

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA DAN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS TENAGA AIR
HUJAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

ANDI FIQRAM GHOZALI

342 19 049

FADHILAH IZZAH CHARMAIN

342 19 052

PROGRAM STUDI D3-TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2022

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Otomatis Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Berbasis Tenaga Air Hujan” oleh Andi Fiqram Ghozali NIM 34219049 dan Fadhilah Izzah Charmain NIM 34219053 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2022

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Muh. Yusuf Yunus, S.ST.,M.T.
NIP. 19800820 200501 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang



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

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini selasa 27 September 2022, tim penguji seminar proposal tugas akhir telah menerima hasil seminar proposal tugas akhir telah menerima hasil seminar proposal tugas akhir oleh mahasiswa Andi Fiqram Ghozali NIM 342 19 049 dan Fadhilah Izzah Charmain NIM 342 19 052 dengan judul “Rancang Bangun Sistem Otomatis Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Berbasis Tenaga Air Hujan”.

Makassar, September 2022

Tim Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir :

1. Yiyin Klistafani, S.T., M.T.

Ketua

()

2. Abdul Rahman, S.T.,M.T.

Sekretaris

()

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

Anggota

()

4. Sukma Abadi, S.T., M.T.

Anggota

()

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

Anggota

()

6. Muh Yusuf Yunus, S.ST.,M.T.

Anggota

()

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan pertolongan-Nya, penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Otomatis Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Berbasis Tenaga Air Hujan" dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan 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 dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara-saudara penulis yang tak henti-hentinya mendoakan dan memberikan dukungan kepada kami.
2. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang kepada Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D.
3. Ketua Jurusan Teknik Mesin kepada Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D.
4. Koordinator Program Studi D3 Teknik Konversi Energi kepada Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T.
5. Bapak Prof. A. M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. sebagai Pembimbing I yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Muh Yusuf Yunus, S.ST., M.T. sebagai Pembimbing 2 yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

7. Segenap Dosen pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Khususnya Dosen pada Program Studi Teknik Konversi Energi.
8. Seluruh tenaga kependidikan dan instruktur pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri ujung Pandang.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya teman-teman pada Program Studi Teknik Konversi Energi angkatan 2019 yang telah membantu dan memberikan dukungannya.
10. Buat semua pihak yang tidak sempat kami sebutkan satu-persatu yang berjasa dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, 2022

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | ii |
| HALAMAN PENERIMAAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| SURAT PERNYATAAN | ix |
| RINGKASAN | xi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Ruang Lingkup Kegiatan | 2 |
| 1.4 Tujuan Kegiatan | 2 |
| 1.4.1 Manfaat Kegiatan..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya..... | 4 |
| 2.1.1 Sel Surya | 4 |
| 2.1.3 Daya dan Efisiensi solar cell..... | 6 |
| 2.1.3 <i>Control Charge</i> | 6 |
| 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan | 7 |
| 2.3 Mikrokontroler | 10 |
| 2.4 Arduino | 11 |
| 2.5 Arduino Uno R3..... | 14 |
| 2.6 Sensor Tegangan | 15 |
| 2.7 Sensor Arus ACS712 | 16 |
| 2.8 Data Logger..... | 17 |
| 2.9 RTC (Real Time Clock) | 18 |

| | |
|--|----|
| 2.10 <i>Automatic Tranfer Switch (ATS)</i> | 19 |
|--|----|

| | |
|--------------------------------------|----|
| BAB III METODE KEGIATAN | 21 |
|--------------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan | 21 |
|--|----|

| | |
|--------------------------|----|
| 3.2 Alat dan Bahan | 21 |
|--------------------------|----|

| | |
|-------------------------|----|
| 3.3 Prosedur Kerja..... | 22 |
|-------------------------|----|

| | |
|----------------------------|----|
| 3.4 Proses Pengujian | 23 |
|----------------------------|----|

| | |
|--|----|
| 3.4.1 Diagram Alir Pembuatan dan Pengujian Alat..... | 25 |
|--|----|

| | |
|---------------------------|----|
| 3.4.2 kontruksi Alat..... | 26 |
|---------------------------|----|

| | |
|------------------------------------|----|
| 3.4.3 Perancangan Kelistrikan..... | 27 |
|------------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN | 28 |
|--|----|

| | |
|----------------------------|----|
| 4.1 Hasil Perancangan..... | 28 |
|----------------------------|----|

| | |
|---|----|
| 4.1.1 Hasil Rancangan Pembangkit Hybrid | 28 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| 4.1.2 Hasil Perancangan pemograman alat | 32 |
|---|----|

| | |
|-------------------------|----|
| 4.2 Pengujian Alat..... | 33 |
|-------------------------|----|

| | |
|-------------------------------|----|
| 4.3 Data Hasil Pengujian..... | 35 |
|-------------------------------|----|

| | |
|----------------------------|----|
| BAB V PENUTUP | 39 |
|----------------------------|----|

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 39 |
|----------------------|----|

| | |
|----------------|----|
| 5.2 Saran..... | 39 |
|----------------|----|

| | |
|-----------------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 40 |
|-----------------------------|----|

| | |
|-----------------------|----|
| LAMPIRAN | 42 |
|-----------------------|----|

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Kurva Arus-Tegangan (I-V)..... | 5 |
| Gambar 2.2 <i>Solar Charge Controller</i> | 6 |
| Gambar 2.3 <i>Board Microcontroller</i> | 12 |
| Gambar 2.4 <i>Board Arduino Uno</i> | 13 |
| Gambar 2.5 <i>Software Arduino IDE</i> | 14 |
| Gambar 2.6 Modul Sensor Tegangan ZMPT101B | 15 |
| Gambar 2.7 Kaki-kaki Sensor Arus ACS | 16 |
| Gambar 2.8 <i>Real Time Clock</i> | 19 |
| Gambar 2.8 <i>Automatic Transfer Switch</i> | 20 |
| Gambar 3.1 <i>Block Diagram Sistem</i> | 24 |
| Gambar 3.2 Diagram Alih Pembuatan dan Pengujian Alat | 25 |
| Gambar 3.3 Desain 3 Dimensi PLTS dan PLTAH | 26 |
| Gambar 3.4 Perancangan Kelistrikan..... | 27 |
| Gambar 4.1 Pembangkit Hybrid PLTS dan Pembangkit Listrik Berbasis Tenaga Air Hujan..... | 29 |
| Gambar 4.2 Turbin Pelton Tercopel dengan generator DC | 30 |
| Gambar 4.3 Modul instrumen tempat pembacaan data dan ATS | 30 |
| Gambar 4.4 Modul Instrumen Pembangkit Hybrid dan Beban DC 6 lampu 5W | 31 |
| Gambar 4.5 Rancangan Modul Arduino untuk sensor arus, tegangan, dan RTC | 32 |
| Gambar 4.6 Sistem perancangan modul beserta komponen-komponennya. | 32 |

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Fiqram Ghozali

NIM 342 19 049

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Otomatis PadaPembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Berbasis Tenaga Air Hujan” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

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

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

Makassar, September 2022

Andi Fiqram Ghozali

NIM 342 19 049

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadhilah Izzah Charmain

NIM 342 19 052

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Otomatis PadaPembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Berbasis Tenaga Air Hujan” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

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

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

Makassar, September 2022

Fadhilah Izzah Charmain

NIM 342 19 052

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DAN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS TENAGA AIR HUJAN

RINGKASAN

Hampir semua aktifitas manusia modern saat ini menggunakan alat yang berhubungan dengan listrik untuk memenuhi kebutuhan baik primer ataupun sekunder. Pembangkit *Hybrid* Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik berbasis tenaga air hujan adalah Pembangkit yang memanfaatkan 2 sumber energi listrik alternatif dan terbarukan. Hal ini menjadi penunjang untuk memanfaatkan kedua energi ini. Air hujan dan sinar matahari sangat tersedia di semua tempat dan tidak membutuhkan wilayah khusus untuk pembangunannya, terlebih lagi jika pembangkit tersebut dalam skala kecil. Perangkat PLTS-PLTAH ini menggunakan perancangan otomatis seperti dalam pembacaan data dan peralihan alirannya,

Perancangan alat ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan studi kelayakan hasil kerja desain dan konstruksi kombinasi PLTS dan PLTAH dan membuat sistem otomatis guna mempermudah pembacaan dan penyimpanan data. Kegiatan ini dimulai dengan perancangan dua pembangkit *hybrid*, Perancangan program untuk pembacaan data dan melakukan uji terhadap ATS untuk melihat peralihan outputnya.

Berdasarkan hasil deskripsi dan kesimpulan, hasil keuntungan rancang bangun sistem otomatis pada saklar dan data logger dapat diterapkan. Ketika ingin melakukan penelitian untuk memudahkan kinerja operasional teknisi dan hemat daya listrik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju perkembangan teknologi dewasa ini dapat dikatakan sangat pesat. Beberapa diantaranya adalah dalam bidang komputer dan jaringan. Hal ini sangat memudahkan manusia dalam mengefisienkan waktu karena segala hal yang biasanya bersifat manual, kini tergantikan dengan peralatan-peralatan otomatis. Hal ini meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga dalam pekerjaan sehari-hari.

Penggunaan saklar otomatis dapat menambah efisiensi pekerjaan manusia tanpa harus memantau secara terus-menerus dan melakukan pengalihan aliran arus secara manual. Penggunaan saklar alih dan pembacaan data otomatis oleh data logger dapat mempermudah penelitian ini untuk meningkatkan ketepatan dalam pengambilan data.

