama kompor gas). Selain sebagai bahan bakar alat dapur, Elpiji juga cukup banyak digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor (motor yang sudah dimodifikasi). LPG (liquefied petroleum gas) adalah gas bumi yang dicairkan dengan komponen utama propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Komponennya didominasi propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Elpiji juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12}).

Dalam kondisi atmosfer, elpiji akan berbentuk gas. Volume elpiji dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karena itu elpiji dipasarkan dalam bentuk cair dalam tabung-tabung logam bertekanan. Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi panas (*thermal expansion*) dari cairan yang dikandungnya, tabung elpiji tidak diisi secara penuh, hanya sekitar 80-85% dari kapasitasnya. Rasio antara volume gas bila menguap dengan gas dalam keadaan cair bervariasi tergantung komposisi, tekanan dan temperatur, tetapi

biasaya sekitar 250:1. Tekanan di mana elpiji berbentuk cair, dinamakan tekanan uap-nya, juga bervariasi tergantung komposisi dan temperatur; sebagai contoh, dibutuhkan tekanan sekitar 220 kPa (2.2 bar) bagi butana murni pada 20 °C (68 °F) agar mencair, dan sekitar 2,2 MPa (22 bar) bagi propana murni pada 55 °C (131 °F).



Gambar 2.1 Gas Elpiji

Berikut ini adalah persamaan rumus yang digunakan pada gas:

1. Input Gas

$$Q_{in} = M_{bb} \times c_{gas} \dots \dots \dots (2-1)$$

Dimana: Q_{in} = Energi input (J)

M_{bb} = Massa (Kg)

c_{gas} = Kalor Jenis gas elpiji

2. Output Gas

$$Q_{out} = m \times c \times \Delta T \dots \dots \dots (2-2)$$

Dimana: Q_{out} = Energi output (J)

m = Massa (Kg)

C = Kalor jenis (J/kg°C)

ΔT = Perubahan suhu (°C)

3. Efisiensi Gas

$$\eta_{\text{gas}} = \frac{Q_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2-3)$$

Dimana: η = Efisiensi (%)

2.2 Energi Terbarukan

Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, meliputi sumber energi surya, sumber energi air dan mikrohidro, sumber energi angin, sumber energi panas bumi, sumber energi gelombang laut, dan sumber energi biomassa. Energi terbarukan adalah energi yang bersumber dari alam dan secara berkesinambungan dapat terus diproduksi tanpa harus menunggu waktu jutaan tahun layaknya energi berbasis fosil. Sumber alam yang dimaksud dapat berasal dari matahari, panas bumi (*geothermal*), angin, air (*hydropower*) dan berbagai bentuk dari biomassa. Sumber energi tersebut tidak dapat habis dan dapat terus diperbaharui. Energi surya atau matahari merupakan salah satu energi terbarukan yang telah dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksplotasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama.

Ada banyak alasan mengapa energy terbarukan menjadi pilihan, diantaranya; relative tidak mahal, bersifat netral karbon, kebanyakan tidak menimbulkan polusi dan semakin mendapat dukungan dari berbagai pihak untuk menggantikan solusi energy tidak terbarukan berbasis bahan bakar minyak. Lebih lanjut, mengimplementasikan teknologi ini dapat memberikan peluang kemandirian kepada masyarakat untuk mengelola dan mengupayakan kebutuhan energy sendiri serta solusinya. Energi terbarukan berasal dari elemen elemen alam yang tersedia

dibumi dalam jumlah yang besar, misalnya: matahari, angin, sungai, tumbuhan dan sebagainya.

Manfaat energi terbarukan adalah:

- ❖ Tersedia secara melimpah
 - ❖ Ramah lingkungan (rendah atau tidak ada limbah dan polusi)
 - ❖ Sumber energi bisa dimanfaatkan secara cuma-cuma dengan investasi teknologi yang sesuai
 - ❖ Tidak memerlukan perawatan yang banyak di bandingkan dengan sumber sumber energy konvensional dan mengurangi biaya operasi
 - ❖ Membantu mendorong perekonomian dan menciptakan peluang kerja
 - ❖ Lebih murah dibandingkan energi konvensional dalam jangka panjang
 - ❖ Distribusi energy bisa diproduksi diberbagai tempat, tidak tersentralistis
- (Arahim, Andry Anggoro. 2017)

2.2.1 Energi Surya

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi. Energi surya sampai ke bumi dalam bentuk paket-paket energi yang disebut foton.

Di Indonesia yang merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan insolasi harian rata-rata 4,5-4,8 KWh/m² / hari. Akan tetapi energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem.

Radiasi yang diterima dipermukaan bumi tergantung 4 faktor, yaitu:

- ❖ Jarak matahari. Setiap perubahan jarak bumi dan matahari menimbulkan variasi terhadap penerimaan energy matahari.
- ❖ Intensitas radiasi matahari. Yaitu besar kecilnya sudut datang sinar matahari pada permukaan bumi. Jumlah yang diterima berbanding lurus dengan besarnya sudut datang. Sinar dengan sudut datang yang miring kurang memberikan energy pada permukaan bumi disebabkan karena energinya tersebar pada permukaan yang luas dan juga sinar tersebut harus menempuh lapisan atmosfer yang lebih jauh ketimbang jika sinar dengan sudut datang yang tegak lurus.
- ❖ Panjang hari (sunduration), yaitu jarak dan lamanya antara matahari terbit dan matahari terbenam.
- ❖ Pengaruh atmosfer. Sinar yang melalui atmosfer sebagian akan diabsorpsi oleh gas gas, debu dan uap air, dipantulkan kembali, dipancarkan dan sisanya diteruskan kepermukaan bumi.

(JIF, Vol 4 No 1, Maret 2012).

2.2.2 Sel Surya

Sel surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik dengan prinsip Photovoltaic atau efek Photovoltaic. (Deny Suryana, 2016: vol 1).

Efek *Photovoltaic* adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektron yang dihubungkan dengan system padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, sel

surya atau *solar cell* sering juga disebut dengan sel *Photovoltaic* (PV). Efek *Photovoltaic* ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839, dimana Becquerel mendeteksi adanya tegangan foto ketika sinar matahari mengenai elektroda pada larutan elektrolit. Alat ini digunakan secara individual sebagai alat pendeteksi cahaya pada kamera maupun digabung seri maupun paralel untuk memperoleh suatu harga tegangan listrik yang dikehendaki sebagai pusat penghasil tenaga listrik (Heri Junial, tanpa tahun).

Saat tengah hari yang cerah radiasi sinar matahari mampu mencapai 1000 watt per meter persegi. Jika sebuah piranti semikonduktor satu meter persegi memiliki efisiensi 10%, maka modul sel surya ini mampu memberikan tenaga listrik sebesar 100 watt. Modul sel surya komersial memiliki efisiensi berkisar antara 5% hingga 15% tergantung material penyusunnya. Tipe silikon kristal merupakan jenis piranti sel surya yang memiliki efisiensi tinggi meskipun biaya pembuatannya relatif lebih mahal dibandingkan jenis sel surya lainnya. Masalah yang paling penting untuk merealisasikan sel surya sebagai sumber energi alternatif adalah efisiensi piranti sel surya dan harga pembuatannya. Efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan antara tenaga listrik yang dihasilkan oleh piranti sel surya dibandingkan dengan jumlah energi cahaya yang diterima dari pancaran sinar matahari. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebenarnya tergantung pada efisiensi konversi energi dan konsentrasi sinar matahari yang diterima sel tersebut (Awang Riyadi, 2008).

2.2.3 Panel Surya



Gambar 2.2 Panel Surya

Sumber: suryautamaputra.co.id

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atas Matahari atau "sol" karena Matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel fotovoltaik, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya-listrik". Sel surya atau sel PV bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi Matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. 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. Panel surya juga memiliki lapisan anti reflektif yang menahan sinar matahari yang datang sehingga tidak terpantul kembali. Panel inilah

yang membedakannya dengan material lain. Jadi, walaupun sekilas terlihat seperti kaca, namun tidak ada energi yang terpantul kembali. Sistem inilah yang disebut dengan nama photovoltaic. Sistem ini berasal dari kata photo yang berarti cahaya, dan volt yang berarti tegangan listrik. Maka sistem photovoltaic adalah mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Panel surya tidak bekerja sendiri untuk menyimpan energi listrik yang sudah dihasilkan. Ketika pemasangan panel, maka akan dipasang juga baterai khusus yang berguna untuk menyimpan energi yang sudah dihasilkan oleh panel. Ketika siang hari, maka energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya bisa langsung digunakan untuk kebutuhan, kemudian sisanya akan tersimpan otomatis ke dalam baterai. Sehingga ketika sudah tidak ada matahari pun, rumah atau gedung yang menggunakan panel surya sebagai sumber energinya tetap bisa menggunakan listrik yang berasal dari baterai. (Marsudi, Djiteng (2005).

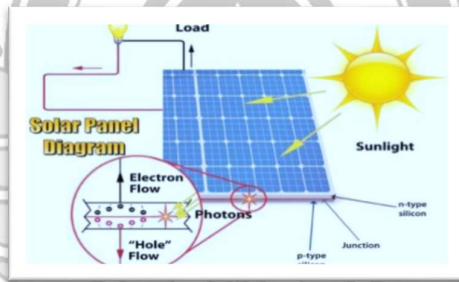
2.2.4 Prinsip Kerja Sel Surya

Apabila Sel Surya terkena sinar Matahari, Foton yang merupakan partikel sinar Matahari tersebut menghantam/menekan atom semikonduktor silikon Sel Surya sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan Negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan Elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan “hole” dengan muatan Positif (+).

Daerah Semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai Pendorong elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan Semikonduktor tipe N (N-type). Sedangkan daerah semikonduktor dengan Hole

bersifat Positif dan bertindak sebagai Penerima (*Acceptor*) elektron yang dinamakan dengan Semikonduktor tipe P (P-type).

Di persimpangan daerah Positif dan Negatif (PN Junction), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan hole untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron akan bergerak menjauhi daerah Negatif sedangkan Hole akan bergerak menjauhi daerah Positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu maupun perangkat listrik lainnya di Persimpangan Positif dan Negatif (PN Junction) ini, maka akan menimbulkan Arus Listrik. Dengan menggunakan konverter maka daya listrik dc dapat berubah menjadi daya listrik ac sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik. (Noer Soedjarwanto, 2015).



Gambar 2.3 Proses Perubahan Cahaya Menjadi Arus Listrik

Berikut ini adalah persamaan rumus yang digunakan pada panel surya (Julisman dkk., 2017):

1) Daya Input

$$P_{in} = G \times A \dots\dots\dots(2-4)$$

Dimana P_{in} = Daya input sel fotovoltaik (watt)

G = Intensitas radiasi matahari (watt/m^2)

A = Luasan sel fotovoltaik (m^2)

2) Daya Output

$$P_{out} = V \times I \dots \dots \dots (2-5)$$

Dimana P_{out} = Daya output sel fotovoltaik (watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

3) Efisiensi

$$\eta = (P_{out} / P_{in}) \times 100\% \dots \dots \dots (2-6)$$

2.3 Baterai (Accu)

Baterai atau aki bekerja atas dasar pengisian dan pengosongan energi listrik yang terdapat di dalamnya. Pada saat aki dipakai, maka terjadi pengosongan, dimana kedua elektrodanya akan menjadi timbal sulfat. Hal ini disebabkan kedua elektroda yang ber-reaksi terhadap larutan asam sulfat. Pada reaksi tersebut elektroda timbal melepaskan banyak elektron, akibatnya terjadi aliran listrik dari timbal dioksidanya. Dalam aki terdapat sel untuk menyimpan arus yang mengandung asam sulfat. Tiap sel berisikan pelat positif dan pelat negatif. Pada pelat positif mengandung mengandung oksida timah coklat (PbO_2), sedangkan pelat negatif mengandung timah (Pb). Pelat-pelat di tempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai acid mudah beredar di seliling pelat. (Faqih, 2015).

Baterai berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk menyuplai beban, selama waktu adanya matahari, array panel menghasilkan daya listrik. Kapasitas aki ditentukan dengan satuan Amper-jam (Ampere-hours atau disingkat dengan satuan Ah).



Gambar 2.4 Baterai
Sumber: <http://batterycity.co.id>

2.4 Solar Charge Controller

Rangkaian regulator pengisian aki dalam system sel surya itu merupakan rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian aki dan proses suplai listrik ke beban.

Solar charge controller /MPPT merupakan seperangkat komponen elektronika yang berfungsi untuk:

- Mengatur transfer energi dari modul surya (PV) ke Accumulator/Baterai dan ke beban secara efisien dan semaksimal mungkin
- Melindungi baterai dari pengisian berlebih (overcharge) dengan cara memutuskan proses pengisian baterai pada tegangan batas atas
- Melindungi pengosongan berlebih (overdischarge) dengan memutuskan proses pengosongan baterai



Gambar 2. 5 Solar charge controller

2.5 Inverter

Inverter adalah alat kontrol yang digunakan untuk merubah tegangan 12 VDC atau 24 VDC menjadi tegangan 220 VAC. Sehingga memungkinkan untuk menjalankan berbagai peralatan listrik dengan standar listrik PLN. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam memilih inverter:

1. Kapasitas beban dalam Watt, usahakan memilih inverter yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang hendak kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal.
2. Input DC 12 Volt atau 24 Volt.
3. Sinewave ataupun square wave output AC.

Rugi-rugi / losses yang terjadi pada inverter biasanya berupa dissipasi daya dalam bentuk panas. Pada umumnya efisiensi inverter adalah berkisar 50-90% tergantung dari beban outputnya. Bila beban outputnya semakin mendekati beban kerja inverter yang tertera maka effisiensinya semakin besar, demikian pula sebaliknya.

$$C_{inverter} = W_{total} + (25\% \times W_{total}) \dots \dots \dots (2-7)$$

Dimana W_{total} = daya total sistem saat beroperasi

25% = daya cadangan untuk memenuhi kebutuhan starting alat listrik.



Gambar 2.6 Inverter

2.6 Elemen Pemanas

Energi listrik dapat menghasilkan energi panas. Jadi, ketika elemen tersebut dialiri oleh arus listrik dalam waktu tertentu, maka sebagian arus listrik yang ada akan berubah menjadi energi panas.



Gambar 2.7 Elemen Pemanas

Elemen Pemanas merupakan piranti yang mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses Joule Heating. Prinsip kerja elemen panas adalah arus listrik yang mengalir pada elemen menjumpai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen. Persyaratan elemen pemanas antara lain:

- ❖ Harus tahan lama pada suhu yang dikehendak
- ❖ Sifat mekanisnya harus kuat pada suhu yang dikehendaki

- ❖ Koefisien muai harus kecil, sehingga perubahan bentuknya pada suhu yang dikehendaki tidak terlalu besar
- ❖ Tahanan jenisnya harus tinggi.
- ❖ Koefisien suhunya harus kecil, sehingga arus kerjanya sedapat mungkin konstan. (eprints.umm, Oktober 2018).

Pemanas listrik banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun pada peralatan dan mesin industri. Bentuk dan type dari Electrical Heating Element ini bermacam macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (Resistance Wire) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan.

Ada 2 macam jenis utama pada elemen pemanas listrik ini yaitu:

- ❖ Elemen Pemanas Listrik bentuk Dasar yaitu elemen pemanas dimana Resistance Wire hanya dilapisi oleh isolator listrik, macam-macam elemen pemanas bentuk ini adalah: Keramik Heater, Silica Dan Quartz Heater, Bank Channel heater, Black Body Keramik Heater.
- ❖ Elemen Pemanas Listrik Bentuk Lanjut merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuain terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah: mild stell, stainless stell,

tembaga dan kuningan. Heater yang termasuk dalam jenis ini antarlain Tubular Heater, Catrid Heater Band, Nozzle & Stripe Heater.

2.7 Instrumen Pengukuran

2.7.1 Wattmeter

Wattmeter elektronik digital modern/energy meter menghasilkan sampel tegangan dan arus ribuan kali dalam sedetik. Nilai rata-rata tegangan instan yang dikalikan dengan arus adalah true power (daya murni). Daya murni yang dibagi oleh volt-ampere (VA) nyata adalah power factor. Rangkaian komputer menggunakan nilai sampel untuk menghitung tegangan RMS, arus RMS, VA, power (watt), power factor, dan kilowatt-hours (kwh). Model yang sederhana menampilkan informasi tersebut pada layar display LCD. Model yang lebih canggih menyimpan informasi tersebut dalam beberapa waktu lamanya, serta dapat mengirimkannya ke peralatan lapangan atau lokasi pusat.



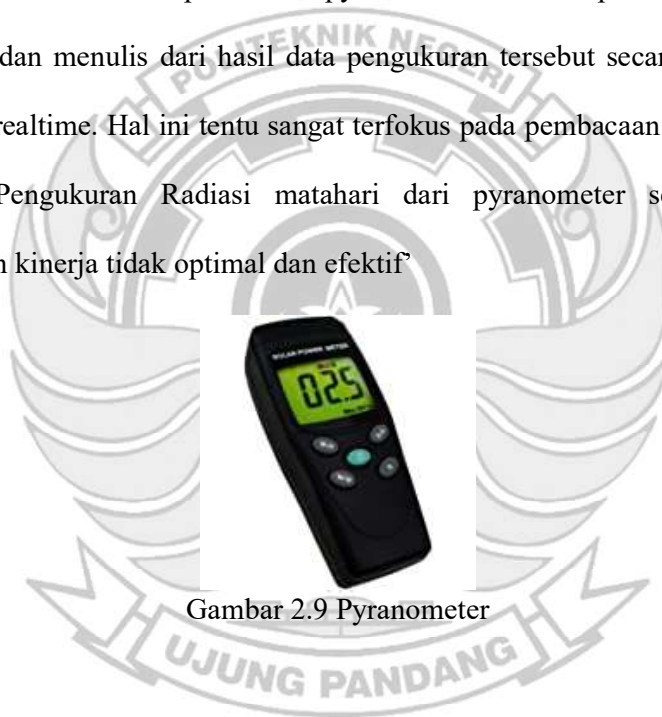
Gambar 2.8 Wattmeter

2.7.2 Sensor Suhu

Sensor suhu adalah alat yang digunakan untuk mengubah besaran panas menjadi besaran listrik yang dapat dengan mudah dianalisis besarnya. Ada beberapa metode yang digunakan untuk membuat sensor ini, salah satunya dengan cara menggunakan material yang berubah hambatannya terhadap arus listrik sesuai dengan suhunya.