Berdasarkan penelitian yang telah dibuat oleh Syamsuryani Abbas dan Fadil Amrullah pada tahun 2020 dalam Tugas Akhirnya “Rancang Bangun Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga air Hujan” dimana pada rancang bangun ini menggunakan *Toggle Switch* sebagai pengatur output aliran listrik dari kedua pembangkit secara bergantian serta menampilkan dan membaca data tegangan dan arus secara manual menggunakan digital LCD panel meter. Namun, kelemahan dari rancang bangun ini adalah sistem monitoring dan saklar otomatis yang masih manual dan tidak real time

sehingga pembacaan data tidak termasuk akurat dan pengalihan arus yang masuk harus dikontrol secara manual.

Dan berdasarkan latar belakang tersebut, penulis hendak melakukan pengembangan alat tersebut dengan judul “Rancang Bangun Sistem Otomatis Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Berbasis Tenaga Air Hujan”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan:

1. Bagaimana perancangan pembacaan aliran *output* otomatis pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan.
2. Bagaimana mengatur peralihan aliran listrik dari dua pembangkit secara otomatis.

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Agar pengerjaan tugas akhir ini dapat maksimal, maka adapun batasan permasalahan yang akan dibahas dalam perancangan sistem saklar dan data logger pada system Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan sensor ACS712, sensor ZMPT101B dan Arduino tipe mikrokontroler R3

2. Perancangan program alat pengontrolan aliran listrik untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan.
3. Pengujian alat rangkaian dan monitoring.

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1 Tujuan Kegiatan

Berdasarkan penjabaran pada rumusan masalah, maka diharapkan dapat mencapai tujuan berikut:

1. Mendapatkan hasil pembacaan data secara *real time*.
2. Mendapatkan kemampuan untuk mengalihkan aliran dari dua pembangkit dengan menggunakan ATS

1.4.2 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat kegiatan adalah sebagai Referensi tambahan dalam pembuatan ataupun pengembangan alat yang serupa yang menggunakan pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan dalam hal sistem otomatis dan *data logger* untuk penulis lain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

2.1.1 Sel Surya

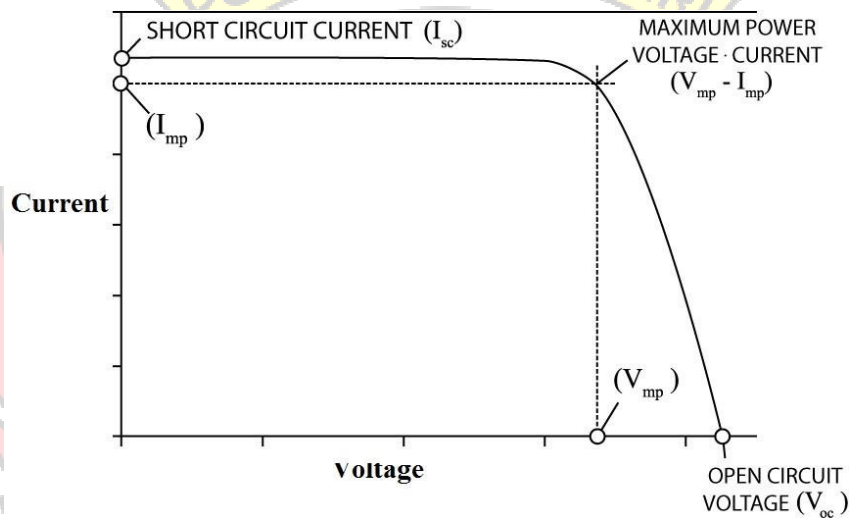
Sel surya adalah alat yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Sederhananya, solar cell terdiri dari sambungan bahan semi konduktor bertipe p dan n yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut dengan aliran listrik (Nardi dan Harianto, 2011).

Salah satu bahan semikonduktor yang biasa digunakan sebagai sel surya adalah kristal silikon. Bahan semi konduktor tersebut akan menyerap cahaya matahari yang mengenai sel photovoltaic sehingga menyebabkan terjadinya aliran elektron.

Agar memperoleh sejumlah tegangan atau arus listrik yang dikehendaki, maka umumnya masing-masing sel surya dikaitkan satu sama lainnya baik secara seri maupun paralel untuk membentuk satu rangkaian PV yang biasa disebut dengan modul. Modul PV umumnya terdiri dari 36 sel surya atau 33 sel, dan 72 sel. Beberapa modul PV dihubungkan untuk membentuk rangkaian tertentu yang disebut PV panel, sedangkan jika berderet-deret modul PV dihubungkan secara baris dan kolom disebut PV array. Hubungan seri pada sel surya akan memberikan efek variasi tegangan yang tinggi sedangkan rangkaian paralel untuk memberikan efek variasi arus.

2.1.2 Daya dan Efisiensi Solar Cell

Daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya saat terkena cahaya diperoleh dari kemampuan perangkat sel surya untuk menghasilkan tegangan ketika menerima beban dan arus yang melalui beban pada saat yang bersamaan. Kemampuan ini direpresentasikan dalam kurva arus-tegangan (I-V) sebagai berikut.



Gambar 2.1 Kurva Arus-Tegangan (I-V)

(Sumber: Kierby, 2012)

Setelah mendapatkan output dari sel surya yang berupa arus listrik dapat langsung digunakan untuk beban. Arus yang dihasilkan dapat juga digunakan sebagai pengisian dengan cara disimpan pada baterai agar dapat digunakan pada saat yang diperlukan khususnya pada malam hari karena tidak adanya sinar matahari.

2.1.3 Control Charge

Pengisi daya atau *charge controller* adalah peralatan yang digunakan pada sistem PLTS komunal yang dilengkapi dengan tempat penyimpanan (*storage*) cadangan energi listrik. Pengontrol *charger* berfungsi untuk pembantuan pengisian arus searah (DC) dari panel surya ke baterai yang disebut proses pengisian (*charge*), dan pengaturan distribusi arus listrik dari baterai ke beban listrik disebut dengan proses pelepasan (*discharge*). Fungsi utama pengontrol pengisian daya adalah untuk mempertahankan baterai dari kondisi pengisian tertinggi, melindungi baterai saat menerima daya berlebih dari *array*, dengan membatasi pengisian energi saat baterai terisi penuh, dan melindungi baterai dari *over-discharge* yang disebabkan oleh beban, dengan melepaskan baterai dari beban saat baterai mencapai kondisi pengisian rendah (James P Dunlop, 1997).



Gambar 2.2 Solar Charge Controller

(Sumber: <https://turkey.desertcart.com/>)

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan

Secara umum Pusat Listrik Tenaga Air dapat dikategorikan sesuai besar daya yang dihasilkannya, dimana salah satu klasifikasi Pusat Listrik Tenaga Air adalah sebagaimana tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Klasifikasi pusat listrik tenaga air

| No. | Jenis | Daya / Kapasitas |
|-----|-------|---------------------------|
| 1 | PLTA | > 5MW (5000 kW) |
| 2 | PLTM | < 100 kW < PLTM < 5000 kW |
| 3 | PLTMH | < 100 kW |

(Sumber : Seven Wye Energi Agency, www.swea.co.uk)

Pada dasarnya suatu pembangkit listrik tenaga air hujan (PLTAH) berfungsi untuk mengubah potensi tenaga air yang jatuh mengenai atap rumah berupa aliran air. Aliran air ditampung pada tangki air yang mempunyai debit dan tinggi jatuh (*head*) untuk menghasilkan energi listrik. Pembangkit listrik tenaga air hujan masuk dalam kategori PLTMH yang kapasitas dayanya dibawah 100 kW. Komponen penting yang menunjang sistem PLTAH secara umum terdiri atas talang air, tangki air, pipa pesat, turbin air, dan generator.

Air hujan yang jatuh mengenai atap rumah tidak langsung jatuh ke permukaan tanah dikarenakan air yang jatuh mengalir ke talang air. Air hujan yang melewati talang kemudian ditampung di dalam tangki air. Tangki air berfungsi untuk menampung air hujan dan menurunkan kecepatan air sebelum

masuk ke pipa pesat/*penstock*. Pada ujung pipa pesat dipasang *nozzle* untuk memutar turbin yang berfungsi untuk mengubah energi potensial yang ada pada air menjadi energi mekanik. Poros turbin dihubungkan dengan generator kemudian dikopel secara langsung agar putaran turbin dan generator sama sehingga menghasilkan energi listrik.

Hidrologi adalah ilmu yang berfokus pada air bumi dalam hal perputarannya, penyebarannya, pergerakannya, pemanfaatannya, perkembangannya, pengelolaannya, dan segala sesuatu yang berhubungan dengan air. Pendapat para ahli tentang ilmu hidrologi sangat banyak, namun esensi dari semua pendapat yang dikemukakan oleh para ahli tersebut adalah sama. Hidrologi juga termasuk dalam salah satu cabang geografi fisik yang dikembangkan oleh para filosof dari berbagai bangsa, antara lain Yunani, Romawi, Cina, dan Mesir. Novanga (Soewarno, 1991). Siklus air ini memegang peranan penting dalam kelangsungan kehidupan di bumi. Melalui siklus ini, ketersediaan air tetap terjaga dan keseimbangan ekologis di planet ini tercapai. Evaporasi/transpirasi Air dari laut, darat, sungai, tumbuhan, dll menguap ke angkasa (atmosfer) dan menjadi awan. Dalam saturasi dengan uap air (awan), ia berubah menjadi titik-titik air dan jatuh dalam bentuk hujan, salju, dan es.

Infiltrasi atau Perkolasi ke dalam tanah. Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan. Air permukaan bergerak di atas permukaan tanah dekat

dengan aliran utama dan danau makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat pada daerah urban. Sungaisungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan di sekitar daerah aliransungai menuju laut.

Air permukaan (danau, waduk, rawa) dan sebagian air tanah terkumpul dan mengalir, membentuk sungai dan berakhir di laut. Proses pergerakan air di darat berlangsung dalam komponen-komponen siklus air yang membentuk Daerah Aliran Sungai (DAS). Jumlah air itu sendiri di Bumi secara keseluruhan relatif konstan, dan yang berubah adalah bentuk dan lokasinya, yang terbesar terjadi di lautan. Hal ini juga didukung oleh pendapat Fetter C.W. "Hidrologi Terapan". (2001), seorang ilmuwan hidrologi yang mempelajari sumber daya air terestrial, menyimpulkan bahwa meskipun jumlah sumber daya air kecil, mereka memiliki distribusi dan fase yang berbeda.

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya (Dharmawan, 2017). Mikrokontroler bekerja berdasarkan program yang ditanamkan di dalamnya, dan program tersebut dibuat sesuai keinginan pembuatan aplikasinya. Pengaplikasian pada mikrokontroler biasanya dikaitkan dengan pembacaan data dari luar ataupun kontrol peralatan luarnya. Mikrokontroler memiliki jalur input dan output atau yang biasa disebut port yang dimana dapat menjadikan mikrokontroler bisa digunakan dalam aplikasi pembacaan data, pengontrolan dan penyajian informasi.

Mikrokontroler memiliki beberapa bagian yang terhubung satu sama lain yang membuat komponen tersebut bekerja sesuai program yang didownloadkan di dalamnya. Komponen penyusun mikrokontroler antara lain:

1. CPU (*Central Processor Unit*)

CPU merupakan pengendali utama dari seluruh aktivitas mikrokontroler. CPU ini memiliki fungsi untuk menjalankan program dan melakukan koordinasi dengan bagian lain yang ada di dalam mikrokontroler ALU (*Arimetic and Logic Unit*) yang berada dalam mikrokontroler ini bertugas melakukan perhitungan aritmetika dan logika. Di dalam CPU juga terdapat memori yang dapat menyimpan data secara sementara selama proses berlangsung. Memori yang ada di dalam CPU disebut dengan register.

2. Unit Memori

Memori merupakan bagian dari mikrokontroler yang dapat menyimpan data. Tiga hal yang menjadi pokok penting mengenai memori, Yaitu alamat memori yang menjadi lokasi penyimpanan suatu data, Data yang merupakan isi dari memori, dan jalur kendali yang berisi perintah dari CPU apakah lokasi memori akan dibaca atau ditulis.

3. Bus

Bus adalah jalur- jalur yang menghubungkan CPU dengan memori atau unit lain yang ada di dalam mikrokontroler. Jalur-jalur tersebut tergabung dalam suatu grup, dan grup inilah yang disebut dengan bus.

Dalam mikrokontroler terdapat dua macam bus, yaitu bus dan bus alamat. Pengendalian aliran data melalui bus dilakukan dengan CPU melalui control line.

4. Port I/O (Input/Output)

Perangkat input dan output atau sering disebut dengan istilah I/O memiliki tugas yang berbeda, Perangkat input bertugas untuk menerima dan menyalurkan perintah yang masuk dan kemudian akan diproses. Sedangkan untuk perangkat keluar berfungsi dalam menampilkan hasil proses input.

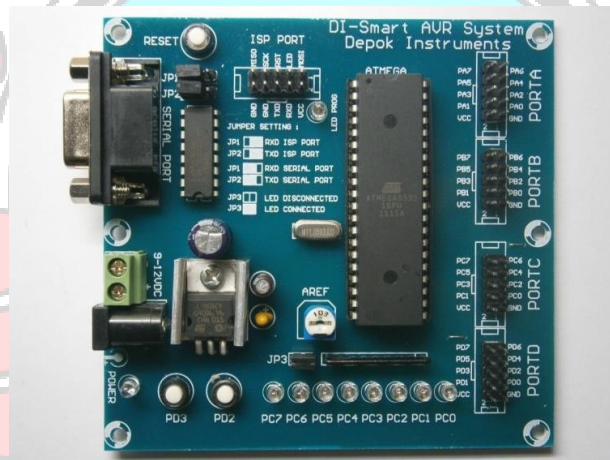
5. Pembangkit *clock osilator*

Rangkaian osilator dibutuhkan oleh mikrokontroler untuk menyediakan clock untuk mikrokontroler tersebut. Hal ini membuat instruksi program dapat berjalan secara serempak atau sinkron. Frekuensi

clock yang dibangkitkan oleh osilator akan menentukan waktu yang diperlukan mikrokontroler untuk mengeksekusi suatu instruksi.

6. Unit timer/counter

Timer atau *counter* juga terdapat pada mikrokontroler. Timer tersebut diperlukan untuk menghasilkan *delay*, mencacah pulsa, mengetahui keberadaan proses dan sebagainya. Keunggulan ini dapat membuat mikrokontroler dapat diaplikasikan secara luas untuk pemrograman suatu pengontrolan.



Gambar 2.3 Board *Microcontroller*

2.4 Arduino

Arduino merupakan papan elektronik open source dengan rangkaian sistem minimum mikrokontroler didalamnya. Mikrokontroler yang digunakan adalah AVR produk dari Intel. Beberapa mikrokontroler yang sering digunakan adalah Atmega168, Atmega328, dan Atmega2560. (B. Stewart, 2015)

Pada penelitian ini menggunakan arduino yang memakai mikrokontroler Atmega 328.

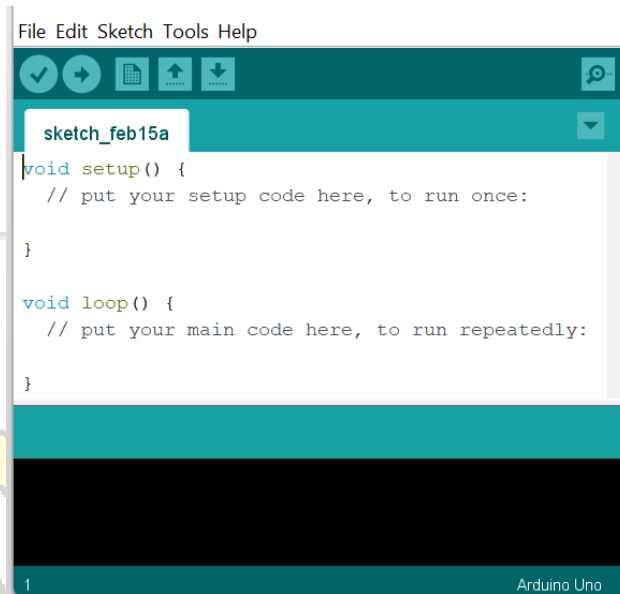


Gambar 2.4 Board Arduino Uno
(Sumber: Akbar, 2018)

Bagian – bagian dari arduino sebagai berikut :

- 1) Pin Digital
- 2) Pin Analog
- 3) Pin Power (5v, 3.3v, Ground, Vin, VREF/Tegangan referensi)
- 4) Port ICSP
- 5) Port USB
- 6) Soket Power
- 7) Tombol Reset

Dalam mengoperasikan arduino harus menggunakan software untuk memasukkan program, program yang digunakan pada arduino adalah bahasa C. Gambar 2.5 merupakan tampilan software arduino IDE.



```
File Edit Sketch Tools Help
sketch_feb15a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
1 Arduino Uno
```

Gambar 2.5 Software Arduino IDE

2.5 Arduino Uno R3

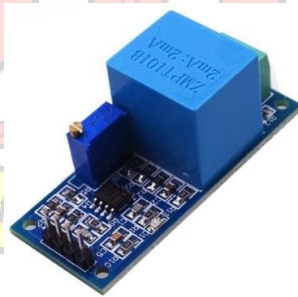
ATMega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATMega8 ini antara lain ATMega8535, ATMega16, ATMega32, ATMega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin input/output), peripheral (USART, timer, counter, dll). Dari segi ukuran fisik, ATMega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATMega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan periperialnya relatif sama dengan ATMega8535, ATMega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan

mikrokontroler diatas.

2.6 Sensor Tegangan

Sensor tegangan salah satu jenis sensor yang berfungsi untuk mengukur tegangan listrik. Sensor ini didasarkan pada prinsip tekanan resistensi dan dapat membuat tegangan input dari terminal mengurangi 5 kali dari tegangan asli. Sensor tegangan digunakan untuk mengubah rentang output dimisalkan dari 0 - 48V menjadi 0 - 5V Rentang tegangan masukan ADC. Sensor pada dasarnya menggunakan prinsip pembagi tegangan. 2 resistor terhubung masuk seri, R_{top} dan R_{bottom} . Tegangan R_{bottom} digunakan sebagai input untuk mikrokontroler ADC.