2.7.3 Pyranometer

Pyranometer merupakan sebuah alat untuk mengukur radiasi matahari. Dalam Pyranometer terdapat sebuah sensor, yaitu sensor yang berfungsi untuk membaca nilai dari radiasi matahari yang terpancar ke bumi realtime pada saat diterima. Pada kondisi saat ini pengukuran Pyranometer masih dilakukan secara manual, dimana untuk melihat hasil pembacaan pada sensor pyranometer harus selalu terpaku pada monitor tampilan alat pyranometer selama proses pengukuran berlangsung dan menulis dari hasil data pengukuran tersebut secara manual dan tidak secara realtime. Hal ini tentu sangat terfokus pada pembacaan dan penulisan data hasil Pengukuran Radiasi matahari dari pyranometer secara manual menyebabkan kinerja tidak optimal dan efektif



Gambar 2.9 Pyranometer

2.8 Arduino

Arduino merupakan sebuah perangkat elektronik yang bersifat open source dan sering digunakan untuk merancang dan membuat perangkat elektronik serta software yang mudah untuk digunakan. Arduino ini dirancang sedemikian rupa untuk mempermudah penggunaan perangkat elektronik diberbagai bidang .

Arduino memiliki beberapa komponen penting didalamnya , seperti pin, mikrokontroler, dan konektor .Selain itu, Arduino juga sudah menggunakan bahasa pemrograman Arduino Language. Biasanya Arduino dipakai untuk mengembangkan beberapa sistem seperti pengatur suhu, sensor untuk bidang agrikultur, pengendali peralatan pintar,dan masih banyak lagi .



Gambar 2.10 Arduino



BAB III METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Lokasi pembuatan Rancang Bangun Pemanas Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya dan Gas dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Waktu pembuatan dan pengerjaan rancang bangun ini dilakukan selama 5 bulan mulai dari bulan Maret sampai dengan Agustus 2022.

3.2 Alat dan Bahan

Dalam pembuatan ini akan digunakan berbagai alat dan bahan. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

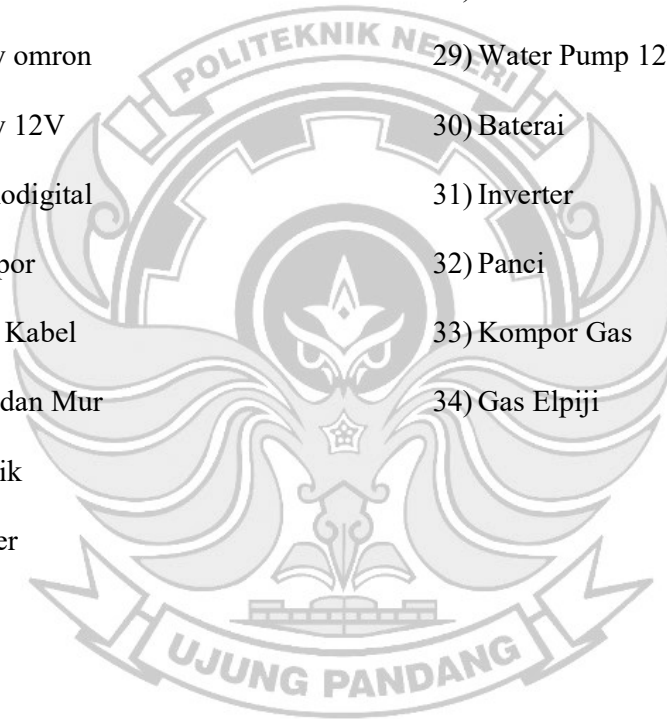
3.2.1 Alat

- | | |
|-------------------|---------------|
| 1) Gerinda | 7) Bor tangan |
| 2) Las listrik | 8) Solder |
| 3) Obeng | 9) Isolasi |
| 4) Tang Potong | 10) Laptop |
| 5) Tang Kombinasi | 11) Mesin las |
| 6) Piranometer | |

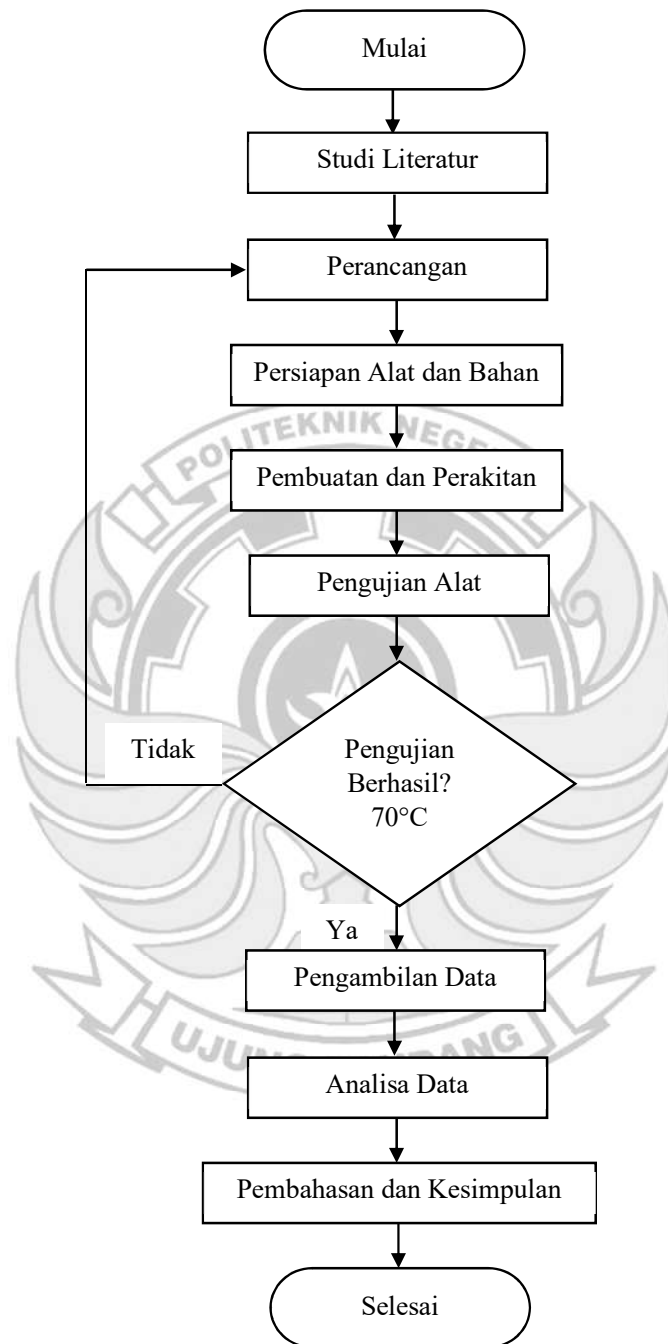
3.2.2 Bahan

- | | |
|------------------------|----------------|
| 1) Kabel | 4) Panel Surya |
| 2) Besi siku | 5) Panel Box |
| 3) Elemen pemanas 300W | 6) MCB DC |

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 7) Wattmeter | 22) Timer Digital |
| 8) PZEM-004T | 23) Timer Swieth |
| 9) Steker | 24) Solenoid Valve 12V |
| 10) Stop Kontak | 25) Sensor Temperatur |
| 11) Terminal Listrik Tunggal | 26) Pemantik Elektrik |
| 12) Solar charge controller | 27) Busi Jarum Ignition |
| 13) Auto Cut Off XH-M601 | 28) Arduino Modul |
| 14) Relay omron | 29) Water Pump 12V |
| 15) Relay 12V | 30) Baterai |
| 16) Termodigital | 31) Inverter |
| 17) Kompor | 32) Panci |
| 18) Skun Kabel | 33) Kompor Gas |
| 19) Baut dan Mur | 34) Gas Elpiji |
| 20) Akrilik | |
| 21) Spacer | |



3.3 Prosedur/Langkah Kerja



Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan Tugas Akhir

3.3.1 Studi Literatur

Pada tahap perencanaan dilakukan studi literatur mengenai judul yang akan diangkat dengan tujuan mengumpulkan informasi agar memudahkan dalam pengerjaan rancang bangun.

3.3.2 Perancangan

Tahap perancangan merupakan langkah awal sebelum diaplikasikan Rancang Bangun Pemanas Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya dan Gas. Tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum dari sistem yang akan berjalan dan mempertimbangkan beberapa rancangan agar Pemanas Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya dan Gas ini beroperasi dengan optimal.

3.3.2.1 Spesifikasi Panel surya

Jenis panel surya yang digunakan adalah monocristaline dengan ukuran Panjang = 1,125m dan lebar = 0,68 m. Adapun spesifikasi panel antaralain :

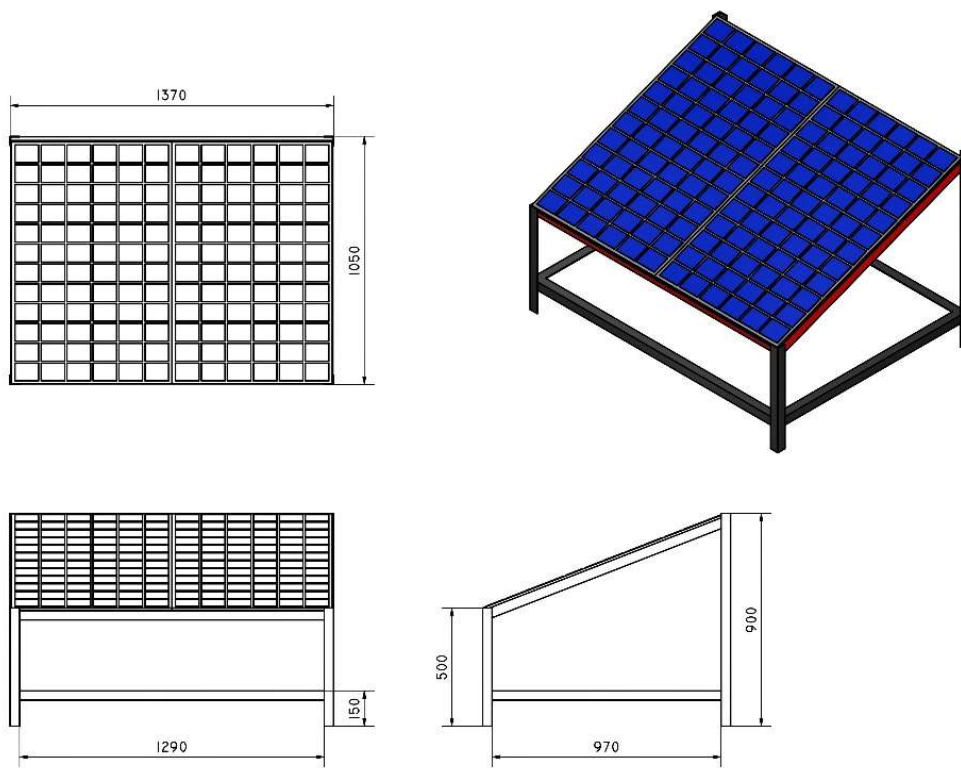
Tabel 3.1 Spesifikasi Panel Surya

Modul	PV V-120W
Daya Peak (Pmax)	120W
Tegangan Peak (Vmpp)	18.2V
Arus Peak (Impp)	5.5 A
Arus Short Circuit (Isc)	5.88A
Tegangan Open Circuit (Voc)	21.51 V
Tegangan Max System	1000V DC
Tolerance	+5 %

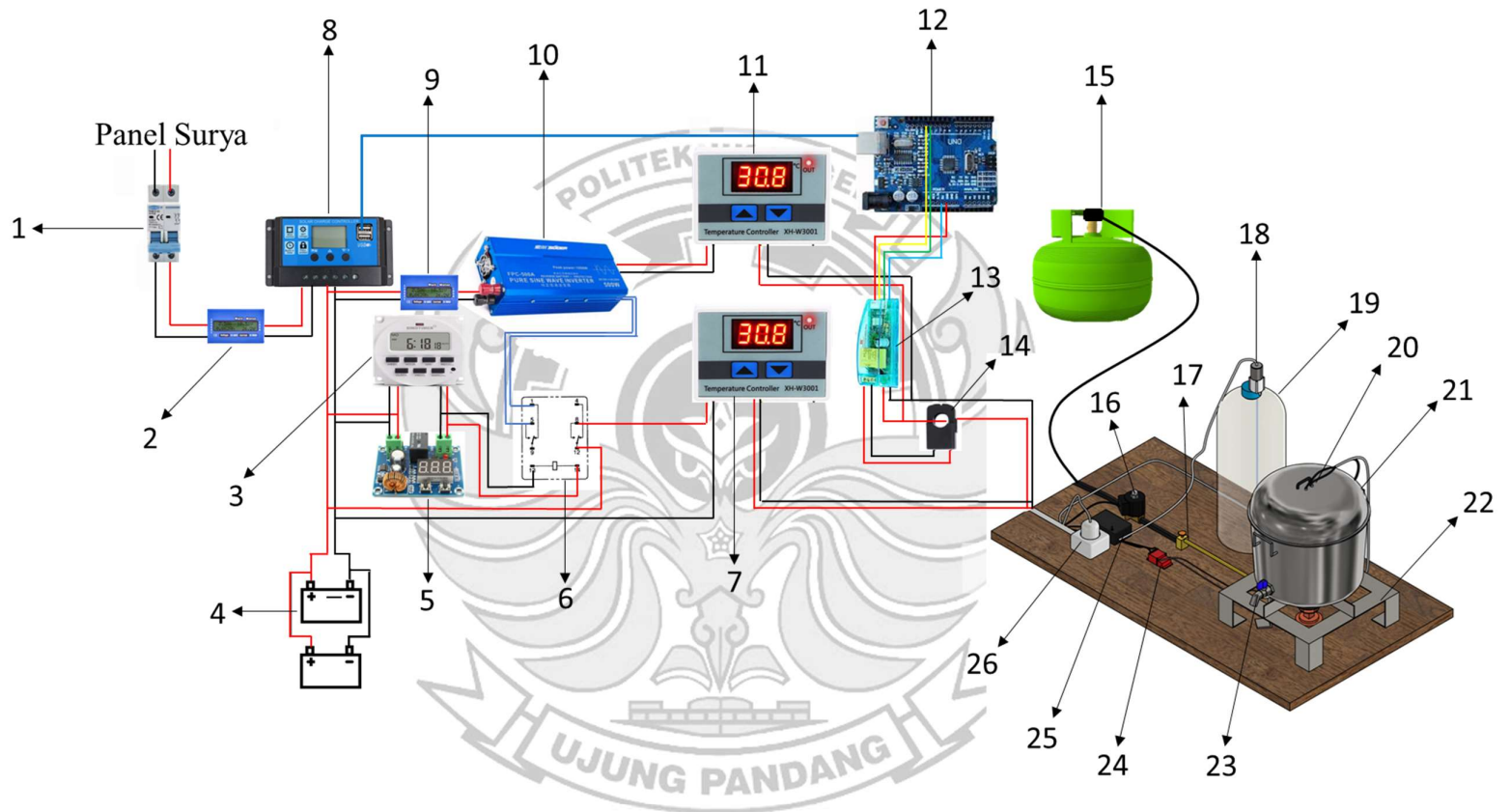
3.3.3 Perakitan dan Pembuatan

Prosedur Pembuatan dan perakitan rangka panel surya dan gas yaitu sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan.
- 2) Membuat rangka dengan cara dilas yang akan berfungsi sebagai penyangga panel surya dan kompor, rangka ini terbuat dari bahan besi profil L.
- 3) Memasang panel surya pada rangka yang sudah dilas.
- 4) Memasang SCC, Inverter, MCB DC, dan Temodigital pada panel box.
- 5) Memasang lampu indicator pada pintu panel box.
- 6) Memasang Relay dan Arduino pada akrilik kemudian dipasang di dalam panel box.
- 7) Memasang Wattmeter dan Peacefair PZEM
- 8) Memasang Steker pada Inverter dan Terminal pada pintu panel box.
- 9) Menginput progam pada Arduino untuk pembacaan daya, tegangan, arus, dan energi yang dipakai elemen pemanas.
- 10) Membuat kotak untuk Baterai sehingga mudah untuk diparalel.
- 11) Memasang Kompor, Solenoid, Pemantik dan Tungka pada papan rangkaian.
- 12) Memasang Relay 12v, Timer delay, dan Saklar pada box kemudian dipasang pada papan rangkaian.
- 13) Memasang Heater dan Sensor temperature pada tutup panic.
- 14) Memasang Water Pump pada papan rangkaian.
- 15) Memasang Tabung Gas dan Regulator yang tersambung ke Solenoid.