Sensor tegangan menggunakan trafo tegangan untuk menurunkan tegangan dari 220 ke 5 volt AC kemudian disearahkan dengan jembatan diode untuk mendapatkan tegangan DC, kemudian di filter menggunakan kapasitor dan masuk kerangkaian pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan. Tegangan yang dihasilkan tidak lebih dari 5 volt DC sebagai input ke mikrokontroler. (Fitriandi, dkk 2016)

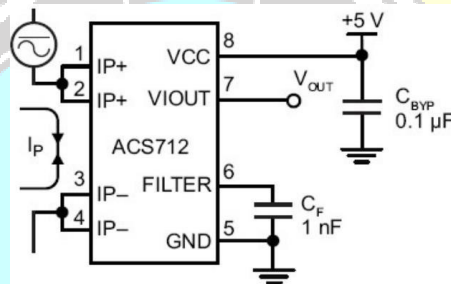


Gambar 2.6 modul sensor tegangan ZMPT101B

(Sumber: Fitriandi, dkk 2016)

2.7 Sensor Arus ACS712

ACS712 merupakan sensor arus AC ataupun DC dalam pembacaan arus pada setiap perangkat kelistrikan. Sensor ini cukup presisi untuk digunakan. Pada umumnya, aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, mendeteksi beban, *switch-mode power supplies* dan sebagai proteksi beban berlebih.



Gambar 2.7 Kaki kaki Arus Sensor ACS712

(Sumber :Chen, 2010)

Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan peristiwa hall effect yang bekerja menggunakan prinsip gaya Lorentz. Sensor ini juga memiliki tegangan kerja 5 V dan memiliki resistansi internal sebesar 1.2 m Ω . Bagian-bagian dari sensor arus ACS712 yaitu:

Pin 1 : IP+ yang merupakan masukan arus.

Pin 2 : IP+ yang merupakan masukan arus Pin

Pin 3 : IP- yang merupakan keluaran arus

Pin 4 : IP- yang merupakan keluaran arus

Pin 5 : Ground

Pin 6 : Terminal untuk kapasitor eksternal

Pin 7 : Keluaran tegangan analog

Pin 8 : Power supply 5 V

Sensor arus ACS 712 tersebut dibuat secara compact oleh pabrik dalam bentuk IC yang bekerja dengan prinsip merespon dan mengukur medan magnet yang timbul disekitar kawat berarus dengan mengkombinasikan fungsi resistor shunt dan current transformer sebagai sensor arus AC maupun DC yang memiliki tingkat akurasi pembacaan yang tinggi (Mnati, 2017)

2.8 Data Logger

Data logger adalah suatu alat elektronik yang berfungsi mencatat data dari waktu ke waktu secara *continue*. (NL Marpaung, 2012) atau secara singkatnya data logger merupakan alat yang dapat melakukan *data logging* yang biasanya berukuran kecil, menggunakan baterai, *portable*, dan dilengkapi dengan mikroprosesor, memori internal atau sdcard untuk menyimpan data dan sensor.

Penggunaan data logger sangat memudahkan pekerjaan dikarenakan alat ini dapat otomatis bekerja mengumpulkan data 24 jam tanpa perlu diawasi selama periode pemantauan.

Beberapa data logger menggunakan personal komputer dan software sebagai tempat menyimpan data dan menganalisis data. Data yang disimpan di harddisk

dapat diakses kapanpun kita inginkan. Hal ini termasuk beberapa perangkat akuisisi data seperti *plug-in board* atau sistem komunikasi serial yang menggunakan komputer sebagai sistem penyimpanan data *real time*. Hampir semua pabrikan menganggap sebuah data logger adalah sebuah perangkat yang berdiri sendiri (*stand alone device*) yang dapat membaca berbagai macam tipe sinyal elektronika dan menyimpan data di dalam memori internal untuk kemudian didownload ke sebuah computer (NL Marpaung,2012).

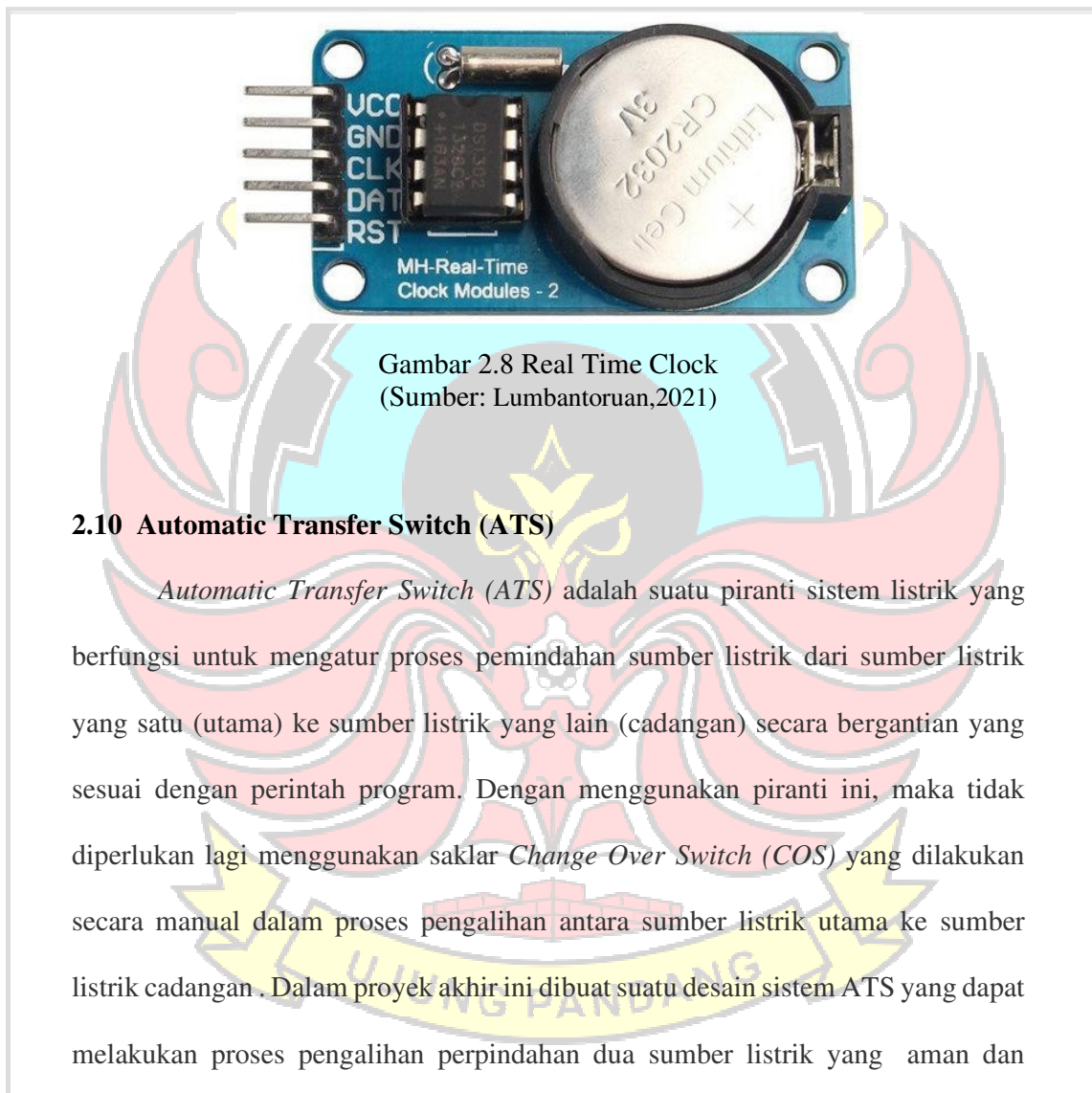
Logging data atau data logging adalah proses berlangsungnya pengumpulan data dari sensor yang bertujuan untuk mengarsipkan ataupun bertujuan analisis. Cara kerjanya yaitu mengolah data yang datang dari sensor yang mengkonversi besaran listrik menjadi sinyal listrik yang dapat diukur secara otomatis kemudian ditransfer ke komputer ataupun mikroprosesor untuk kemudian diolah. Data logger biasanya menggunakan komputer, biasanya PC, untuk mengumpulkan data yang keluar dari sensor agar dapat ditampilkan.

2.9 RTC (Real Time Clock)

RTC bertujuan untuk membuat perangkat bekerja secara real time pemantauan. RTC memiliki supply tegangan tersendiri sehingga RTC selalu aktif bahkan ketika supply tegangan dimatikan. RTC dapat mengamati detik, menit, jam, tanggal, bulan sehingga menjadi lebih efisien dalam pembacaan data yang diharapkan akurat.

RTC merupakan chip dengan konsumsi daya rendah. Chip tersebut mempunyai kode binary (BCD), jam/ kalender, 56 byte NV SRAM dan

komunikasi antarmuka menggunakan serial two wire. RTC menyediakan data dalam bentuk detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, tahun, dan informasi yang dapat diprogram (Lumbantoruan, 2021).



Gambar 2.8 Real Time Clock
(Sumber: Lumbantoruan,2021)

2.10 Automatic Transfer Switch (ATS)

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah suatu piranti sistem listrik yang berfungsi untuk mengatur proses pemindahan sumber listrik dari sumber listrik yang satu (utama) ke sumber listrik yang lain (cadangan) secara bergantian yang sesuai dengan perintah program. Dengan menggunakan piranti ini, maka tidak diperlukan lagi menggunakan saklar *Change Over Switch (COS)* yang dilakukan secara manual dalam proses pengalihan antara sumber listrik utama ke sumber listrik cadangan. Dalam proyek akhir ini dibuat suatu desain sistem ATS yang dapat melakukan proses pengalihan perpindahan dua sumber listrik yang aman dan efektif secara sekuensial sesuai dengan proses kerja yang akan dikendalikan oleh *controller*. *Controller* yang akan melakukan proses pengendalian kondisi yang akan dilakukan proses ATS tersebut, dimana pengontrolan sumber listrik

utama ke sumber listrik cadangan menerapkan atau menggunakan mode penyaklaran dengan pengendali saklar daya seperti, yaitu *Thyristor*, untuk mendapatkan kecepatan dalam proses *switching*. Dengan menggunakan ATS berbasis mikrokontroler tersebut dapat menyelesaikan permasalahan pengalihan perpindahan dua sumber listrik yang aman dan efektif.



Gambar 2.9 *Automatic Transfer Switch*

BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilaksanakan di Lab Konversi Energi Kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang berlangsung selama 5 bulan yang dimulai pada bulan Maret sampai dengan bulan Juli 2022. Pelaksanaan kegiatan diawali dengan perancangan dan perakitan sistem kontrol Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan yang selanjutnya dilakukan pengambilan data.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Alat
 - 1) Turbin Air jenis Prototype Turbin Pelton
 - 2) Dinamo Generator Kincir Air DC 24V 150 Watt
 - 3) Panel Surya jenis *polycrystalline* berkapasitas 2x50Wp
 - 4) Solar Charge controller 20A
 - 5) Baterai VRLA 12V,18Ah
 - 6) Tang Amper UNI_T UT210E
 - 7) Automatic Transfer Switch
 - 8) Gurinda
 - 9) Rpm Meter
 - 10) Piranometer

- 11) Multimeter
- 12) LasListrik
- 13) Bor
- 14) Meteran
- 15) LCD 16x2
- 16) Arduino tipe mikrokontroler Atmega328
- 17) Real time clock (RTC) DS1307
- 18) Micro SD
- 19) Sensor Arus ACS712
- 20) Sensor Tegangan ZMPT101B

▪ Bahan

- 1) Kabel
- 2) Pipa pvc 1 inch
- 3) Tangki air 1200 liter
- 4) Nozzle
- 5) Mur tandon air
- 6) Baur dan mur
- 7) Stop keran
- 8) Sambungan pipa

3.3 Prosedur Kerja

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini langkah-langkah yang dilakukan meliputi studi literature kepustakaan dan membaca teori-teori yang berkaitan dengan topik, baik dari buku referensi ataupun jurnal yang relevan untuk

menunjang pembuatan tugas akhir ini. Selain itu, penulis juga melakukan bimbingan dengan dosen pendamping mengenai masalah-masalah yang timbul selama pengerjaan alat berlangsung. Selanjutnya pada tahap perancangan dilakukan perancangan sistem kontrol sekaligus pemilihan alat dan bahan yang digunakan. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan desain. Setelah itu dilakukan perakitan alat dan memprogram sistem saklar alih otomatis dan data logger yang akan digunakan.

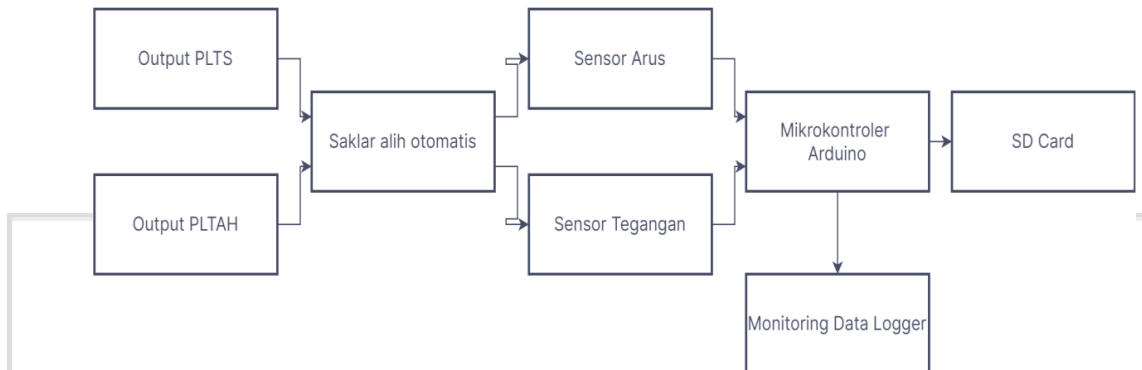
Setelah melakukan langkah di atas, dilakukan proses pengujian dengan parameter sebagai berikut:

1. Pengujian pengambilan data dari sensor arus
2. Pengujian pengambilan data dari sensor tegangan
3. Pengujian monitoring data output melalui data logger.

3.4 Proses Pengujian

Langkah dari perancangan sistem monitoring output dan pencatatan data pada pembangkit hybrid adalah sebagai berikut.

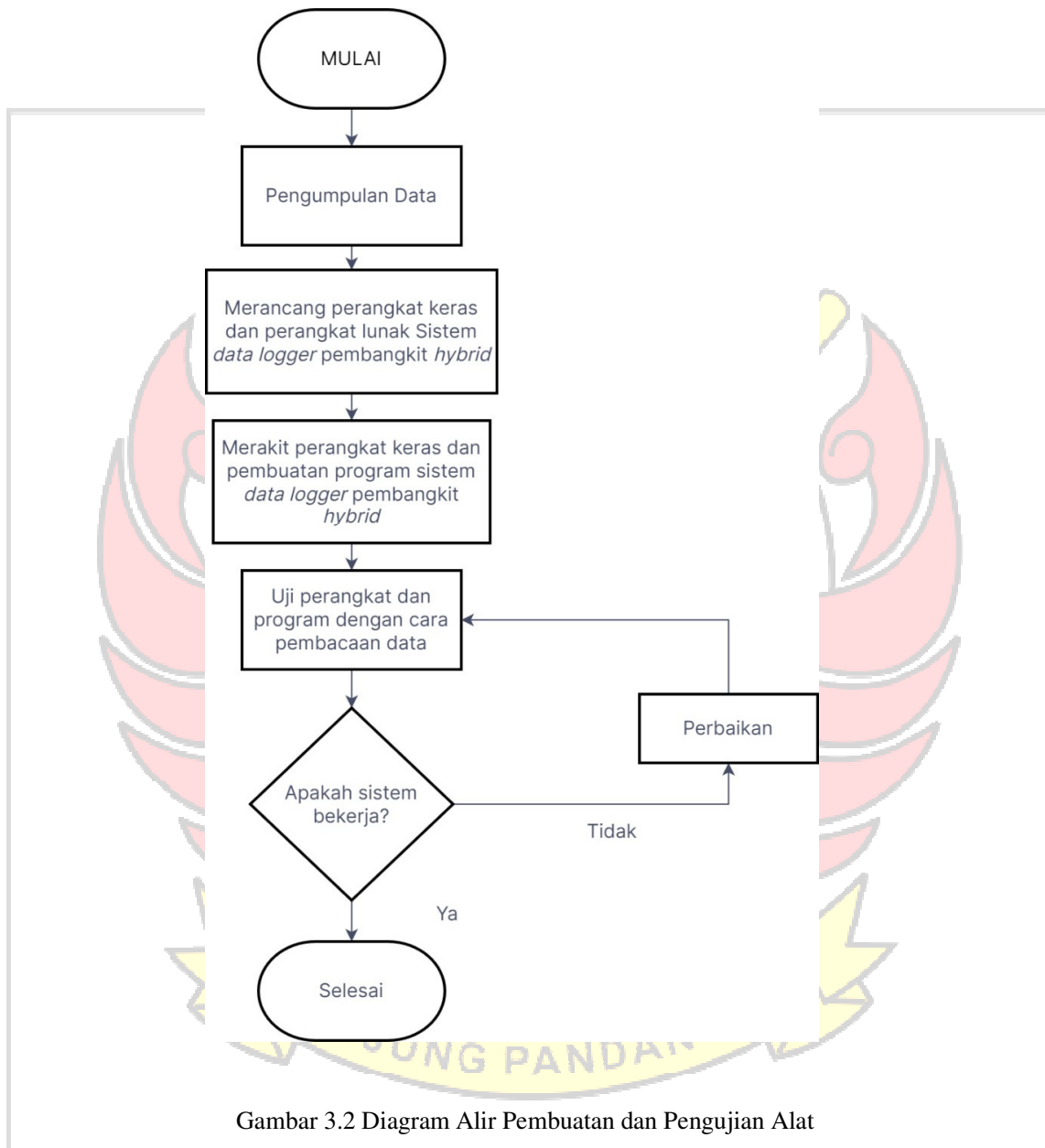
1. Pengumpulan spesifikasi komponen yang akan digunakan
2. Merancang perangkat keras dan perangkat lunak sistem saklar otomatis dan monitoring output serta pencatatan data PLTS-PLTAH
3. Perakitan perangkat keras dan pembuatan program dari sistem saklar otomatis dan monitoring output serta pencatatan data. PLTS-PLTAH
4. Menguji coba sistem saklar, monitoring output dan pencatatan data.
5. Apabila sistem saklar, monitoring output dan pencatatan data sudah bekerja maka sistem ini sudah selesai.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Pada Gambar blok diagram dapat dilihat saat panel surya menghasilkan output berupa arus dan tegangan listrik yang kemudian dibaca oleh sensor arus dan sensor tegangan. Selanjutnya nilai yang diperoleh sensor arus dan sensor tegangan dikirim ke mikrokontroler. Mikrokontroler berfungsi memproses data untuk ditampilkan pada layar LCD, selain itu mikrokontroler juga berfungsi mengirim data ke data logger shield untuk proses pencatatan data. Dimana pada *data logger shield* terpasang memory SD Card yang berfungsi sebagai media penyimpan hasil pencatatan data output dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan.