Gambar 3.2 Rancangan Rangka Panel Surya



Gambar 3.3 Skema Alat

Keterangan Gambar:

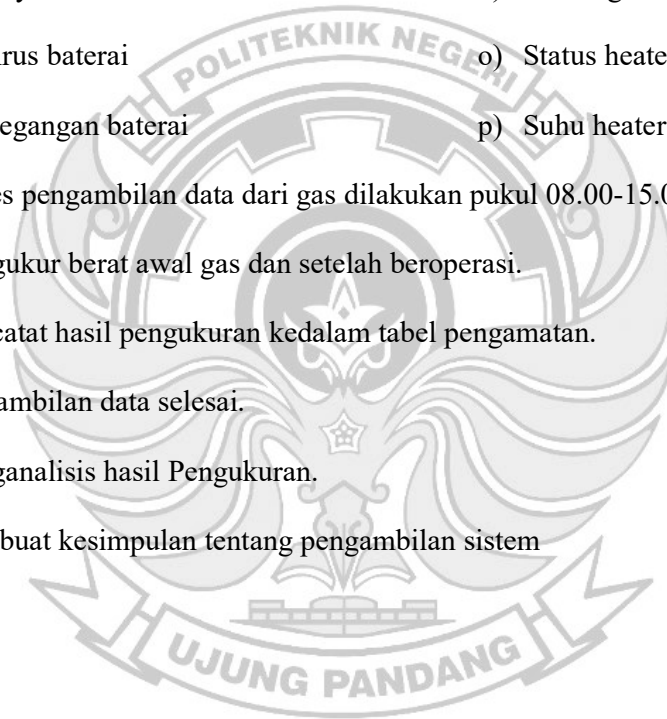
- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. MCB DC | 14. Curren transformer |
| 2. Wattmeter | 15. Tabung gas |
| 3. Timer digital | 16. Solenoid valve 12V |
| 4. Baterai | 17. Kompor satu tungku |
| 5. Auto cut off modul | 18. Water pump 12v |
| 6. Relay omrom | 19. Galon |
| 7. Termodigital 12V | 20. Heater |
| 8. Solar charge control | 21. Sensor suhu |
| 9. Wattmeter | 22. Tungku |
| 10. Inverter | 23. Kran |
| 11. Termodigital | 24. Pemantik elektrik |
| 12. Arduino uno | 25. Box |
| 13. PZEM-004T | 26. Steker dan Stop konta |

3.3.4 Prosedur Pengujian Alat

Setelah merancang bangun selesai, maka akan dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dan pengambilan data dilakukan untuk mengetahui daya keluaran yang dihasilkan dari Alat Pemanas Air Kontinu Sistem Hybrid Tenaga Surya Dan Gas.

- 1) Menyiapkan alat dan bahan
- 2) Merangkai panel surya dan peralatan lainnya sesuai pada gambar rangkaian.
- 3) Proses pengambilan data dari sel surya dan baterai dilakukan pada pukul 10.00-15.00 WITA.

- 4) Untuk data yang dicatat meliputi:
- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| a) Intensitas radiasi matahari | i) Energi baterai |
| b) Daya panel surya | j) Daya heater |
| c) Arus panel surya | k) Arus heater |
| d) Tegangan panel surya | l) Tegangan heater |
| e) Energi panel surya | m) Energi heater |
| f) Daya baterai | n) Massa gas |
| g) Arus baterai | o) Status heater dan kompor |
| h) Tegangan baterai | p) Suhu heater dan kompor |
- 5) Proses pengambilan data dari gas dilakukan pukul 08.00-15.00 WITA.
- 6) Mengukur berat awal gas dan setelah beroperasi.
- 7) Mencatat hasil pengukuran kedalam tabel pengamatan.
- 8) Pengambilan data selesai.
- 9) Menganalisis hasil Pengukuran.
- 10) Membuat kesimpulan tentang pengambilan sistem



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Komponen

4.1.1. Analisis Pemakaian Beban

Setelah memperoleh data spesifikasi alat dan data penggunaan beban maka dapat dihitung kebutuhan beban per hari seperti berikut:

Tabel 4.1 Pemakaian Beban

Beban	Daya (W)	Quantity (pcs)	Total Daya (W)	Lama Pemakaian (H)	Konsumsi Energy (kWh)
Heater AC	350	1	350	8	2,4

4.1.2. Menentukan Kapasitas PV Modul

Jika beban sudah diketahui, maka perlu dihitung berapa luas PV area yang digunakan, maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui : P = 1,125 m

L = 0,680 m

Maka luas PV area yang digunakan Yaitu:

$$A = P \times L$$

$$A = 1,125 \text{ m} \times 0,680 \text{ m}$$

$$A = 0.765 \text{ m}^2$$

4.1.3. Menentukan Kapasitas Baterai

Jadi jika Luas PV area sudah diketahui, maka perlu dihitung berapa kapasitas baterai yang dipakai, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Diketahui: } V = 12 \text{ V}$$

$$I = 85 \text{ Ah}$$

Maka kapasitas Baterainya yaitu:

$$Wh = A \times V$$

$$Wh = 85 \text{ Ah} \times 12 \text{ V}$$

$$Wh = 1020 \text{ Wh}$$

$$Wh = 1020 \text{ Wh} \times 80\%$$

$$Wh = 816 \text{ Wh}$$

Jika beban listrik yang digunakan adalah 350 Watt, maka aki dapat dipakai

Selama:

$$t = \frac{Wh}{P}$$

$$t = \frac{816 \text{ Wh}}{350 \text{ W}}$$

$$t = 2.331 \text{ h}$$

4.1.4. Menentukan Kapasitas Inverter

Jadi apabila daya tertinggi yang dapat dihasilkan dari PV, sudah diketahui, maka perlu kita hitung juga berapa kapasitas inverter yang digunakan dengan cara berikut ini:

$$\text{Diketahui: } W_{\text{Panel}} = 120 \text{ watt} \times 2 = 240 \text{ Watt}$$

$$W_{\text{Inverte}} = 1000 \text{ Watt}$$

Maka rasio array Inverter:

$$r = \frac{WP_{panel}}{WP_{inverter}}$$

$$r = \frac{240 \text{ Watt}}{1000 \text{ Watt}}$$

$$r = 0,24$$

Sebagian besar instalasi akan memiliki rasio antara 1,15 hingga 1,25 maka produsen inverter dan tata surya biasanya tidak merekomendasikan rasio yang lebih tinggi dari 1,55, jadi dengan sederhananya karena kita membutuhkan daya untuk menyalakan beban 350 Watt maka ukuran inverter yang ideal adalah 400-450 Watt.

4.2. Pengujian Alat

4.2.1 Pengujian Solar Cell



Gambar 4.1 Panel Surya

Gambar 4.1 adalah gambar panel surya, jenis panel surya yang digunakan adalah, yang berfungsi untuk mengubah energi matahari yang tersedia menjadi listrik yang dapat digunakan. Sebagai contoh hasil pengujian, ditampilkan pada

tabel 4.2 berikut pada tanggal 09 agustus 2022, untuk data selengkapnya ada pada lampiran A6.

Tabel 4.2 Pengujian Panel Surya (Lampiran A6)

Data Pengujian ke-9					
Waktu	Intensitas Cahaya (W/m ²)	Daya (W)	Arus (A)	Tegangan (V)	Energi (kWh)
12.00	1002	158.1	11.58	12.37	151

4.2.2 Pengujian Auto Cut Off Modul



Gambar 4.2 Gambar Rangkaian Prototype



Gambar 4.3 Prototype Auto Cut Off Modul

Gambar 4.3 adalah gambar Prototype Auto Cut Off Modul jenis dari auto cut off modul yang digunakan adalah LVD XH-M609, dimana auto cut modul ini berfungsi untuk mengontrol tegangan dalam aki agar tidak terlalu drop apabila

dipakai. Sebagai contoh hasil pengujian , ditampilkan pada tabel 4.3 berikut pada tanggal 09 agustus 2022, untuk data selengkapnya ada pada lampiran A6.

Tabel 4.3 Pengujian Auto Cut Off Modul (Lampiran A6)

Data Pengujian ke-9				
Waktu	Tegangan Aki (V)	Status Relay	Status Inverter	Status Kompor
12.00	11	Off	On	Off

4.2.3 Pengujian Termocouple



Gambar 4.4 Prototype Termocouple

Gambar 4.7 adalah gambar Prototype Termocouple dimana jenis termocouple yang digunakan adalah sensor wáterproof DS18B20, dimana terdapat dua termocouple yakni termocouple 220 V yang berfungsi menghitung suhu air dalam panci ketika heater on dan gas off dan termocouple 12 V yang berfungsi untuk mengukur suhu air dalam panci ketika gas on dan heater off. Sebagai contoh hasil pengujian , ditampilkan pada tabel 4.4 berikut pada tanggal 04 agustus 2022, untuk data selengkapnya ada pada lampiran A1.

Tabel 4.4 Pengujian Termocouple (Lampiran A1)

Data Pengujian ke-2 dan 3				
Waktu	Termocouple 220 V		Termocouple 12 V	
	Suhu (°C)	Status Heater	Suhu (°C)	Status Kompor
10.00	30.3	Off	30.3	On
10.15	54	On	54	Off

4.2.4 Pengujian Sensor PZEM 004



Gambar 4.5 Prototype Sensor PZEM 004

Gambar 4.7 adalah gambar prototype sensor arus dimana jenis sensor yang digunakan adalah PZEM-004T sensor ini berfungsi untuk mendeteksi / mengukur daya, arus, tegangan, dan PF yang terpakai pada heater. Sebagai contoh hasil pengujian, ditampilkan pada tabel 4.5 berikut pada tanggal 09 agustus 2022, untuk data selengkapnya ada pada lampiran A6.

Tabel 4.5 Pengujian Sensor PZEM 004 (Lampiran A6)

Data Pengujian ke-9					
Waktu	Daya (W)	Arus (A)	Tegangan (A)	Energi (kWh)	Status Heater
12.00	279.1	1,4	200	0,410	On

4.2.5 Pengujian Kompor Gas



Gambar 4.6 Prototype Kompor Gas Otomatis

Gambar 4.9 adalah gambar prototype kompor gas otomatis dimana jenis kompor gas yang digunakan adalah kompor gas stick yang berfungsi sebagai perapian untuk memasak air. Sebagai contoh hasil pengujian, ditampilkan pada tabel 4.6 berikut pada tanggal 10 agustus 2022, untuk data selengkapnya ada pada lampiran A7.

Tabel 4.6 Pengujian Kompor Gas (Lampiran A7)

Data Pengujian ke-2 dan 3				
Waktu	Suhu (oC)	Status Kompor	Status Solenoid	Status Pemantik
10.15	48	On	On	On
10.30	64,1	On	On	Off

4.2.6 Pengujian Pompa Air Galon Otomatis



Gambar 4.7 Prototype Pompa Air Galon

Gambar 4.9 merupakan gambar prototype pompa air galon di mana jenis pompa yang digunakan adalah 12 Volt. Fungsi dari pompa ini adalah untuk memompa air ke dalam panci agar air yang ada dalam panci tetap stabil atau tetap sama apabila air tersebut kita gunakan ataupun menguap. Sebagai contoh hasil pengujian, ditampilkan pada tabel 4.7 berikut pada tanggal 04 agustus 2022, untuk data selengkapnya ada pada lampiran A1.

Tabel 4.7 Pengujian Pompa Air Galon Otomatis (Lampiran A1)

Data Pengujian ke-10 dan 11		
Waktu	Level Air (ltr)	Status Pompa
12.00	5	On
12.15	5	On

4.3 Hasil pengujian

Data hasil pengujian diperoleh dengan melakukan pengukuran besaran yang diperlukan dalam kegiatan ini, mencakup:

- Intensitas radiasi matahari, G (Watt/m²)
- Daya output panel surya (W)
- Arus(A)
- Tegangan(V)
- Energi panel surya(kWh)
- Daya Baterai (W)
- Arus baterai(A)
- Tegangan baterai (V)
- Energi Baterai (kWh)
- Daya Heater (W)
- Arus Heater (A)
- Tegangan Heater (V)
- Energi Heater (kWh)
- Temperatur Air (°C)
- Massa tabung gas (Kg)

Pengujian dibagi menjadi beberapa bagian:

1. Pengujian heater dengan menggunakan Panel surya dan baterai
2. Pengujian dengan tabung gas
3. Pengujian Hybrid Heater dengan Gas

4.4 Analisa Data

4.4.1 Pengujian heater dengan menggunakan Panel surya dan baterai

Untuk Pengujian heater dengan menggunakan panel surya dan baterai, data yang digunakan yaitu pada Tabel 4.1 Pada data ke-9.

Diketahui :

G	=	1002 W/m ²
A	=	0.765 m ²
PPanel	=	158.1 W
VPanel	=	12.37 V
IPanel	=	11.58 A
EPanel	=	0.151 kWh
PBaterai	=	270.1 W
VBaterai	=	11 V
IBaterai	=	24.59 A
EBaterai	=	0.261 kWh
PHeater	=	279.1 W
VHeater	=	200 V
IHeater	=	1.40 A
EHeater	=	0.410kWh
T1 Air	=	68.2°C
T2 Air	=	70.2°C
Status	=	On

Nilai nilai yang peroleh adalah sebagai berikut:

- Daya Input Panel Surya (Pin)

$$P_{in} = G \times A$$

$$P_{in} = 1002 \text{ W/m}^2 \times 1.530 \text{ m}^2$$

$$P_{in} = 1533,06 \text{ Watt}$$

b) Daya Output Panel Surya (POut)/Daya input Aki

$$P_{Out} = V \times I$$

$$P_{Out} = 12.37 \text{ V} \times 11.58 \text{ A}$$

$$P_{Out} = 143.244 \text{ Watt}$$

c) Daya Input Heater

$$P_{Out}(\text{baterai}) = V \times I$$

$$P_{Out}(\text{baterai}) = 11 \text{ V} \times 24.59 \text{ A}$$

$$P_{Out}(\text{Baterai}) = 270.49 \text{ Watt}$$

d) Daya Output Heater

$$Q_{Out} = m \times c \Delta T$$

$$Q_{Out} = 5 \text{ Kg} \times 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (70.2^\circ\text{C} - 68.2^\circ\text{C})$$

$$Q_{Out} = 84 \text{ kJ}$$

e) Efisiensi Panel

$$\eta_{\text{panel}} = \frac{P_{Out \text{ Panel}}}{P_{In \text{ Panel}}} \times 100 \%$$

$$\eta_{\text{panel}} = \frac{143.244 \text{ Watt}}{1533.06 \text{ Watt}} \times 100 \%$$

$$\eta_{\text{panel}} = 9.34 \%$$

f) Efisiensi Heater

$$\eta_{\text{Heater}} = \frac{P_{Out \text{ Heater}}}{P_{In \text{ Heater}}} \times 100 \%$$

$$\eta_{\text{Heater}} = \frac{84 \text{ kJ}}{270.49 \text{ Watt}} \times 100 \%$$

$$\eta_{\text{Heater}} = \frac{84 \text{ kJ}}{\left(270.49 \times \frac{900}{1000}\right) \text{ kJ}} \times 100 \%$$

$$\eta_{\text{Heater}} = 34.50 \%$$

Hasil analisa data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B6

4.4.2 Pengujian dengan Gas

Untuk Pengujian dengan gas, data yang digunakan yaitu pada Tabel 4.2 Pada data ke-3.

Diketahui: T _{1air}	= 48 °C
T _{2air}	= 64,1 °C
m _{Tabung gas}	= 7.924 kg – kg = 2.924 kg
m _{air}	= 5 kg
Status	= On
P	= 7,985 kPa
C _{air}	= 4,2 kJ/g°C
C _{LPG}	= 11254.61 kcal/kg

Nilai - nilai yang diperoleh adalah sebagai berikut:

a) Daya input gas Elpiji

$$Q_{in} = m_{bb} \times c$$

$$Q_{in} = 2.924 \text{ Kg} \times 11254.61 \text{ kcal/kg}$$

$$Q_{in} = 32908.47 \text{ kcal}$$

$$Q_{in} = (32908.47 \times 4.184) \text{ kJ}$$

$$Q_{in} = 137787.87 \text{ kJ}$$

b) Daya Output gas

$$Q_{Out} = m \times c \Delta T$$

$$Q_{Out} = 5 \text{ Kg} \times 4.2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (64.1^\circ\text{C} - 48^\circ\text{C})$$

$$Q_{Out} = 338.1 \text{ kJ}$$

c) Efisiensi gas

$$\eta_{\text{gas}} = \frac{Q_{Out}}{Q_{in}} \times 100 \%$$

$$\eta_{\text{gas}} = \frac{338.1 \text{ kJ}}{137787.8 \text{ k}} \times 100 \%$$

$$\eta_{\text{gas}} = 0,24 \%$$

Hasil analisa data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B6

4.4.3 Pengujian hybrid heater dengan gas

Untuk Pengujian Hybrid heater dengan gas, data yang digunakan yaitu pa4a Tabel 4.3 Pada data ke-10 (Batas atas termodigital adalah 70°C dan batas bawahnya 60°C).