3.4.1 Diagram Alir Pembuatan dan Pengujian Alat



Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan dan Pengujian Alat

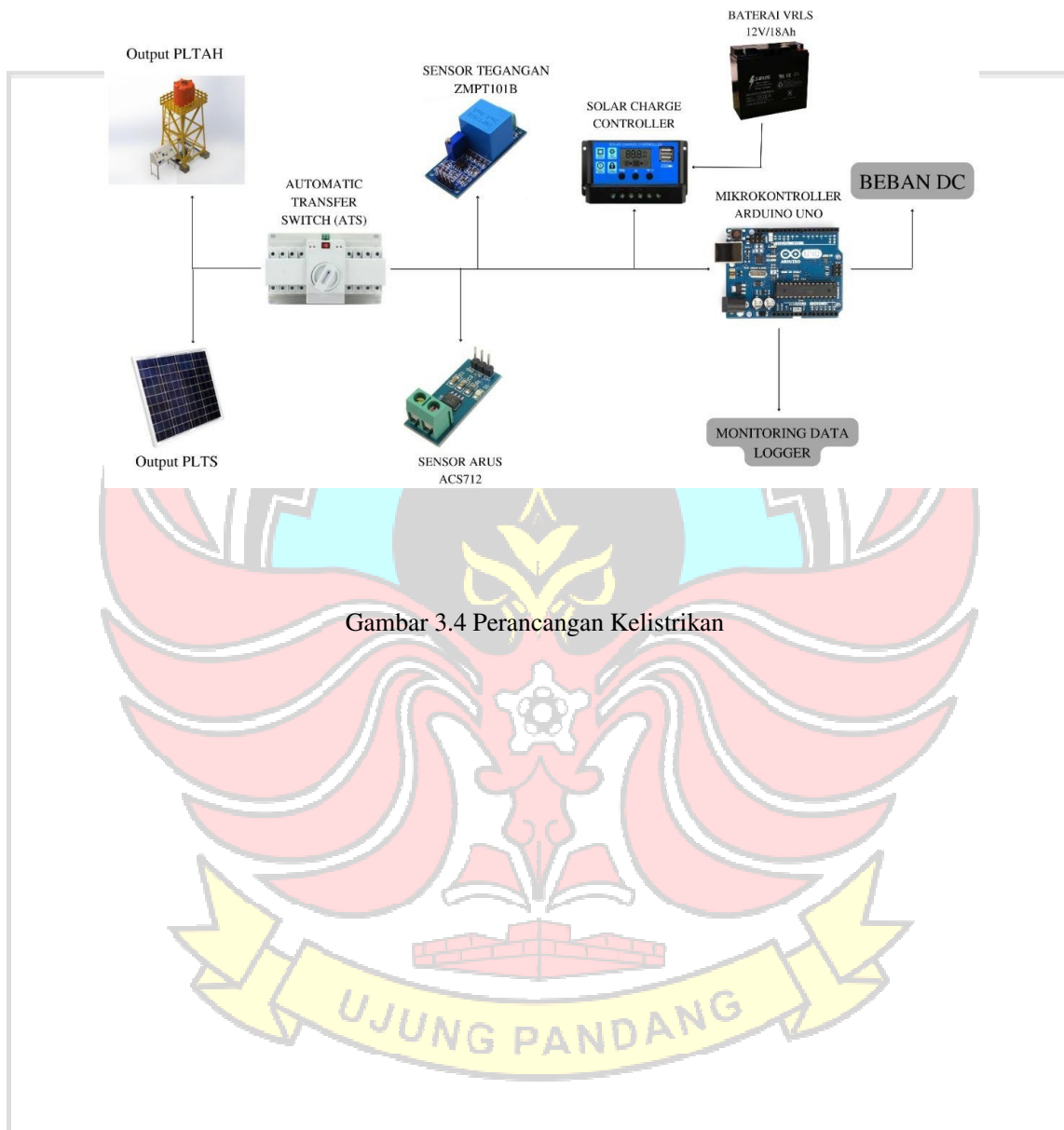
3.4.2 konstruksi Alat



Gambar 3.3 Desain 3 Dimensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik

Tenaga Air Hujan

3.4.3 Perancangan Kelistrikan



Gambar 3.4 Perancangan Kelistrikan

BAB IV

HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

4.1 Hasil Perancangan

Percobaan sistem pembacaan pembangkit *hybrid* ini menggunakan power supply yang berasal dari perangkat yang digunakan untuk pembacaan data. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Konversi Energi dengan bantuan kelengkapan alat dan bahan dari laboratorium. Pengujian alat dilakukan dengan pengambilan output solar cell dan output dari generator turbin, pengujian pembebanan lampu pijar 5W sebanyak 6 buah.

4.1.1 Hasil Perancangan Pembangkit Hybrid

Pembangkit Hybrid pada penelitian ini adalah gabungan dari pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik berbasis tenaga air hujan. Kedua pembangkit ini dapat menghasilkan listrik DC sebagai sumber listrik untuk mengisi baterai yang dipakai untuk memenuhi kebutuhan beban listrik. Energi radiasi dari PLTS yang mengenai panel dapat menghasilkan listrik untuk pengisian baterai. Sedangkan Pembangkit listrik yang memanfaatkan tinggi jatuh air yang menabrak sudu sudu turbin untuk menghasilkan tenaga yang dapat menghasilkan listrik.

Spesifikasi dan konstruksi alat pembangkit listrik sel surya yaitu:

1. Panel surya 50 Wp (2 Buah)
2. Tegangan keluaran 13,47 Volt
3. Tegangan baterai 18 Ah.

Bentuk fisik hasil rancangan pembangkit hybrid PLTS dan PLTAH dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Pembangkit Hybrid PLTS dan Pembangkit Listrik Berbasis Tenaga Air Hujan



Gambar 4.2 Turbin Pelton Tercopel dengan generator DC



Gambar 4.3 Modul instrumen tempat pembacaan data dan ATS

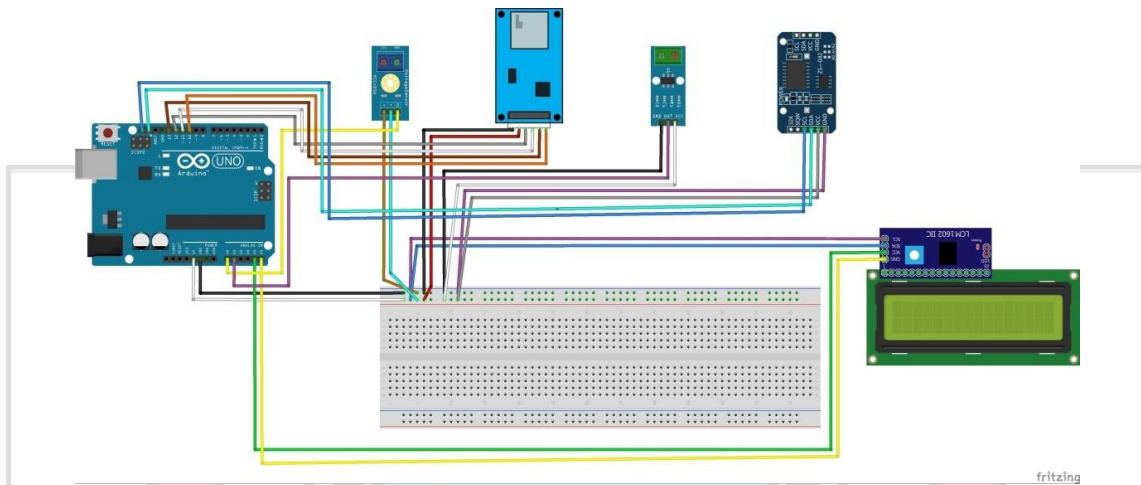


Gambar 4.4 Modul Instrumen Pembangkit *Hybrid* dan Beban DC 6 buah lampu

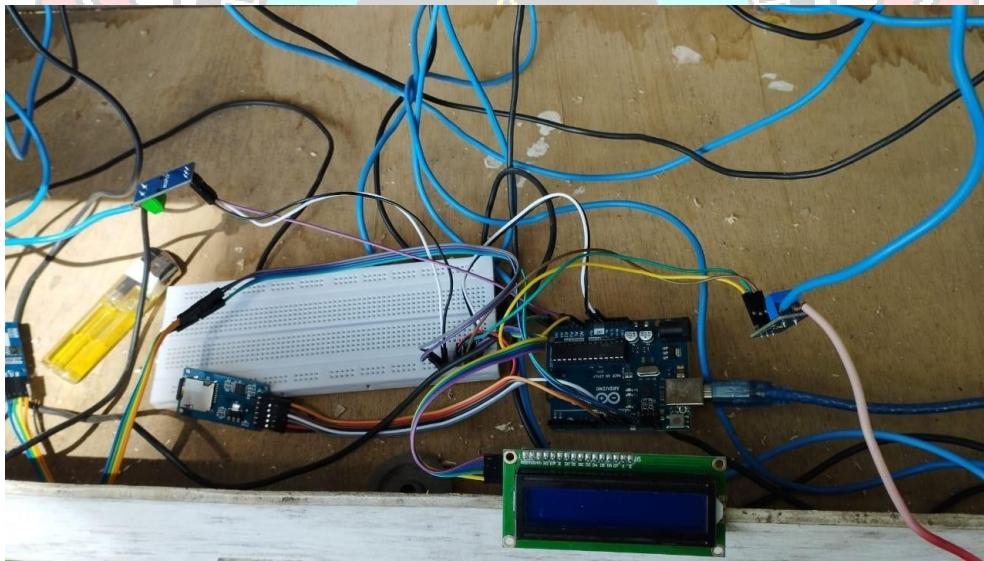
5W

Panel surya dipasang di atas atap perumahan dua lantai berukuran 8x10 m² pada ketinggian 8 meter di atas permukaan tanah dan tangki air setinggi 3.5 meter dari poros turbin. Pengukuran kecepatan generator dan radiasi matahari diukur setiap 15 menit pembacaan. Proses pengambilan data menggunakan modul instrumen sebagai media untuk pembacaan tegangan dan arus keluaran setiap pembangkit, output charge controller, dan output baterai menuju ke beban. Semua parameter tersebut ditampilkan pada digital lcd panel meter.

4.1.2 Hasil perancangan pemrograman alat



Gambar 4.4 Rancangan Modul Arduino untuk sensor arus, tegangan, dan RTC



Gambar 4.5 Sistem perancangan modul beserta komponen-komponennya.

4.2 Pengujian Alat

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan kebutuhan listrik untuk mendapatkan hasil yang pasti untuk menentukan kebutuhan panel surya, baterai dan komponen lainnya berdasarkan jumlah beban yang digunakan.

1. Data beban dan jam operasi beban lampu DC 12 Volt Berdasarkan hasil dari pembebanan pada panel surya yang telah dilakukan, diperoleh data beban dibawah ini.

Tabel 4.1 Perhitungan Kebutuhan Energi pada lampu DC 12 Volt 5W

| No | Komponen | Tegangan (V) | Arus (A) | Waktu (h) | Daya (W) | Energi (Wh) |
|---|------------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| 1 | Lampu DC 12 Volt | 12 | 1.6 | 6 | 19.2 | 115.2 |
| Total beban lampu DC 12 Volt sebesar 115 Wh/hari \approx 0,115 kWh/Hari | | | | | | |

2. Menghitung Kebutuhan Energi dari Baterai

Data yang diperlukan adalah jumlah hari otonomi, yang ditentukan berdasarkan kondisi matahari di daerah setempat. Jika daerah tersebut sering tertutup awan (biasanya di daerah pegunungan), maka disarankan untuk menggunakan 2 hari otonomi dalam perhitungan. Jika daerah tersebut relatif cerah sepanjang tahun, maka jumlah hari otonomi cukup 1 hari.

- Kapasitas Baterai = 12 Volt
- *Depth of Discharge* = 80 %

- Autonomy = 1 Hari
- Kuat Arus per Jam = 18 Ah

$$\text{Kapasitas baterai} = \frac{115,2}{0,8 \times 12} = 12 \text{ Ah}$$

$$\text{Jumlah baterai yang dibutuhkan} = \frac{12}{18} = 0,6 \rightarrow 1 \text{ Baterai.}$$

Berdasarkan perhitungan-perhitungan di atas, maka diperoleh tabel spesifikasi komponen rancangan sistem pembangkit *hybrid* sebagai berikut:

Tabel 4.2 Rangkuman komponen yang digunakan pada rancangan Sistem Pembangkit *Hybrid*.

| KOMPONEN | PARAMETER | NILAI | UNIT |
|--------------|----------------------------|----------|------|
| Panel surya | Kapasitas | 100 | Wp |
| | Tegangan kerja | 12 | Vdc |
| | Jumlah | 2 | Unit |
| Baterai | Hari otonomi | 1 | Hari |
| | Spesifikasi tegangan kerja | 12 | Vdc |
| | Spesifikasi arus | 18 | Ah |
| | Spesifikasi DoD | 80 | % |
| | Jumlah | 1 | Unit |
| Generator DC | Speed | 500-1000 | Rpm |
| | Rated voltage | 24 | Vdc |
| | Ratet Current | 3 | Idc |
| | Jumlah | 1 | Unit |

Untuk Memulai pengujian terlebih dahulu merangkai alat dan bahan yang digunakan pada pembangkit *Hybrid*. Kemudian program yang telah dibuat, diupload pada arduino. Berikut adalah contoh programnya:

4.3 Data Hasil Pengujian

1. Hasil pengujian pembacaan data pada PLTS

Hasil Pengujian tanpa beban

Tabel 4.3 Data pengambilan data yang tersimpan pada modul SD Card

| Waktu | G Panel W/m ² | Output Pv | | Output SCC | | Tegangan Baterai | Ket. |
|-------|-----------------------------|-----------|------|------------|------|---------------------|---------|
| | | V | I | V | I | | |
| 13.02 | 665,3 | 14,10 | 2,4 | 13,9 | 2,4 | 12,5 | Cerah |
| 13.15 | 998,4 | 14,28 | 2,74 | 13,9 | 2,74 | 12,5 | Cerah |
| 13.29 | 1098 | 13,70 | 2,7 | 13,9 | 2,7 | 12,5 | Cerah |
| 13.44 | 1067 | 14,05 | 2,89 | 13,7 | 2,89 | 13,7 | Cerah |
| 14.01 | 128,2 | 12,55 | 0,37 | 12,5 | 0,37 | 12,5 | Mendung |
| 14.17 | 201,6 | 12,88 | 0,52 | 12,8 | 0,52 | 12,5 | Mendung |
| 14.31 | 135,9 | 12,60 | 0,30 | 13,37 | 0,30 | 12,5 | Mendung |
| 14.46 | 10,8 | 10,9 | 0,15 | 12,4 | 0,15 | 12,1 | Hujan |
| 15.02 | 11 | 10,51 | 0,07 | 12,0 | 0,07 | 12,0 | Hujan |

Dari data hasil yang didapatkan dapat dilihat bahwa pada saat kondisi cuaca cerah tegangan yang dihasilkan dapat mencapai 14,28 volt sedangkan tegangan yang masuk ke aki dapat mencapai 13,9 volt. Pada saat kondisi cuaca mendung yang dihasilkan dapat mencapai 12,88 volt sedangkan tegangan yang masuk ke aki dapat mencapai 13,37 volt. Pada saat kondisi cuaca hujan tegangan yang dapat

dihasilkan dapat mencapai 10,9 volt sedangkan tegangan yang masuk ke aki dapat mencapai 12,4 volt.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pembangkit Listrik Berbasis tenaga air hujan

| Waktu (menit) | Input SCC/Output Generator | | Putaran | Input Baterai |
|------------------|----------------------------|------|---------|---------------|
| | V | I | | |
| 3.59 | 6,10 | 0,07 | 482.7 | 55 |
| 5.29 | 7,20 | 0,15 | 425.6 | 55 |
| 7,9 | 6,79 | 0,07 | 422.6 | 55 |
| 11.34 | 6,49 | 0,07 | 420.8 | 56 |
| 15,14 | 6,45 | 0,00 | 419.4 | 56 |
| 19,24 | 3,93 | 0,00 | 415.8 | 56 |
| 25,48 | 0,20 | 0,00 | 413.2 | 56 |

Dari data hasil yang didapatkan bahwa tegangan tertinggi yang dihasilkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan dapat mencapai 7,20 volt dengan rata –rata nilai tegangan yang dihasilkan berkisar 6,60 volt dari pengujian selama ± 15 menit. Setelah ± 15 menit volume pada bak penampung sudah hamper habis sehingga tegangan yang dihasilkan menurun drastis.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Baterai untuk pembebanan lampu LED 5 watt
sebanyak 6 buah

| Jam | Beban | | Tegangan Baterai | Persentase Baterai |
|-------|-------|------|---------------------|-----------------------|
| | V | I | | |
| 08.00 | 11,60 | 0,32 | 11,7 | 93,6 |
| 09.00 | 11,54 | 0,33 | 11,7 | 93,6 |
| 10.00 | 11,61 | 0,34 | 11,7 | 93,6 |
| 11.00 | 11,57 | 0,33 | 11,7 | 93,6 |
| 12.00 | 11,53 | 0,32 | 11,7 | 93,6 |
| 13.00 | 11,45 | 0,31 | 11,6 | 92,8 |
| 14.00 | 11,30 | 0,26 | 11,4 | 91,2 |

Dari data hasil yang didapatkan bahwa daya maksimal yang bisa dihasilkan oleh baterai dapat mencapai 3,94 watt pada pukul 10.00 dengan tegangan 11,61 volt dan arus 0,34 ampere. Adapun daya minimum yang dihasilkan oleh baterai dapat mencapai 2,93 watt pada pukul 14.00 dengan tegangan 11,30 volt dan arus 0,26 ampere.


```
File Edit View
20/09/2022 :15:25:12
Input Voltage = 0.07Volt
Input Current = -0.22Ampere
20/09/2022 :15:25:15
Input Voltage = 0.10Volt
Input Current = 0.07Ampere
20/09/2022 :15:25:19
Input Voltage = 0.07Volt
Input Current = 0.00Ampere
20/09/2022 :15:25:23
Input Voltage = 0.07Volt
Input Current = -0.07Ampere
20/09/2022 :15:25:26
Input Voltage = 0.07Volt
Input Current = -0.22Ampere
20/09/2022 :15:25:30
Input Voltage = 0.07Volt
Input Current = -0.15Ampere
20/09/2022 :15:25:33
Input Voltage = 0.07Volt
Input Current = 0.00Ampere
20/09/2022 :15:25:37
Input Voltage = 0.07Volt
Input Current = 0.00Ampere
20/09/2022 :15:25:41
Input Voltage = 0.12Volt
Input Current = 0.07Ampere
20/09/2022 :15:25:44
Input Voltage = 0.46Volt
Input Current = 0.44Ampere
20/09/2022 :15:25:48
Input Voltage = 0.20Volt
Input Current = 0.00Ampere
```

Gambar 4.6 Data yang terekam pada sd card penyimpanan data

2. Hasil Pengujian ATS

Dari hasil pengujian automatic transfer swich (ATS) keterangan bahwa input 1 (utama) berasal dari keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan (PLTAH) dan keluaran input 2 (cadangan) berasal dari keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pada saat pengujian yang pertama kita gunakan yaitu keluaran dari input 2 (cadangan) berasal dari PLTS yang dimana rata – rata tegangan yang di hasilkan dapat mencapai 18,66 volt. Ketika PLTS tidak lagi menghasilkan tegangan maka secara otomatis pengisian baterai akan berpindah ke PLTAH. Adapun pada kondisi tertentu Ketika tegangan yang dihasilkan input 1 (utama) tidak melebihi tegangan yang dihasilkan oleh input 2 (cadangan) maka posisi keluaran saklar akan tetap pada posisi input 2 (cadangan).