Diketahui: $G = 924 \text{ W/m}^2$

$$A = 0.765 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{Panel}} = 134.2 \text{ W}$$

$$V_{\text{Panel}} = 14.36 \text{ V}$$

$$I_{\text{Panel}} = 9.4 \text{ A}$$

$$E_{\text{Panel}} = 0.152 \text{ kWh}$$

$$P_{\text{Baterai}} = 291,4 \text{ W}$$

$$V_{\text{Baterai}} = 11,49 \text{ V}$$

$$I_{\text{Baterai}} = 25.36 \text{ A}$$

$$E_{\text{Baterai}} = 0.101 \text{ kWh}$$

$$P_{\text{Heater}} = 305,5 \text{ W}$$

$$V_{\text{Heater}} = 209,3 \text{ V}$$

$$I_{\text{Heater}} = 1.46 \text{ A}$$

$$E_{\text{Heater}} = 0.148 \text{ kWh}$$

$$T_{1\text{Air}} = 65^\circ\text{C}$$

$$T_{2\text{air}} = 61.3^\circ\text{C}$$

$$\text{Status} = \text{On}$$

$$m_{\text{Tabung Gas}} = 7.708 \text{ kg} - 5 \text{ kg} = 2.708 \text{ kg}$$

$$m_{\text{air}} = 5 \text{ kg}$$

$$\text{Status} = \text{Off}$$

$$C_{\text{air}} = 4,2 \text{ kJ/kg}$$

$$C_{\text{gas}} = 11254.61 \text{ kcal/kg}$$

Nilai nilai yang diperoleh dari:

a) Daya Input Heater

$$P_{\text{out}}(\text{baterai}) = V \times I$$

$$P_{\text{out}}(\text{baterai}) = 25.36 \text{ V} \times 11.49 \text{ A}$$

$$P_{\text{Out}}(\text{Baterai}) = 291.386 \text{ Watt}$$

$$P_{\text{Out}}(\text{Baterai}) = 291.386 \text{ Watt} \times 900 \text{ s} / 1000$$

$$P_{\text{Out}}(\text{Baterai}) = 262.674 \text{ kJ}$$

b) Daya input gas Elpiji

$$Q_{\text{in}} = M_{\text{bb}} \times c$$

$$Q_{\text{in}} = 2.708 \text{ Kg} \times 11254.61 \text{ kcal/kg}$$

$$Q_{\text{in}} = (30477.48 \times 4.184) \text{ kJ}$$

$$Q_{in} = 127517.793 \text{ kJ}$$

c) Daya Output Air

$$Q = m \times c \Delta T$$

$$Q = 5 \text{ Kg} \times 4,2 \text{ kJ/kg} \times (65^\circ\text{C} - 61.3^\circ\text{C})$$

$$Q = 77,70 \text{ kJ}$$

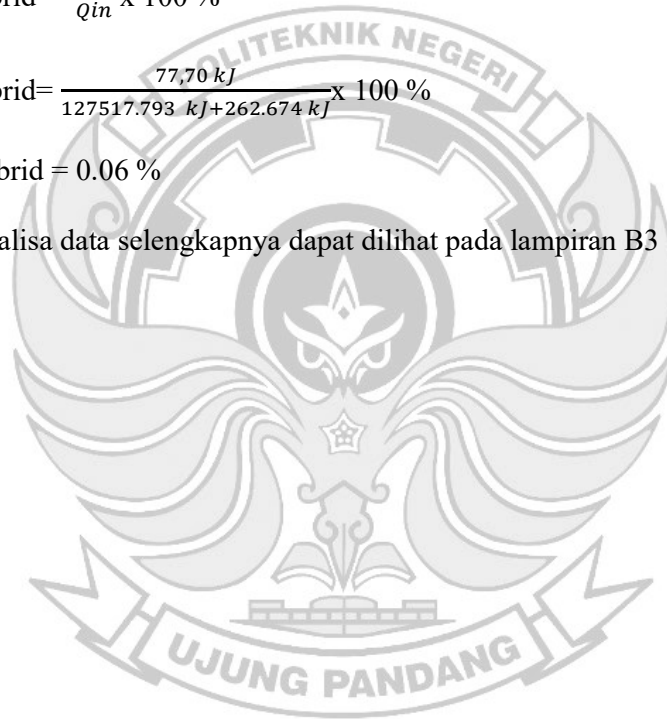
d) Efisiensi Hybrid

$$\eta_{\text{Hybrid}} = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100 \%$$

$$\eta_{\text{Hybrid}} = \frac{77,70 \text{ kJ}}{127517.793 \text{ kJ} + 262.674 \text{ kJ}} \times 100 \%$$

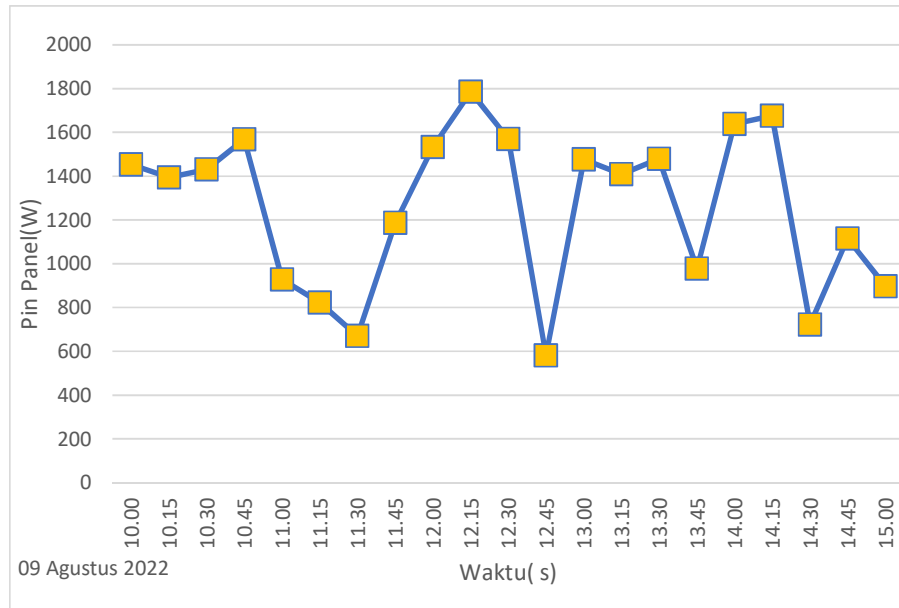
$$\eta_{\text{Hybrid}} = 0.06 \%$$

Hasil analisa data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B3



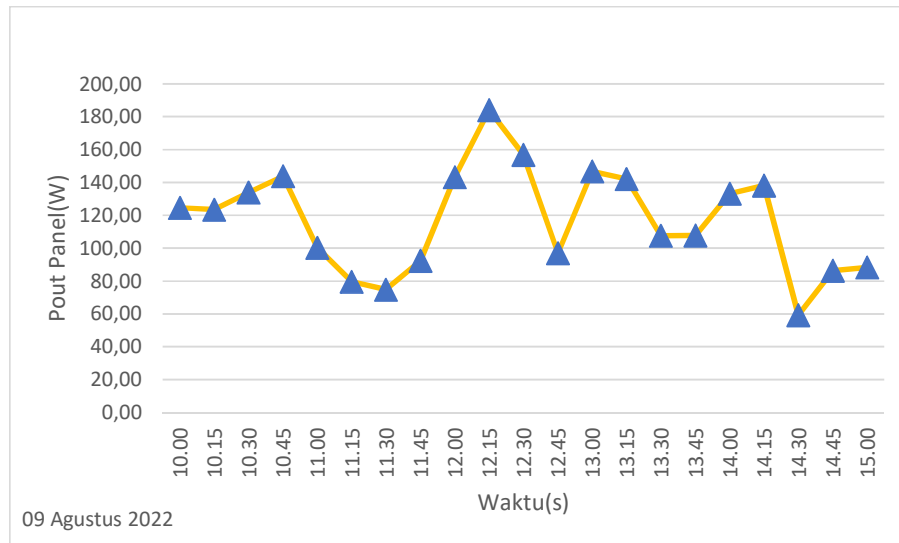
4.5 Grafik dan Pembahasan

4.5.1 Panel Surya



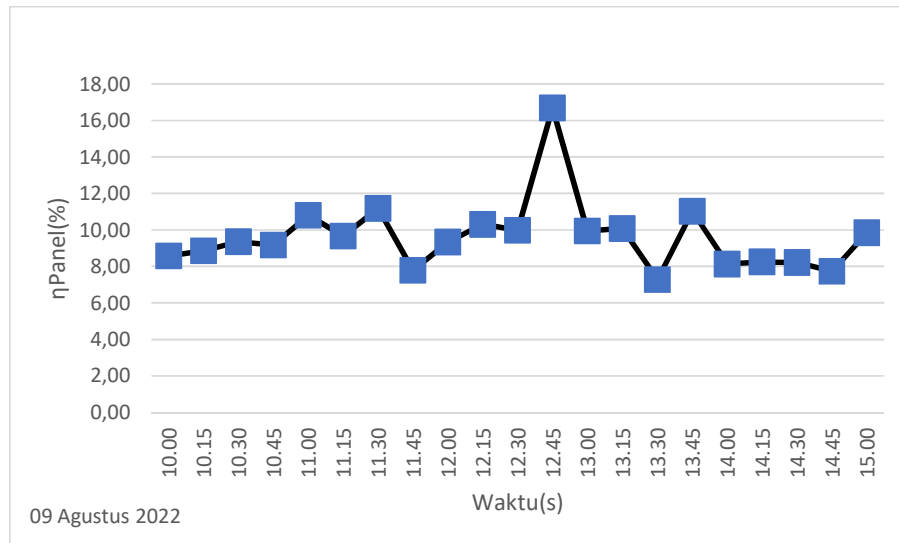
Gambar 4.8 Grafik hubungan Daya Input Panel terhadap Waktu

Dari Gambar diatas dapat kita lihat hubungan antara daya input panel surya terhadap waktu, dimana daya input dari panel surya cenderung berubah ubah atau tren grafiknya flukuatif (naik/turun) hal ini disebabkan karena adanya perubahan intensitas radiasi matahari atau perubahan cuaca. Nilai maksimum daya input panel surya terjadi pada pukul 12.15 dengan daya input sebesar 1785,51 Watt dan nilai minimum daya input panel surya terjadi pada pukul 12.45 dengan daya input sebesar 581,4 Watt.



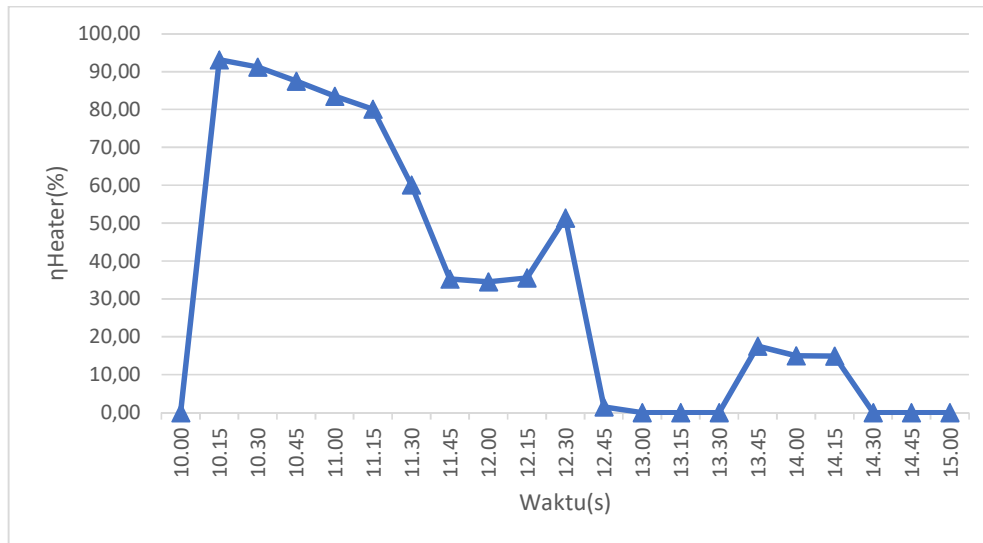
Gambar 4.9 Grafik hubungan daya output panel terhadap Waktu

Dari gambar diatas dapat dilihat hubungan antara daya output panel terhadap waktu, dimana daya output dari panel surya cenderung berubah ubah atau tren grafiknya flukuatif (naik/turun). Nilai maksimum daya input panel surya terjadi pada pukul 12.15 dengan daya output sebesar 184,06 Watt dan nilai minimum daya input panel surya terjadi pada pukul dengan daya output sebesar 59,33 Watt.



Gambar 4.10 Grafik Hubungan efisiensi panel terhadap waktu

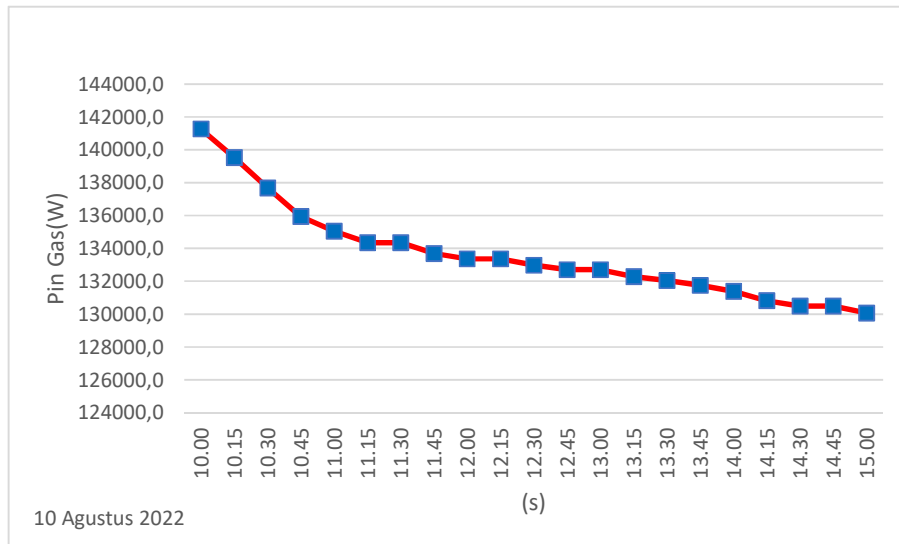
Dari gambar diatas dapat dilihat hubungan efisiensi Panel Surya terhadap waktu, dimana efisiensi dari panel surya cenderung berubah ubah atau tren grafiknya flukuatif (naik/turun). Nilai maksimum efisiensi panel surya terjadi pada pukul 12.45 dengan efisiensi sebesar 16,68 % dan nilai minimum efisiensi panel surya terjadi pada pukul 13.30 dengan efisiensi sebesar 7,28%.



Gambar 4. 11 Grafik Hubungan efisiensi heater terhadap Waktu

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat hubungan antara efisiensi heater terhadap waktu yaitu surya cenderung berubah ubah atau tren grafiknya fluakuatif (naik/turun). Nilai maksimum efisiensi panel surya terjadi pada pukul 10.30 dengan efisiensi sebesar 93,16 % dan nilai minimum efisiensi panel surya terjadi pada pukul 15.00 dengan efisiensi sebesar 0%.

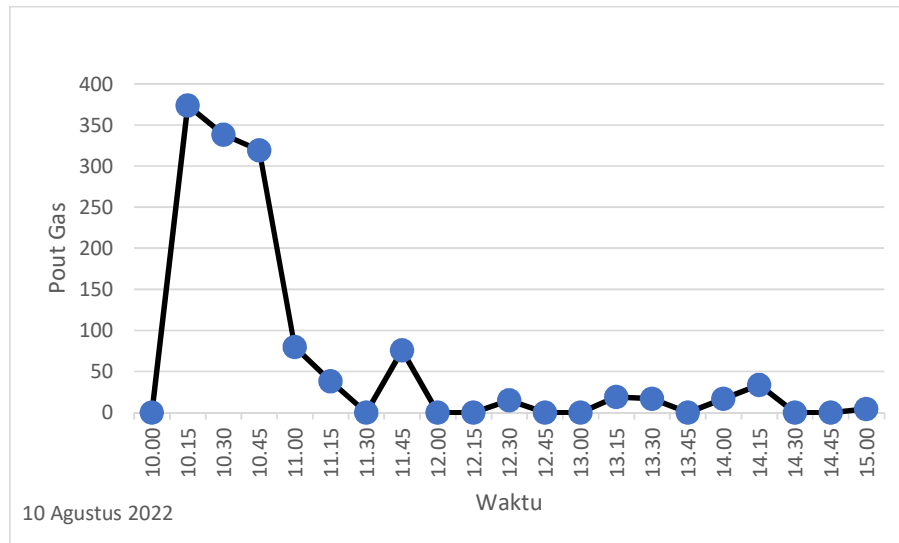
4.5.2 Tabung Gas Elpiji



Gambar 4.12 Grafik hubungan daya input gas terhadap waktu

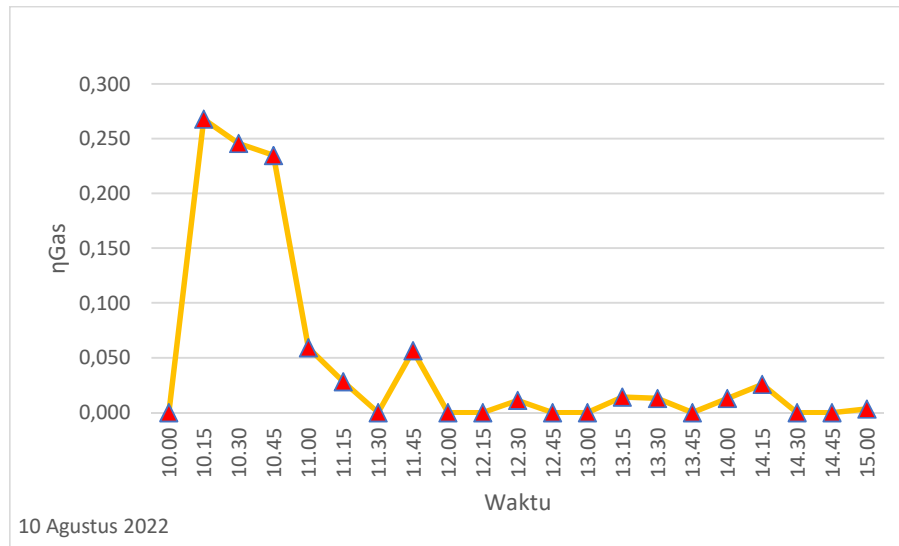
Dari gambar grafik diatas dapat dilihat hubungan antara daya input gas terhadap waktu yaitu berbanding terbalik (tren grafik menurun). dimana semakin lama waktu penyalaan gas maka daya input dari pada gas akan semakin menurun. daya input maksimal terjadi pada pukul 10.00 dengan nilai sebesar 141267,9 kJ dan nilai minimumnya terjadi pada pukul 15.00 dengan nilai sebesar 130060,6 kJ.

4.6 Cara Kerja Alat



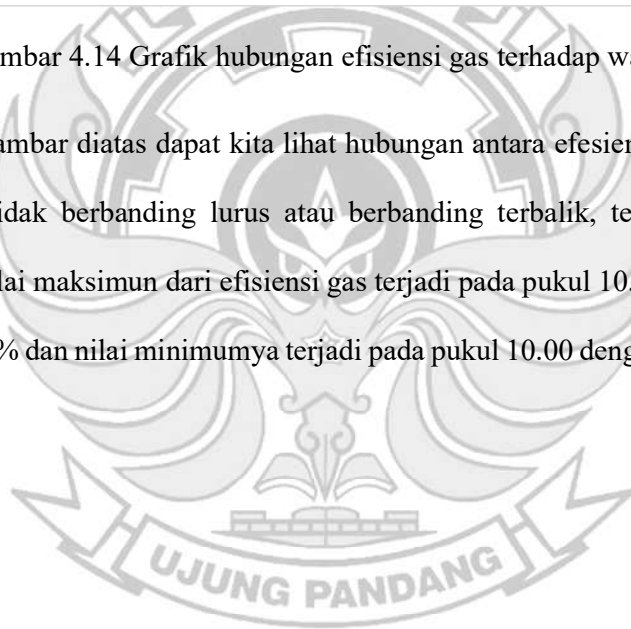
Gambar 4.13 Grafik hubungan daya output gas terhadap waktu

Dari grafik di atas dapat kita lihat hubungan antara daya output gas terhadap waktu yaitu tren grafiknya fluktuatif (naik turun). dimana semakin besar nilai perubahan suhu air pada panci maka daya output gas akan semakin tinggi begitupun sebaliknya. hal ini dipengaruhi oleh lamanya penyalaan gas. Dari gambar grafik diatas dapat dilihat hubungan antara daya input gas terhadap waktu yaitu berbanding terbalik (tren grafik menurun). dimana semakin lama waktu penyalaan gas maka daya input dari pada gas akan semakin menurun. daya output maksimal terjadi pada pukul 10.15 dengan nilai sebesar 373,8 kJ dan nilai minimumnya terjadi pada pukul 10.00 dengan nilai 0 kJ.

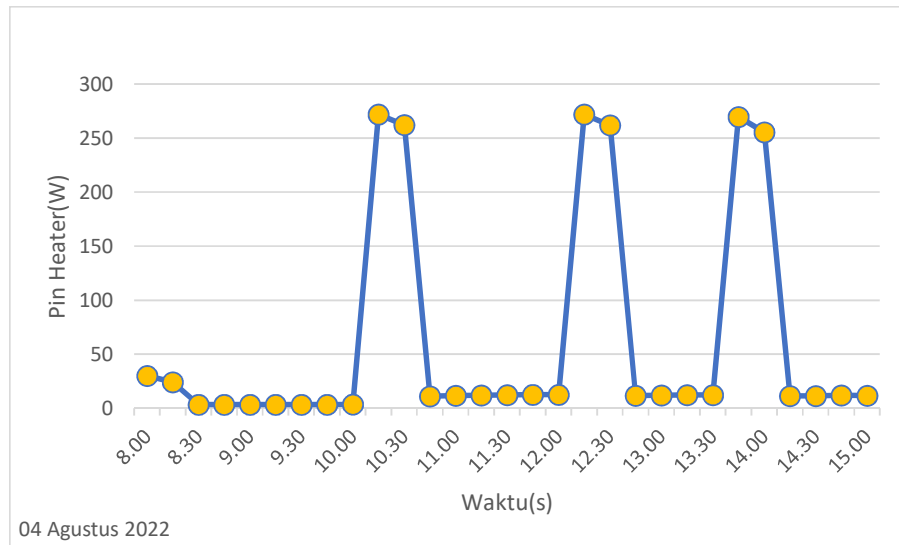


Gambar 4.14 Grafik hubungan efisiensi gas terhadap waktu

Dari gambar diatas dapat kita lihat hubungan antara efisiensi gas terhadap waktu yaitu tidak berbanding lurus atau berbanding terbalik, tetapi naik turun (fluktuatif). nilai maksimum dari efisiensi gas terjadi pada pukul 10.15 dengan nilai sebesar 0,268 % dan nilai minimumya terjadi pada pukul 10.00 dengan nilai sebesar 0%.

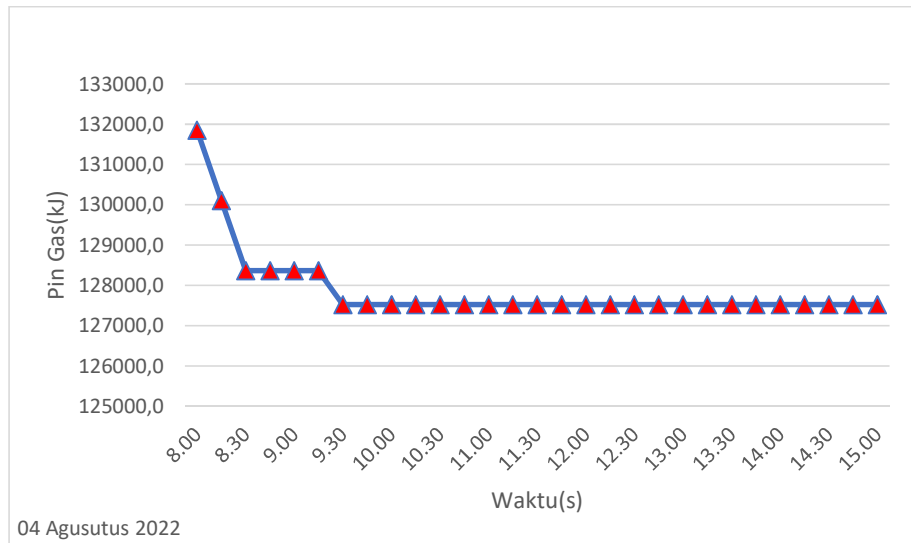


4.5.3 Hybrid



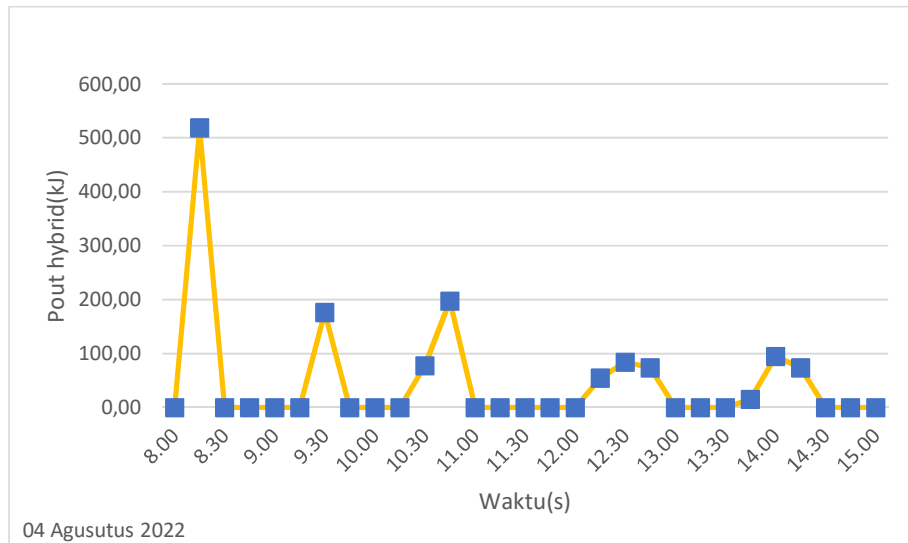
Gambar 4.15 Grafik hubungan antara daya input heater terhadap Waktu

Dari grafik diatas dapat kita lihat hubungan antara daya input heater terhadap waktu adalah tidak bebrbanding lurus atau berbanding terbalik, tetapi memiliki hubungan ataua tren grafik yang naik turun (fluktuatif). Nilai maksimum daya input heater terjadi pada pukul 12.15 dengan nilai sebesar 271,908 kJ dan nilai minimunnya terjadi pada pukul 8.30 dengan nilai sebesar 3,234 kJ.



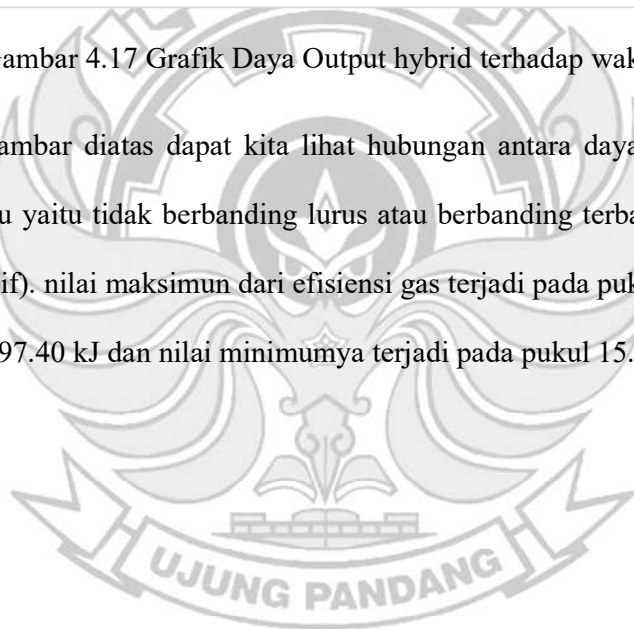
Gambar 4.16 Grafik hubungan daya input gas terhadap waktu

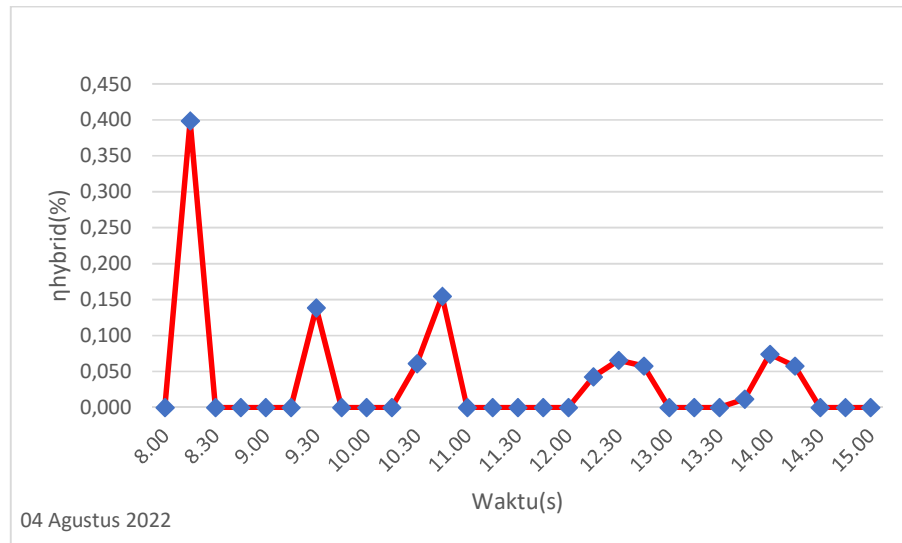
Dari gambar grafik diatas dapat dilihat hubungan antara daya input gas terhadap waktu yaitu berbanding terbalik (tren grafik menurun). dimana semakin lama waktu penyalaan gas maka daya input dari pada gas akan semakin menurun dan daya input dari pukul 9.30-15.00 selalu sama karena kompor/gas off. daya input maksimal terjadi pada pukul 08.00 dengan nilai sebesar 131850 kJ dan nilai minimumnya terjadi pada pukul 15.00 dengan nilai sebesar 127517.8 kJ.



Gambar 4.17 Grafik Daya Output hybrid terhadap waktu

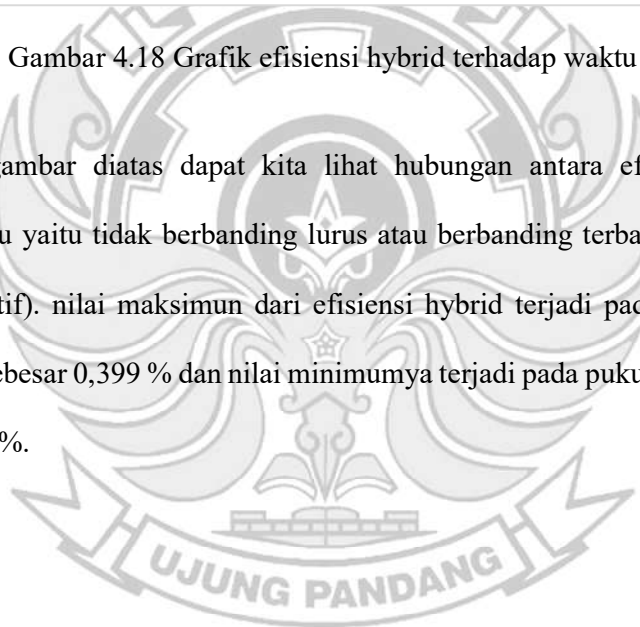
Dari gambar diatas dapat kita lihat hubungan antara daya output hybrid terhadap waktu yaitu tidak berbanding lurus atau berbanding terbalik, tetapi naik turun (fluktuatif). nilai maksimum dari efisiensi gas terjadi pada pukul 8.15 dengan nilai sebesar 197.40 kJ dan nilai minimumya terjadi pada pukul 15.00 dengan nilai sebesar 0 Kj.





Gambar 4.18 Grafik efisiensi hybrid terhadap waktu

Dari gambar diatas dapat kita lihat hubungan antara efisiensi hybrid terhadap waktu yaitu tidak berbanding lurus atau berbanding terbalik, tetapi naik turun (fluktuatif). nilai maksimum dari efisiensi hybrid terjadi pada pukul 08.15 dengan nilai sebesar 0,399 % dan nilai minimumya terjadi pada pukul 15.00 dengan nilai sebesar 0%.



4.6 Cara Kerja dan Fungsi Alat

Dengan memanfaatkan energi matahari dan gas adapun langkah kerja atau prinsip kerja dari alat tersebut ialah dengan menggunakan panel surya sebagai satu daya untuk menjalankan heater, daya yang keluar dari panel surya akan melewati MCB dan Wattmeter , selanjutnya masuk ke SCC sebagai pengaturan proses pengisian aki dari proses supply listrik ke beban. Daya yang keluar dari SCC masuk ke baterai ,kemudian daya keluaran baterai dikonversi menjadi arus ac dengan menggunakan inverter. Setelah itu arus masuk ke temperatur control sebagai supply untuk menghidupkan termodigital di samping itu sensor temperatur dapat berfungsi untuk membaca suhu air yang terpasang di dalam panci, arus keluaran dari termodigital tersebut selanjutnya akan diteruskan ke heater untuk memanaskan air dalam panci. Ketika heater dialiri arus listrik maka akan terjadi panas yang menyebabkan air dalam panci ikut memanaskan sampai dengan temperatur batas atas 85°C dan batas bawah 80°C . Saat suhu air mencapai 85°C maka secara otomatis arus ke heater tidak akan mengalir sehingga heater akan berhenti memanaskan air. Dan pada saat temperatur air mencapai batas bawah 80°C maka arus akan mengalir ke heater sehingga heater akan bekerja Kembali. Proses tersebut akan terus berulang apabila tegangan pada baterai tidak turun sampai dengan 9 volt tetapi jika tegangan dari baterai turun sampai 9 volt , maka secara otomatis arus tidak akan mengalir ke heater yang disebabkan oleh relay memutuskan catu daya inverter ke heater, pada saat yang bersamaan relay mengalirkan tegangan rendah tersebut ke temperatur control (nilai yang dihasilkan gas) dan solenoid yang berfungsi untuk mengalirkan gas ke kompor, selanjutnya tegangan tersebut menuju ke modul step down untuk menurunkan tegangan yang berfungsi untuk mensuplay tegangan ke pemantik sehingga dapat menimbulkan percikan dan kompor dapat menyala dengan sendirinya. Setelah kompor menyala api akan memanaskan air , dan setelah mencapai temperature 85°C maka secara otomatis tegangan ke solenoid akan terputus mengakibatkan gas tidak mengalir sehingga kompor tidak lagi menyala dan akan kembali menyala jika temperatur air mencapai 80°C hal tersebut akan terus berulang jika tegangan pada baterai belum penuh. Jika baterai sudah penuh maka kompor tidak lagi menyala secara otomatis relay akan menswitch inveter

sehingga tegangan mengalir ke heater yang akan menjadi sumber panas untuk air. Proses tersebut akan terus berulang selama alat tersebut digunakan. Fungsi dari alat ini adalah untuk menjaga panas air sesuai dengan kisaran suhu air yang telah diatur pada Termodigital .



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Diperoleh hasil alat sistem hybrid pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas.
2. Efisiensi panel surya sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya intensitas radiasi matahari atau cuaca. Pada pengujian alat Efisiensi panel surya maksimum adalah 16,68% dengan intensitas radiasi matahari sebesar 1167 W/m² dan nilai minimumnya sebesar 7,28% dengan radiasi matahari sebesar 380 W/m².
3. Uji sistem Hybrid mampu memanaskan air hingga 100 °C dengan efisiensi yang berubah-ubah tergantung dari berapa lama penggunaan daripada Heater dan gas. Tetapi apabila hanya menggunakan heater saja, maka pemanasan air maksimum yang bisa dicapai adalah 73,4 °C. Hal ini terjadi karena pada saat mencapai suhu air tersebut, daya / tegangan dalam baterai sudah mencapai pada batas minimumnya (11 V) yang diatur pada LVD (Low Voltage direct) sehingga heater akan off secara otomatis dan gas (kompor) agar menyala secara otomatis juga.

5.2 SARAN

1. Penelitian selanjutnya perlu adanya heater yang lebih hemat daya agar penggunaan baterai bisa bertahan lebih lama
2. Perlu menggunakan heater yang panjangnya hampir menyentuh dasar panci, agar panas yang dihasilkan bisa menyebar dengan baik keseluruhan bagian panci.
3. Menggunakan sensor waterproof sehingga memungkinkan air otomatis mengalir kedalam panci saat air sudah berkurang.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonymus, 2011, *Pemanfaatan energy matahari*.
- Arahim, Andry, Anggoro. 2017. *Buku Panduan Energi Yang terbarukan*. Universita Diponegoro, Semarang.
- Arridina Susan Silitonga, Husin Ibrahim. 2020. *Buku Ajar Energi Baru dan Terbarukan*. Politeknik Negeri Medan. Medan.
- ESDM. *Energi Surya dan Prospek Pengembangannya di Indonesia*. 2008.
- Hamdi. 2015. *Energi Terbarukan*. Kencana, Jakarta.
- He W, Chow TT, Ji J, Lu J, Pei G, Chan LS. *Hybrid photovoltaic and thermal solar-collector designed for natural circulation of water*. *Applied Energy*. 2006; 83(3):199–210.
- Jusuf Tedjo. 2010. *Listrik Sel Surya sebagai Energi Alternatif*. Surabaya, Jawa Pos.
- Marsudi, Djiteng (2005). *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- PNPM Mandiri. 2010. *Buku Panduan Energi yang Terbarukan*. Kementrian Dalam Negeri dalam Kerangka Program PNPM-MP/LMP, Jakarta.
- Riska Ramadani R, Ilham Akbar. 2018. *Rancang Bangun Alat Penghasil Uap Sistem Kalorimeter Dengan Menggunakan Energi Matahari*. Laporan Tugas Akhir. PNUP.
- Saiful Manan, 2011, “*Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Efisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia* “, Semarang, Universitas Diponegoro.
- Saiful Manan. 2011. *Energi Matahari Sumber Energi Alternatif Yang Efisien Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia*. Semarang, Universitas Diponegoro.
- Safrizal. 2017. *Rancangan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik pada Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Unismu Jepara*. Fakultas Sains dan Teknologi UNISMU Jepara.
- Solardaya. *Solar cell: Perbedaan Monocrystalline dan monocrystalline*. 2014.

Suryana, Deny, 2016, *Pengaruh temperatur/suhu terhadap tegangan yang dihasilkan panel surya jenis monokristalin*. Surabaya: Baristand Industri.

Yeh, H.M., dan T.T. Lin. 1996. *Efficiency improvement of Flat-Plate Solar Air Heaters*. Energy (21): 435-443.

Riyadi.A, (2008), “*Clearinghouse Energi Terbarukan dan Konservasi Energi*”.



L

A

M

P

I

R

A

N



LAMPIRAN A

LAMPIRAN A1

Tabel Data Hasil Pengujian Hybrid 60°C-70°C

Tanggal 04 agustus 2022

Waktu	Solar Cell					Baterai				Beban (Heater)						Kompore				
	Intensitas Cahaya	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	T _{air}	Status	Out	T _{air}	m	Status	Out
	(W/m ²)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(°C)		(ml)	(°C)	(kg)		(ml)
9:45	900	133	8.89	14.96	102.8	28.6	2.21	12.99	9.6	0	0	0	0	29.6	off	0	29.7	8	off	0
10:00	910	133.5	8.89	14.96	102.8	28.6	2.21	12.99	9.6	0	0	0	0	50.3	off	0	50.3	8	on	0
10:15	920	134.4	9	14.22	128.6	288.7	25.2	11.46	46.3	303.1	1.46	208.4	1,691	52	on	0	52	7,963	off	0
10:30	950	137.2	9.78	14.03	144.3	277.2	24.67	11.24	77.5	290.5	1.43	203.8	1,749	54	on	0	54	7,964	off	0
10:45	932	142.9	10	14.47	168.3	29.9	2.43	12.34	115	0	0	0	0	59.2	off	0	59.9	7,965	on	0
11:00	940	148.7	9.88	15.06	184.5	11.9	0.93	12.89	116.4	0	0	0	0	71.5	off	200	71.5	7,966	off	200
11:15	934	150.2	9.94	15.1	209.3	12.1	0.94	12.96	118.4	0	0	0	0	71.2	off	200	71.2	7,967	off	200
11:30	928	151	9.95	15.2	231.4	12.2	0.94	13.01	120.3	0	0	0	0	65	off	200	65	7,968	off	200
11:45	939	151	9.95	15.23	253.2	12.2	0.94	13.04	122.2	0	0	0	0	63.3	off	200	63.3	7,969	off	200
12:00	940	154.5	10.1	277.2	15.34	12.3	0.94	13.11	124.1	0	0	0	0	60.4	off	200	60.4	7,970	off	200
12:15	950	151.2	10.46	14.46	298.5	295.7	25.72	11.5	159.2	304.4	1.46	208.5	1,887	61.3	on	0	61.3	7,971	off	0
12:30	946	147.3	10.51	14.02	324.4	276.8	24.83	11.15	207.5	285.9	1.41	201.5	1,960	69.9	on	0	69.9	7,972	off	0
12:45	947	152.5	10.16	15.01	342.7	11.5	0.9	12.84	215.7	0	0	0	0	73.1	off	200	73.1	7,973	off	200
13:00	922	146.6	9.76	15.01	365.9	12.1	0.94	12.93	217.6	0	0	0	0	69.4	off	200	69.4	7,974	off	200
13:15	956	158.5	10.43	15.2	386.3	12.1	0.94	13	219.6	0	0	0	0	66.1	off	200	66.1	7,975	off	200
13:30	920	143.6	9.51	15.11	407.6	12.1	0.93	13.02	221.3	0	0	0	0	64.1	off	200	64.1	7,976	off	200
13:45	906	138.1	9.18	15.05	429.3	12.4	0.95	13.08	223.3	0	0	0	0	61.6	off	200	61.6	7,977	off	200
14:00	917	133.5	8.9	15	448	12.4	0.95	13.11	225	0	0	0	0	60.3	off	200	60.3	7,978	off	200
14:15	829	124	8.83	14.05	466.8	287.8	25.15	11.46	266.5	302.7	1.46	208	2,060	63	on	0	63	7,979	off	0
14:30	583	94.5	7.09	13.33	483.5	272.3	24.51	11.11	303.1	267.1	1.42	202.4	2,127	68.2	on	0	68.2	7,980	off	0
14:45	822	122	8.19	14.43	503.5	12	0.94	12.84	306.2	0	0	0	0	70.6	off	200	70.6	7,981	off	200
15:00	840	110.5	7.55	14.6	S	12.2	0.95	12.89	308.2	0	0	0	0	69	off	200	69	7,982	off	200

LAMPIRAN A2

Tabel Data Hasil Pengujian Hybrid 60°C-70°C

Tanggal 05 Agustus 2022

Waktu	Solar Cell					Baterai				Beban (Heater)						Kompur				
	Intensitas Cahaya	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	T _{air}	Status	Out	T _{air}	m	Status	Out
	(W/m ²)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(°C)		(ml)	(°C)	(kg)		(ml)
8.00	700	37.9	2.7	13.9	10.1	41	3.2	12.84	0	0	0	0	0	30.6	off	0	30.6	7,930	off	0
8.15	740	41.3	2.37	13.86	14	26.4	2.06	12.84	2.7	0	0	0	0	40.6	off	0	40.6	7,893	on	0
8.30	779	47.3	3.39	13.98	18.1	26.1	2.03	12.88	5.3	0	0	0	0	61.5	off	0	55.7	7,856	on	0
8.45	863	67.6	4.7	14.39	27.2	3.2	0.25	13.08	6.9	0	0	0	0	67.8	off	200	67.8	7,838	off	200
9.00	890	86.4	6	14.63	38.2	3.4	0.26	13.15	0.2	0	0	0	0	65.6	off	200	65.6	7,838	off	200
9.15	900	104.8	7.05	14.87	52.3	3.3	0.25	13.2	0.7	0	0	0	0	63	off	200	63	7,838	off	200
9.30	885	118.7	8	15.01	68.6	31.1	2.38	13.17	1.8	0	0	0	0	60.1	off	0	60.1	7,820	on	0
9.45	903	1255.4	8.25	15.21	87.6	3.3	0.25	3.3	3.5	0	0	0	0	68.3	off	200	68.3	7,800	off	200
10.00	913	131.5	8.59	15.31	104.4	3.3	0.25	13.46	3.9	0	0	0	0	65.5	off	200	65.5	7,800	off	200
10.15	782	111.2	7.93	14.03	125	292	25.44	11.48	46.9	305.4	1.46	209	2,205	63.8	on	0	63.8	7,800	off	0
10.30	907	130.4	9.3	14.03	142.4	285.8	25.32	11.29	80.9	294.1	1.43	205	2,278	68	on	0	68	7,800	off	0
10.45	934	142.8	9.49	15.05	166.6	12.5	0.96	13.05	91.2	0	0	0	0	72	off	200	72	7,800	off	200
11.00	950	147.9	9.76	15.16	186.3	12.4	0.95	13.14	92.9	0	0	0	0	69.7	off	200	69.7	7,800	off	200
11.15	947	147.9	9.76	15.16	186.3	12.8	0.97	13.24	94.9	0	0	0	0	67	off	200	67	7,800	off	200
11.30	960	151.4	9.87	15.4	231.5	12.9	0.97	13.33	96.9	0	0	0	0	64.5	off	200	64.5	7,800	off	200
11.45	970	155.1	10	15.51	253.9	13	0.97	13.44	98.8	0	0	0	0	61.3	off	200	61.3	7,800	off	200
12.00	946	149.5	10.34	14.46	277.3	296.7	25.56	11.61	135.3	309.4	1.47	210.4	2,357	61.5	on	0	61.5	7,800	off	0
12.15	924	144.7	10.19	14.21	298.8	286.1	25.28	11.32	172.8	297	1.44	206	2,494	65	on	0	65	7,800	off	0
12.30	951	154.1	10.14	15.2	322.5	12.5	0.96	13.05	185.3	0	0	0	0	70.1	off	200	70.1	7,800	off	200
12.45	935	151.4	9.92	15.27	342.5	12.7	0.97	13.17	184.2	0	0	0	0	68.6	off	200	68.6	7,800	off	200
13.00	917	145.6	9.5	15.33	364.4	12.8	0.97	13.24	186.1	0	0	0	0	65	off	200	65	7,800	off	200
13.15	920	146.4	9.51	15.43	387	12.9	0.98	13.35	188.2	0	0	0	0	63.2	off	200	63.2	7,800	off	200
13.30	930	143.1	9.24	15.23	406	13.1	0.98	13.4	190.1	0	0	0	0	60.3	off	200	60.3	7,800	off	200
13.45	925	135.1	9.41	14.37	430	295.4	25.56	11.53	235.5	305.5	1.47	207.8	2,433	60.1	on	0	60.1	7,800	off	0
14.00	915	126.8	9.06	14	446.5	284.5	25.08	11.24	268.1	293.1	1.43	204.5	2,590	65	on	0	65	7,800	off	0
14.15	906	127.5	8.56	14.88	467.2	12.4	0.96	13.01	274.5	0	0	0	0	71.5	off	200	71.5	7,800	off	200
14.30	895	122.6	8.24	14.91	484.6	12.6	0.97	13.07	276.5	0	0	0	0	67.4	off	200	67.4	7,800	off	200
14.45	806	114.7	7.68	14.9	502.6	12.7	0.98	13.15	278.1	0	0	0	0	64	off	200	64	7,800	off	200
15.00	790	105.2	7.11	14.82	520.1	12.9	0.98	13.2	280.4	0	0	0	0	62.2	off	200	62.2	7,800	off	200

LAMPIRAN A3

Tabel Data Hasil Pengujian Hybrid 60°C-70°C

Tanggal 06 Agustus 2022

Waktu	Solar Cell					Baterai				Beban (Heater)						Kompor				
	Intensitas Cahaya	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	T _{air}	Status	Out	T _{air} °C	m	Status	Out
	(W/m ²)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(°C)		(ml)		(kg)		(ml)
8.00	250	21.8	1.65	13.26	6	33.4	2.62	12.75	2	0	0	0	0	29.5	off	0	29.5	7.8	off	0
8.15	450	32	2.35	13.63	9.6	26.3	2.09	12.89	5.5	0	0	0	0	54.2	off	0	47.2	7.763	on	0
8.30	640	54.9	3.84	14.31	16.5	3.5	0.27	13.31	8.2	0	0	0	0	70.5	off	200	65	7.726	off	200
8.45	690	81	5.48	14.79	27.7	3.6	0.27	13.43	8.8	0	0	0	0	68	off	200	69.5	7.726	off	200
9.00	870	63.8	4	14.54	40.2	3.6	0.27	13.62	9.4	0	0	0	0	64.5	off	200	64.5	7.726	off	200
9.15	905	54.5	6.35	15.71	96.3	3.7	0.27	13.78	9.9	0	0	0	0	61	off	200	61	7.726	off	200
9.30	920	123.9	8	15.75	71.5	3.7	0.27	14	3.2	0	0	0	0	69.4	off	0	69.4	7.708	on	0
9.45	927	127.1	7.92	16.05	90.8	3.5	0.25	14.3	12.6	0	0	0	0	67.1	off	200	67.1	7.708	off	200
10.00	912	134.3	8.05	16.68	113.4	4	0.27	14.91	13.4	0	0	0	0	63.3	off	200	63.3	7.708	off	200
10.15	963	133.4	9.19	14.51	130.1	303.4	25.88	11.67	59.8	314.5	1.48	212.4	2,685	61.3	on	0	61.3	7.708	off	0
10.30	924	134.2	9.34	14.36	152.1	291.4	25.36	11.49	101	305.5	1.46	209.3	2,759	65	on	0	65	7.708	off	0
10.45	953	145	9.61	15.09	170.2	12.1	0.95	12.9	132.9	0	0	0	0	74.4	off	200	74.4	7.708	off	200
11.00	960	150.4	9.76	15.44	195.3	12.9	0.98	13.19	134.5	0	0	0	0	72.8	off	200	72.8	7.708	off	200
11.15	976	151.1	9.71	15.57	215.3	13.3	1	13.31	136	0	0	0	0	70	off	200	70	7.708	off	200
11.30	976	152.5	9.71	15.72	239.6	13.4	1	13.48	138.5	0	0	0	0	66.3	off	200	66.3	7.708	off	200
11.45	970	151.9	9.58	15.86	261.1	13.6	1.01	13.61	140.2	0	0	0	0	63	off	200	63	7.708	off	200
12.00	965	153.2	9.55	16.05	284.3	13.9	1.01	13.81	146.3	0	0	0	0	60.4	off	200	60.4	7.708	off	200
12.15	965	150.8	10.34	14.6	309.7	303.3	26	11.62	190.8	314.5	1.48	211.7	2,895	63	on	0	65	7.708	off	0
12.30	760	124.6	9.06	14.25	330.3	290.4	25.52	11.4	228.2	299.5	1.45	206.5	2,967	67	on	0	67	7.708	off	0
12.45	980	155.1	10.13	15.35	348.4	12.9	0.98	13.16	229.8	0	0	0	0	70.5	off	200	70.5	7.708	off	200
13.00	1015	156.8	10.13	15.47	369.4	13.3	1	13.32	231.9	0	0	0	0	67.7	off	200	67.7	7.708	off	200
13.15	969	149.5	9.65	15.58	395.1	13.1	1	13.45	234.1	0	0	0	0	65.5	off	200	65.5	7.708	off	200
13.30	280	67.5	3.65	14.39	413.2	13.4	1	13.55	236.4	0	0	0	0	62.3	off	200	62.3	7.708	off	200
13.45	1056	156.8	11.08	14.54	437.8	303.4	25.68	11.67	273	313.6	1.48	211.5	3,007	63	on	0	63	7.708	off	0
14.00	1087	156.4	10.94	14.25	449.8	288.7	25	11.36	303.4	298.5	1.45	298.3	3,095	67.5	on	0	67.5	7.708	off	0
14.15	880	104.5	7.36	15.18	463.5	12.6	0.97	12.99	308.5	0	0	0	0	71	off	200	71	7.708	off	200
14.30	960	147.2	9.64	15.36	476.8	12.7	0.98	13.01	310.3	0	0	0	0	67.5	off	200	67.5	7.708	off	200
14.45	860	137.6	8.94	15.4	485.5	13.1	1	13.13	312.3	0	0	0	0	64.4	off	200	64.4	7.708	off	200
15.00	500	11.1	7.4	15.36	508.3	13	0.99	13.2	314.6	0	0	0	0	61	off	200	61	7.708	off	200

LAMPIRAN A4

Tabel Data Hasil Pengujian Hybrid 80°C-85°C

Tanggal 07 Agustus 2022

Waktu	Solar Cell					Baterai				Beban (Heater)						Kompore				
	Intensitas Cahaya	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	T _{air}	Status	Out	T _{air} °C	m	Status	Out
	(W/m ²)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(°C)	(ml)	(kg)		(ml)		
8.00	151	21.9	1.58	13.89	3.5	32.7	2.53	12.93	0.2	0	0	0	0	32.8	off	0	30.1	7,708	off	0
8.15	213	28.1	2.01	14.02	7.1	26.9	2.09	12.9	4.4	0	0	0	0	57.7	off	0	57.7	7,671	on	0
8.30	830	59.9	4.25	14.99	12.9	26.7	2.02	13.23	8.3	0	0	0	0	81.9	off	0	81.9	7,634	on	0
8.45	440	41.4	2.78	14.79	22.2	3.6	0.27	13.44	9.1	0	0	0	0	82.2	off	200	82.2	7,616	off	200
9.00	930	99.22	6	15.93	32.3	3.8	0.28	13.89	10.5	0	0	0	0	82.2	off	200	82.2	7,616	off	200
9.15	900	110	6.98	15.87	42.4	38.2	2.78	13.76	12.4	0	0	0	0	82.4	off	200	82.4	7,616	off	200
9.30	890	117.8	7	16.86	64.9	3.8	0.26	14.79	13.9	0	0	0	0	83.1	off	200	83.1	7,616	off	200
9.45	947	117.8	6.72	17.53	81.7	4.1	0.27	15.53	15.6	0	0	0	0	81.1	off	200	81.1	7,616	off	200
10.00	1005	122.4	8.24	17.9	89.1	4.2	0.29	15.8	17.1	0	0	0	0	8,2	off	200	80.2	7,616	off	200
10.15	930	120.5	8.12	14.51	101.1	299	25.56	11.56	67.7	313	1.48	211.6	3,186	84.8	on	0	84.8	7,616	off	0
10.30	687	115.2	7.27	15.58	129.1	13.4	1	13.42	70	0	0	0	0	88.6	off	200	88.6	7,602	off	200
10.45	570	72.2	4.61	15.63	135.3	13.7	1.01	13.6	77.7	0	0	0	0	83.2	off	200	83.2	7,602	off	200
11.00	343	60.6	4.33	14.09	143.1	292.2	25.28	11.46	105.8	304.4	1.47	208.3	3,257	81	on	0	81	7,602	off	0
11.15	530	81.6	5.81	14.07	152.3	284.6	25.12	11.2	144.7	294.3	1.44	205.7	3,330	84.9	on	0	84.9	7,602	off	0
11.30	538	101.5	6.73	15	169.9	12.7	0.98	13.03	146.7	0	0	0	0	85	off	200	85	7,602	off	200
11.45	453	74.1	4.97	15.05	181.2	12.9	0.99	13.09	148.5	0	0	0	0	80.3	off	200	80.3	7,602	off	200
12.00	322	60	4.34	13.71	191.5	275.7	25.2	11.17	190.3	288.1	1.42	202.9	3,406	81	on	0	81	7,602	off	0
12.15	550	104	7.06	14.49	200.1	265	24.1	11.01	223.8	282.2	1.41	200.7	3,467	84	on	0	84	7,602	off	0
12.30	820	113	7.11	15.05	220	12.7	0.98	12.98	225.5	0	0	0	0	83	off	200	83	7,602	off	200
12.45	660	110	7.98	15.4	235.1	281.3	25.28	11.34	240	294.6	1.43	205.3	3,488	80.1	on	0	80.1	7,602	off	0
13.00	580	83.9	7.2	14.9	257.1	286.3	26	11.03	276.5	274.5	1.39	197.5	3,552	83	on	0	83	7,602	off	0
13.15	453	87.3	6.51	14.26	278.3	263.1	24.1	10.87	316.3	268.9	1.37	195.1	3,624	84.9	on	0	84.9	7,602	off	0
13.30	525	92.3	5.98	15.35	285.3	12.2	0.97	12.67	317.9	0	0	0	0	85.2	off	200	85.2	7,602	off	200
13.45	1041	170	11.32	15.8	300.3	12.4	0.97	12.86	319.8	0	0	0	0	80.1	off	200	80.1	7,602	off	200
14.00	107	16.7	1.2	13.81	233.3	24.6	2.05	12.06	355.5	266.9	1.34	185	3,691	77.8	on	0	77.8	7,602	off	0
14.15	60	8.8	0.66	13.44	358.1	22.8	1.93	12.14	358.2	0	0	0	0	76.5	off	0	76.5	7,593	off	0
14.30	36	4.7	0.41	13.3	236.5	23.1	1.9	12.15	362.7	0	0	0	0	76	off	0	76	7,585	off	0
14.45	30	3.1	0.33	12.9	237.8	23.1	1.91	12.16	364.6	0	0	0	0	74.5	off	0	74.5	7,576	off	0
15.00	28	3	0.32	12.84	239	22.2	1.81	12.1	365.9	0	0	0	0	72.1	off	0	72.1	7,568	off	0

LAMPIRAN A5

Tabel Data Hasil Pengujian Hybrid 80°C-85°C

Tanggal 08 Agustus 2022

Waktu	Solar Cell					Baterai				Beban (Heater)						Kompur				
	Intensitas Cahaya	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	T _{air}	Status	Out	T _{air} °C	m	Status	Out
	(W/m ²)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(°C)		(ml)		(kg)		(ml)
8.00	510	42.1	2.82	14.94	14	27.9	2.23	12.55	1	0	0	0	0	29.1	off	0	29.1	7,568	off	0
8.15	550	44.5	3	15.02	16.4	26.5	2.11	12.57	2.5	0	0	0	0	50	on	0	50	7,569	on	0
8.30	630	52.8	3.56	15.05	22.2	24.2	1.92	12.63	5.7	0	0	0	0	64.5	on	0	64.5	7,570	on	0
8.45	820	69.4	4.72	14.72	30.7	25.6	2.08	12.31	18.3	0	0	0	0	79.9	on	0	79.9	7,571	on	0
9.00	845	80.1	5	14.76	38.6	24.9	1.98	12.6	23.6	0	0	0	0	83.6	off	200	83.6	7,572	off	200
9.15	853	101	6.71	15.11	54.3	12.4	0.97	12.81	26.3	0	0	0	0	81.2	off	200	81.2	7,573	off	200
9.30	920	118.5	8	15.16	71.1	3.6	0.28	12.94	28.6	0	0	0	0	83	off	200	83	7,574	off	200
9.45	794	87.8	5.74	15.3	89.3	3.4	0.27	12.95	29.8	0	0	0	0	81.1	off	200	81.1	7,575	off	200
10.00	920	129	8.84	14.6	104	3.2	0.26	13.7	30.8	0	0	0	0	82	off	200	82	7,576	off	200
10.15	991	143.3	9.76	14.82	126.9	277	25	11.1	70.7	284.9	1.42	205.3	0,075	81.5	on	0	81.5	7,577	off	0
10.30	380	59.2	3.93	15.01	142.6	11.8	0.94	12.58	86	0	0	0	0	85.5	off	200	85.5	7,578	off	200
10.45	360	73.4	5.1	15.23	127.3	12.4	0.97	12.84	88.2	0	0	0	0	81.3	off	200	81.3	7,579	off	200
11.00	550	78.6	5.08	15.13	168.1	3.3	0.26	12.7	99.5	0	0	0	0	84.3	off	200	84.3	7,580	off	200
11.15	770	125.5	8.89	14.47	187.3	287.7	25.6	11.41	113.4	296.3	1.43	205	0,14	83.1	on	0	83.1	7,581	off	0
11.30	415	84.2	5.42	5.19	197.4	3.3	0.26	12.79	115.9	0	0	0	0	82	off	200	82	7,582	off	200
11.45	950	130.1	8.26	15.29	210	12.6	0.98	12.91	118.1	0	0	0	0	85.6	off	200	85.6	7,583	off	200
12.00	854	108.7	7.1	15.29	228.2	12.7	0.98	12.96	120	0	0	0	0	82.2	off	200	82.2	7,584	off	200
12.15	315	64.7	4.28	15.13	247.9	3.2	0.26	12.57	148.5	0	0	0	0	85.2	off	200	85.2	7,585	off	200
12.30	570	94.4	6.66	14.48	256.4	285.2	24.91	11.45	150.5	310.9	1.47	212.1	0,214	80.3	on	0	80.3	7,586	off	0
12.45	448	88.1	5.76	15.4	270.8	3.3	0.26	12.83	158.5	0	0	0	0	82.3	off	200	82.3	7,587	off	200
13.00	300	60.8	3.95	15.39	281.1	3.3	0.26	12.78	159.8	0	0	0	0	83.3	off	200	83.3	7,588	off	200
13.15	275	53.7	3.5	15.41	290.3	3.3	0.26	12.82	161.5	0	0	0	0	84.6	off	200	84.6	7,589	off	200
13.30	920	122.2	9.44	14.08	304.8	281.1	25	11.23	184.3	292	1.43	204	0,262	84.1	on	0	84.1	7,590	off	0
13.45	231	49	3.2	15.27	316.3	3.3	0.26	12.71	187.3	0	0	0	0	82.8	off	200	82.8	7,591	off	200
14.00	218	38.6	2.57	15.03	322	32.1	2.51	12.57	189.5	0	0	0	0	79.9	off	0	79.9	7,592	on	0
14.15	200	38.1	2.61	15.08	327.3	3.3	0.25	12.75	190	0	0	0	0	83.1	off	200	83.1	7,593	off	200
14.30	74	14.6	1.03	14.17	332.7	3.2	0.25	12.66	191.1	0	0	0	0	82.2	off	200	82.2	7,594	off	200
14.45	640	120	6.07	14.16	338.6	280.3	24.91	11.31	201.2	206.3	1.43	206	0,282	82	off	0	82	7,595	off	0
15.00	705	110.1	7.18	15.02	349.7	3.3	0.26	12.8	210.3	0	0	0	0	84.2	off	200	84.2	7,596	off	200

LAMPIRAN A6

Tabel Data Hasil Pengujian Panel Surya

Tanggal 09 Agustus 2022

Waktu	Solar Cell					Baterai				Beban (Heater)						
	Intensitas Cahaya	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	Daya	Arus	Tegangan	Energi	T _{air}	Status	Out
	(W/m ²)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(W)	(A)	(V)	(kWh)	(°C)		(ml)
10.00	950	125.9	9.51	13.1	7.1	15.8	1.14	14.02	7.9	0	0	0	0	28.1	on	0
10.15	911	123.3	9	13.01	34.5	302.1	25.8	11.65	51.2	314.7	1.48	212.1	4,043	34.1	on	0
10.30	935	133.1	10.29	13.01	38	296.1	25.4	11.54	86.2	307.1	1.47	209.5	4,141	43.6	on	0
10.45	1025	142.6	11	12.98	71.1	290.1	25.36	11.46	113.1	303.7	1.46	208.3	4,193	50.3	on	0
11.00	607	101.1	8.04	12.48	87.2	279.1	25.1	11.27	152.1	290.9	1.43	204.1	4,273	57.1	on	0
11.15	538	78.6	6.52	12.21	102.8	272.1	24.75	11.01	192.1	283.1	1.41	201.1	4,336	63.6	off	0
11.30	438	74.1	5.73	13.07	116.1	27.4	2.3	12.62	116.1	0	0	0	0	66.1	on	0
11.45	776	96.1	7.59	12.17	129.1	271.1	25.1	11.08	234.1	281.3	1.41	201.1	4,406	68.2	on	0
12.00	1002	158.1	11.58	12.37	151	270.1	24.59	11	261.1	279.1	1.4	200	4,453	70.2	on	0
12.15	1167	183.1	14.47	12.72	169.5	274.1	24.79	11.12	280.1	281.6	1.4	200.8	4,480	72.3	off	0
12.30	1026	156.1	11.56	13.56	191.4	27.2	2.15	12.67	298.1	0	0	0	0	72.6	off	0
12.45	380	99.1	7.38	13.14	210.1	25.1	196	12.67	312.1	0	0	0	0	73.4	off	0
13.00	965	147.1	10.82	13.57	231.1	25.5	1.96	12.72	326.1	0	0	0	0	73	off	0
13.15	921	142.3	10.55	13.47	250	26.1	2.02	12.73	342.1	0	0	0	0	72.5	off	0
13.30	967	110	8.12	13.26	270.1	25.2	2.06	12.62	359.1	0	0	0	0	72.1	on	0
13.45	639	101.1	8.24	13.07	289.1	271	24.1	11.05	374.1	278.1	1.4	199.1	4,627	73.1	on	0
14.00	1071	132.1	10.33	12.9	305.2	293	25.52	11.48	379.8	300	1.44	207.1	4,633	70.4	on	0
14.15	1095	136	10.63	13	323.5	281.9	25.03	11.25	401.4	288.1	1.42	203.1	4,664	71.3	off	0
14.30	472	59.8	4.56	13.01	340.1	12.61	1.94	408.1	408.7	0	0	0	0	71	off	0
14.45	729	86.1	6.5	13.28	350.1	22.2	1.75	12.74	411.1	0	0	0	0	70.6	off	0
15.00	586	97.3	6.68	13.22	356	21.9	1.73	12,688	413.1	0	0	0	0	70.2	off	0

LAMPIRAN A7

Tabel Data Hasil Pengujian Kompor

Tanggal 10 Agustus 2022

Waktu	T _{air} °C	m	Status	Out
		(kg)		(ml)
10.00	30.2	8	off	0
10.15	48	7.963	on	0
10.30	64.1	7.924	on	0
10.45	79.3	7.887	on	0
11.00	83.1	7.868	off	200
11.15	84.9	7.853	off	200
11.30	80	7.853	off	200
11.45	83.6	7.839	off	200
12.00	81.8	7.832	off	200
12.15	81	7.832	off	200
12.30	81.7	7.824	off	200
12.45	80.9	7.818	off	200
13.00	80.4	7.818	off	200
13.15	81.3	7.809	off	200
13.30	82.1	7.804	off	200
13.45	80.2	7.798	off	200
14.00	81	7.79	off	200
14.15	82.6	7.778	off	200
14.30	81.7	7.771	off	200
14.45	81.7	7.771	off	200
15.00	81.9	7.762	off	200

LAMPIRAN B

LAMPIRAN B1

Tabel Data Hasil Analisa 60°C-70°C

Tanggal 04 Agustus 2022

Pin panel(k)	pout panel(W)	pin heater(kJ)	η panel(%)	pin gas(kJ)	pout hybrid(kJ)	η hybrid(%)
382,5	21,879	30,0645	5,72	131850,0	0,00	0,000
688,5	32,0305	24,24609	4,65	130107,7	518,70	0,399
979,2	54,9504	3,23433	5,61	128365,4	0,00	0,000
1055,7	81,0492	3,26349	7,68	128365,4	0,00	0,000
1331,1	63,6852	3,30966	4,78	128365,4	0,00	0,000
1384,65	99,7585	3,34854	7,20	128365,4	0,00	0,000
1407,6	123,9525	3,402	8,81	127517,8	176,40	0,138
1418,31	127,116	3,2175	8,96	127517,8	0,00	0,000
1395,36	134,274	3,62313	9,62	127517,8	0,00	0,000
1473,39	133,3469	271,81764	9,05	127517,8	0,00	0,000
1413,72	134,1224	262,24776	9,49	127517,8	77,70	0,061
1458,09	145,0149	11,0295	9,95	127517,8	197,40	0,155
1468,8	150,6944	11,63358	10,26	127517,8	0,00	0,000
1493,28	151,1847	11,979	10,12	127517,8	0,00	0,000
1493,28	152,6412	12,132	10,22	127517,8	0,00	0,000
1484,1	151,9388	12,37149	10,24	127517,8	0,00	0,000
1476,45	153,2775	12,55329	10,38	127517,8	0,00	0,000
1476,45	150,964	271,908	10,22	127517,8	54,60	0,043
1162,8	129,105	261,8352	11,10	127517,8	84,00	0,066
1499,4	155,4955	11,60712	10,37	127517,8	73,50	0,058
1552,95	156,7111	11,988	10,09	127517,8	0,00	0,000
1482,57	150,347	12,105	10,14	127517,8	0,00	0,000
428,4	52,5235	12,195	12,26	127517,8	0,00	0,000
1615,68	161,1032	269,71704	9,97	127517,8	14,70	0,012
1663,11	155,895	255,6	9,37	127517,8	94,50	0,074
1346,4	111,7248	11,34027	8,30	127517,8	73,50	0,058
1468,8	148,0704	11,47482	10,08	127517,8	0,00	0,000
1315,8	137,676	11,817	10,46	127517,8	0,00	0,000
765	113,664	11,7612	14,86	127517,8	0,00	0,000

LAMPIRAN B2

Tabel Data Hasil Analisa 60°C-70°C

Tanggal 05 Agustus 2022

Pin panel(W)	pout panel(W)	pin heater(KJ)	η panel(%)	pin gas(KJ)	pout hybrid(KJ)	η hybrid(%)
1071	33.777	41.088	3.15	396851774.8	210000.00	0.05
1132.2	29.56338	26.4504	2.61	395000133.5	317100.00	0.08
1191.87	42.65298	26.1464	3.58	393148492.2	254100.00	0.06
1320.39	60.8697	3.27	4.61	392247693.7	0.00	0.00
1361.7	77.81697	3.419	5.71	392247693.7	0.00	0.00
1377	94.35015	3.3	6.85	392247693.7	0.00	0.00
1354.05	106.85619	31.3446	7.89	391346895.2	172200.00	0.04
1381.59	112.93425	0.825	8.17	390346008.0	0.00	0.00
1396.89	118.36161	3.365	8.47	390346008.0	0.00	0.00
1196.46	100.13211	292.0512	8.37	390346008.0	88200.00	0.02
1387.71	117.4311	285.8628	8.46	390346008.0	84000.00	0.02
1429.02	128.54205	12.528	9.00	390346008.0	0.00	0.00
1453.5	133.16544	12.483	9.16	390346008.0	0.00	0.00
1448.91	133.16544	12.8428	9.19	390346008.0	0.00	0.00
1468.8	136.7982	12.9301	9.31	390346008.0	0.00	0.00
1484.1	139.59	13.0368	9.41	390346008.0	4200.00	0.00
1447.38	134.56476	296.7516	9.30	390346008.0	73500.00	0.02
1413.72	130.31991	286.1696	9.22	390346008.0	107100.00	0.03
1455.03	138.7152	12.528	9.53	390346008.0	0.00	0.00
1430.55	136.33056	12.7749	9.53	390346008.0	0.00	0.00
1403.01	131.0715	12.8428	9.34	390346008.0	0.00	0.00
1407.6	132.06537	13.083	9.38	390346008.0	0.00	0.00
1422.9	76.75668	13.132	5.39	390346008.0	0.00	0.00
1415.25	121.69953	294.7068	8.60	390346008.0	102900.00	0.03
1399.95	114.156	281.8992	8.15	390346008.0	136500.00	0.03
1386.18	114.63552	12.4896	8.27	390346008.0	0.00	0.00
1369.35	110.57256	12.6779	8.07	390346008.0	0.00	0.00
1233.18	102.9888	12.887	8.35	390346008.0	0.00	0.00
1208.7	94.83318	12.936	7.85	390346008.0	0.00	0.00

LAMPIRAN B3

Tabel Data Hasil Analisa 60°C-70°C

Tanggal 06 Agustus 2022

Pin panel(W)	pout panel(W)	pin heater(KJ)	η panel(%)	pin gas(KJ)	pout hybrid(KJ)	η hybrid(%)
382.5	21.879	30.0645	5.72	140124.2	0.00	0.000
688.5	32.0305	24.24609	4.65	138272.6	371.70	0.269
979.2	54.9504	3.23433	5.61	136420.9	373.80	0.274
1055.7	81.0492	3.26349	7.68	136420.9	94.50	0.069
1331.1	63.6852	3.30966	4.78	136420.9	0.00	0.000
1384.65	99.7585	3.34854	7.20	136420.9	0.00	0.000
1407.6	123.9525	3.402	8.81	135520.1	176.40	0.130
1418.31	127.116	3.2175	8.96	135520.1	0.00	0.000
1395.36	134.274	3.62313	9.62	135520.1	0.00	0.000
1473.39	133.3469	271.81764	9.05	135520.1	0.00	0.000
1413.72	134.1224	262.24776	9.49	135520.1	77.70	0.057
1458.09	145.0149	11.0295	9.95	135520.1	197.40	0.146
1468.8	150.6944	11.63358	10.26	135520.1	0.00	0.000
1493.28	151.1847	11.979	10.12	135520.1	0.00	0.000
1493.28	152.6412	12.132	10.22	135520.1	0.00	0.000
1484.1	151.9388	12.37149	10.24	135520.1	0.00	0.000
1476.45	153.2775	12.55329	10.38	135520.1	0.00	0.000
1476.45	150.964	271.908	10.22	135520.1	96.60	0.071
1162.8	129.105	261.8352	11.10	135520.1	42.00	0.031
1499.4	155.4955	11.60712	10.37	135520.1	73.50	0.054
1552.95	156.7111	11.988	10.09	135520.1	0.00	0.000
1482.57	150.347	12.105	10.14	135520.1	0.00	0.000
428.4	52.5235	12.195	12.26	135520.1	0.00	0.000
1615.68	161.1032	269.71704	9.97	135520.1	14.70	0.011
1663.11	155.895	255.6	9.37	135520.1	94.50	0.070
1346.4	111.7248	11.34027	8.30	135520.1	73.50	0.054
1468.8	148.0704	11.47482	10.08	135520.1	0.00	0.000
1315.8	137.676	11.817	10.46	135520.1	0.00	0.000
765	113.664	11.7612	14.86	135520.1	0.00	0.000

LAMPIRAN B4

Tabel Data Hasil Analisa 80°C-85°C

Tanggal 07 Agustus 2022

Pin panel(W)	pout panel(W)	pin heater(KJ)	η panel(%)	pin gas(KJ)	pout hybrid(KJ)	η hybrid(%)
231.03	21.9462	29.44161	9.50	385741926.9	579600.00	0.15
325.89	28.1802	24.2649	8.65	383890285.6	508200.00	0.13
1269.9	63.7075	24.05214	5.02	382038644.2	6300.00	0.00
673.2	41.1162	3.26592	6.11	381137845.8	0.00	0.00
1422.9	99.2439	3.50028	6.97	381137845.8	4200.00	0.00
1377	110.7726	34.42752	8.04	381137845.8	14700.00	0.00
1361.7	117.8514	3.46086	8.65	381137845.8	0.00	0.00
1448.91	117.8016	3.77379	8.13	381137845.8	0.00	0.00
1537.65	147.496	4.1238	9.59	381137845.8	96600.00	0.03
1422.9	117.8212	265.92624	8.28	381137845.8	79800.00	0.02
1051.11	113.2666	12.078	10.78	380437224.7	0.00	0.00
872.1	72.0543	12.3624	8.26	380437224.7	0.00	0.00
524.79	61.0097	260.73792	11.63	380437224.7	81900.00	0.02
810.9	81.7467	253.2096	10.08	380437224.7	2100.00	0.00
823.14	100.95	11.49246	12.26	380437224.7	0.00	0.00
693.09	74.7985	11.66319	10.79	380437224.7	14700.00	0.00
492.66	59.5014	253.3356	12.08	380437224.7	63000.00	0.02
841.5	102.2994	238.8069	12.16	380437224.7	0.00	0.00
1254.6	107.0055	11.44836	8.53	380437224.7	0.00	0.00
1009.8	122.892	258.00768	12.17	380437224.7	60900.00	0.02
887.4	107.28	258.102	12.09	380437224.7	39900.00	0.01
693.09	92.8326	235.7703	13.39	380437224.7	6300.00	0.00
803.25	91.793	11.06091	11.43	380437224.7	0.00	0.00
1592.73	178.856	11.22678	11.23	380437224.7	0.00	0.00
163.71	16.572	22.2507	10.12	380437224.7	0.00	0.00
91.8	8.8704	21.08718	9.66	379986825.5	0.00	0.00
55.08	5.453	20.7765	9.90	379586470.6	0.00	0.00
45.9	4.257	20.90304	9.27	379136071.4	0.00	0.00
42.84	4.1088	19.7109	9.59	378735716.5	0.00	0.00

LAMPIRAN B5

Tabel Data Hasil Analisa 80°C-85°C

Tanggal 08 Agustus 2022

Pin panel(W)	pout panel(W)	pin heater(KJ)	η panel(%)	pin gas(KJ)	pout hybrid(KJ)	η hybrid(%)
780.3	42.1308	25.18785	5.40	378735716.5	438900.00	0.12
841.5	45.06	23.87043	5.35	378785760.8	304500.00	0.08
963.9	53.578	21.82464	5.56	378835805.2	323400.00	0.09
1254.6	69.4784	23.04432	5.54	378885849.6	77700.00	0.02
1292.85	80.1468	22.4532	6.20	378935893.9	0.00	0.00
1305.09	101.3881	11.18313	7.77	378985938.3	37800.00	0.01
1407.6	118.5512	3.26088	8.42	379035982.6	0.00	0.00
1214.82	87.822	3.14685	7.23	379086027.0	18900.00	0.00
1407.6	129.064	3.2058	9.17	379136071.4	0.00	0.00
1516.23	144.6432	249.75	9.54	379186115.7	84000.00	0.02
581.4	58.9893	10.64268	10.15	379236160.1	0.00	0.00
550.8	77.673	11.20932	14.10	379286204.4	63000.00	0.02
841.5	76.8604	2.9718	9.13	379336248.8	0.00	0.00
1178.1	128.6383	262.8864	10.92	379386293.2	0.00	0.00
634.95	28.1298	2.99286	4.43	379436337.5	75600.00	0.02
1453.5	126.2954	11.38662	8.69	379486381.9	0.00	0.00
1306.62	108.559	11.43072	8.31	379536426.2	63000.00	0.02
481.95	64.7564	2.94138	13.44	379586470.6	0.00	0.00
872.1	96.4368	256.69755	11.06	379636515.0	42000.00	0.01
685.44	88.704	3.00222	12.94	379686559.3	21000.00	0.01
459	60.7905	2.99052	13.24	379736603.7	27300.00	0.01
420.75	53.935	2.99988	12.82	379786648.0	0.00	0.00
1407.6	132.9152	252.675	9.44	379836692.4	0.00	0.00
353.43	48.864	2.97414	13.83	379886736.8	0.00	0.00
333.54	38.6271	28.39563	11.58	379936781.1	67200.00	0.02
306	39.3588	2.86875	12.86	379986825.5	0.00	0.00
113.22	14.5951	2.8485	12.89	380036869.8	0.00	0.00
979.2	85.9512	253.55889	8.78	380086914.2	46200.00	0.01
1078.65	107.8436	2.9952	10.00	380136958.6	0.00	0.00

LAMPIRAN B6

Tabel Data Hasil Analisa Panel Surya

Tanggal 09 Agustus 2022

Pin panel(W)	pout panel(W)	pin heater(W)	pout heater(W)	ηpanel(%)	ηheater(%)
1453,5	124,58	15,9828	0	8,57	0,00
1393,83	123,46	300,57	252	8,86	93,16
1430,55	133,87	293,116	399	9,36	91,20
1568,25	143,82	290,6256	281,4	9,17	87,50
928,71	100,34	282,877	285,6	10,80	83,50
823,14	79,61	272,4975	273	9,67	80,10
670,14	74,89	29,026	105	11,18	60,10
1187,28	92,37	278,108	88,2	7,78	35,24
1533,06	143,24	270,49	84	9,34	34,51
1785,51	184,06	275,6648	88,2	10,31	35,55
1569,78	156,75	27,2405	12,6	9,99	51,39
581,4	96,97	2483,32	33,6	16,68	1,50
1476,45	146,83	24,9312	0	9,94	0,00
1409,13	142,11	25,7146	0	10,08	0,00
1479,51	107,67	25,9972	0	7,28	0,00
977,67	107,70	266,305	42	11,02	17,52
1638,63	133,26	292,9696	39,6	8,13	15,02
1675,35	138,19	281,5875	37,8	8,25	14,92
722,16	59,33	235,1456	0	8,22	0,00
1115,37	86,32	22,295	0	7,74	0,00
896,58	88,31	21,915	0	9,85	0,00

LAMPIRAN B7

Tabel Data Hasil Analisa Kompor

Tanggal 10 Agustus 2022

Pin (kJ)	Pout(kJ)	ηGas(%)
141267,9	0	0,000
139525,6	373,8	0,268
137689,1	338,1	0,246
135946,8	319,2	0,235
135052,1	79,8	0,059
134345,7	37,8	0,028
134345,7	0	0,000
133686,5	75,6	0,057
133356,9	0	0,000
133356,9	0	0,000
132980,1	14,7	0,011
132697,6	0	0,000
132697,6	0	0,000
132273,8	18,9	0,014
132038,4	16,8	0,013
131755,8	0	0,000
131379,1	16,8	0,013
130814,0	33,6	0,026
130484,4	0	0,000
130484,4	0	0,000
130060,6	4,2	0,003

**LAMPIRAN C
DOKUMENTASI KEGIATAN**



Pemasangan baut rangka panel



Perakitan tungku kompor



Pemotongan rangka besi



Perakitan rangka panel



Pemasangan panel pada rangka



Perakitan sistem kontrol



Pemasangan termodigital



Hasil perakitan sistem kontrol



Pemasangan panci pada tungku



Pengukuran intensitas matahari



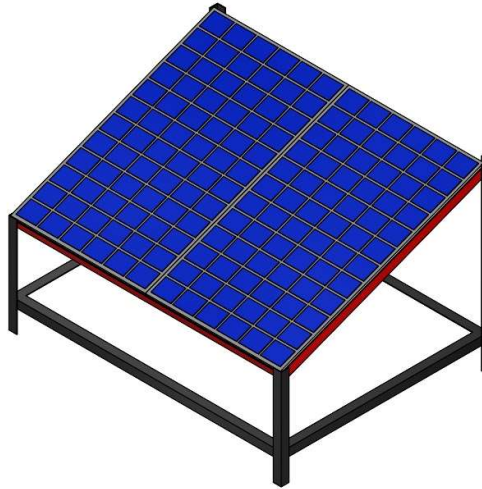
Penginputan data



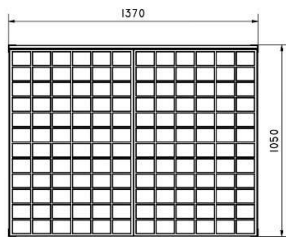
Pengujian pemanas air kontinu sistem hybrid tenaga surya dan gas



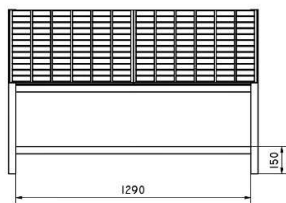
LAMPIRAN D
GAMBAR RANCANG BANGUN



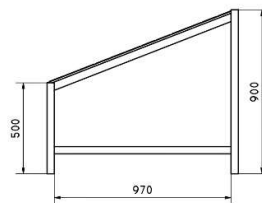
3Dimensi rangka panel surya



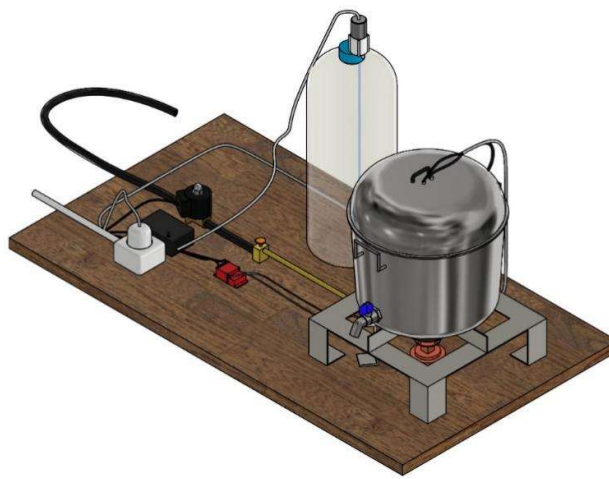
Tampak atas



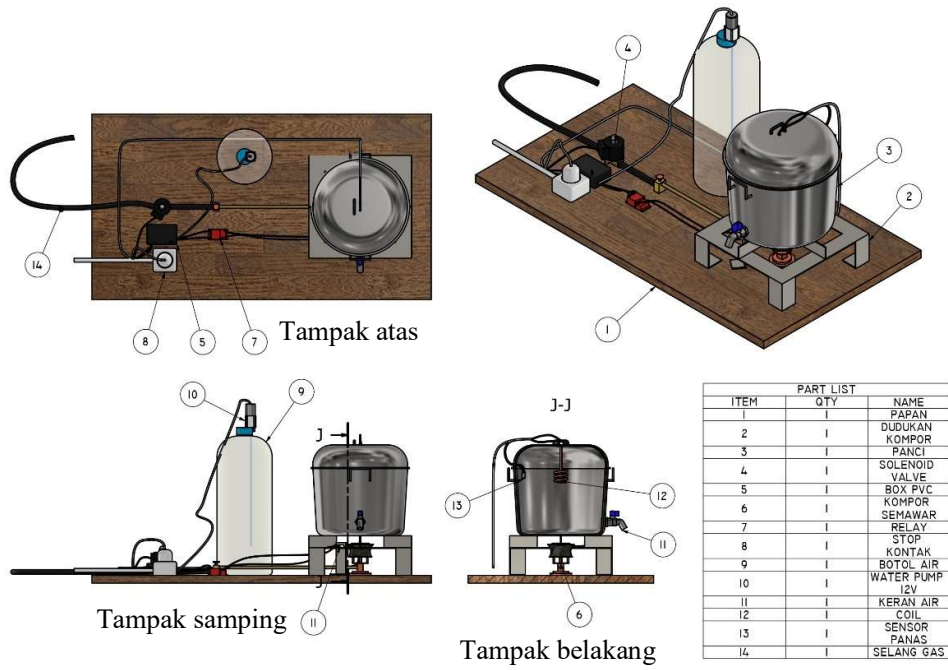
Tampak depan



Tampak samping



3Dimensi tungku dan panci



PART LIST		
ITEM	QTY	NAME
1	1	PAPAN
2	1	DUDUKAN KOMPOR
3	1	PANCI
4	1	SOLENOID VALVE
5	1	BOX PVC KOMPOR
6	1	SEMAWAR
7	1	RELAY STOP
8	1	KONTAK
9	1	BOTOL AIR WATER PUMP
10	1	WATER PUMP
11	1	KERAN AIR
12	1	COIL
13	1	SENSOR PANAS
14	1	SELANG GAS



3Dimensi panci



Tampak atas



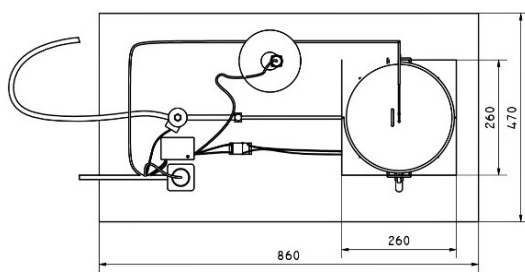
L-L



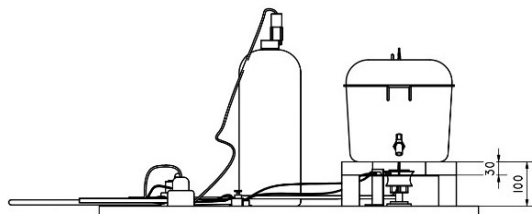
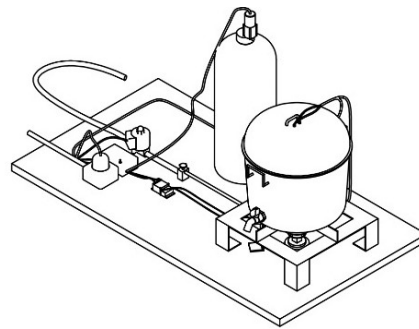
Tampak depan



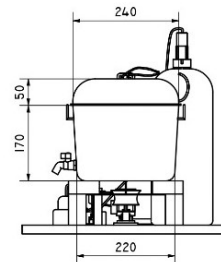
Tampak samping



Tampak atas



Tampak depan



Tampak samping

UKURAN TUNGKU DAN PANGCI
PEMANAS AIR KONTINU SISTEM
HYBRID TENAGA SURYA DAN GAS

Skala	Digambar	27/11/21	Atto
1:50	Diperiksa		
	Disetujui		

POLITEKNIK NEGERI UJUNG
PANDANG

NO. 34219026/34219031/A4