BAB V

PENUTUP

Kesimpulan:

1. Rata-rata data yang dibangkitkan oleh PLTS sebesar 18,66 watt selama 3 jam penyinaran matahari dan PLTA-Hujan sebesar 0,28 watt pada putaran rata-rata 428,5 rpm selama 25:28 menit.
2. Sinyal keluaran pada saat memakai baterai lebih bersih (bersih dan harmonisasi) daripada power supply sebab baterai adalah sumber dc paling murni.
3. Hasil keuntungan rancang bangun system otomatis pada saklar otomatis dan data logger dapat diterapkan. Ketika ingin melakukan penelitian untuk memudahkan kinerja operasional teknisi dan hemat daya listrik.

Saran:

1. Sistem kontrol panel ini dapat ditingkatkan dengan menggunakan PLC (Program Logic Control) sehingga tidak menggunakan banyak alat bantu.
2. Bahan yang digunakan untuk konstruksi PLTS – PLTA Hujan harus tahan korosi atau dilapisi dengan zat warna/cat sebelum digunakan.
3. Pemasangan penangkal petir sangat dianjurkan untuk mengamankan alat – alat listrik terutama panel hujan.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, Rizal. 2018. *Rancang bangun alat monitoring tegangan, arus, daya, kwh, serta estimasi biaya pemakaian peralatan listrik pada rumah tangga.*

Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Yogyakarta.

A. Fitriandi, E. Komalasari, and H. Gusmedi, “*Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway,*” J. Rekayasa dan Teknol. Elektro. 2016.

B. Stewart, *Adventures in Arduino.* united kingdom: John Wiley and Sons,Ltd, 2015.

Dharmawan, Hari Arief. *Mikrokontroler: Konsep Dasar dan Praktis.* Universitas Brawijaya Press, 2017.

Kierby, Joelius. *Pengisian Baterai Handphone dengan Solar Cell.* Universitas Sanatha Dharma, 2012.

L. Li, Y. Chen, H. Zhou, H. Ma, and J. Liu, “The application of hall sensors ACS712 in the protection circuit of controller for humanoid robots,” 2010 Int. Conf. Comput. Appl. Syst. Model. (ICCASM 2010), vol. 12, 2010.

Lumbantoruan, Jojor. 2021. *Rancang bangun data logger arus, tegangan, daya, dan waktu untu*

k panel surya 30 wp berbasis mikrokontroller atmega328. Laporan Tugas Akhir.
Medan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Sumatera Utara.

Marpaung NL, Edy Ervianto, *Data Logger Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 dengan PC sebagai Tampilan.* Jurnal Ilmiah Elite Elektro, Vol 3. No.1 hal 37-42, Maret 2012.

Nardi, Adi dan Harianto. 2011. Uji Kinerja Sistem Pembangkit Energi Surya Dan Energi bayu (PLTH-SB) Pada Kapal Nelayan. Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung pandang.

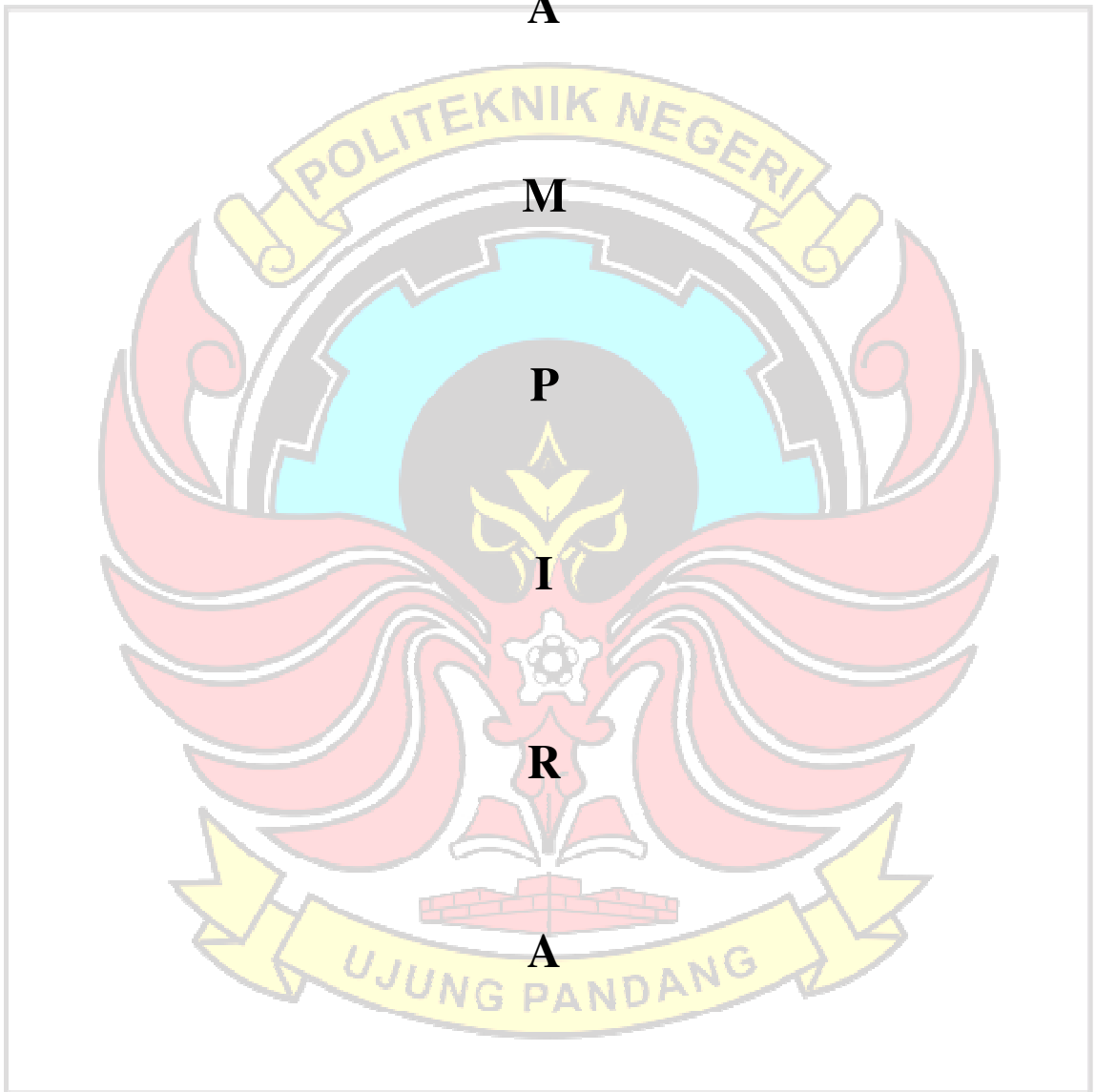
P. Dunlop, "Batteries and Charge Control in Stand-Alone PhotoVoltaic System Fundamental and Application," Fla. Sol. Energi Center University Cent. Fla., Jan. 1997.

R. F. C. M.J. Mnati, A. Van den Bossche, "A Smart Voltage and Current Monitoring System for Three Phase Inverters Using an Android," Sensors, vol. 17, no. 4, p. 872, 2017.

Syamsuryani Abbas, Fadil Amrullah. 2021. *Rancang Bangun Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan.* Skripsi. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

L

A



N

Lampiran 1 Foto kegiatan pembuatan dan pengujian alat





Lampiran 2 Program yang digunakan untuk menampilkan data logger

```
sketch_ju21a | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help
sketch_ju21a
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>

Adafruit_INA219 ina219;
const int chipSelect = 53;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  uint32_t currentFrequency;
  ina219.begin();
  Serial.println("Initializing SD card...");

  // see if the card is present and can be initialized:
  if (!SD.begin(chipSelect)) {
    Serial.println("Card failed, or not present");
    // don't do anything more:
    return;
  }
  Serial.println("Card initialized.");
  Serial.println("Measuring voltage and current with INA219...");
}

void loop() {
  sketch_ju21a | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help
sketch_ju21a

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  String data = "";

  float buvoltage = 0;
  float current_mA = 0;
  float power_mW = 0;
  buvoltage = ina219.getBvoltage_V();
  current_mA = ina219.getCurrent_mA();
  power_mW = ina219.getPower_mW();

  data += "buvoltage = ";
  data += buvoltage;
  data += " | current_mA = ";
  data += current_mA;

  Serial.println(data);

  File dataFile = SD.open("TegArus.txt", FILE_WRITE);

  // if the is available, write to it;
  if (dataFile) {
    dataFile.println(data);
    dataFile.close();
  }

  sketch_ju21a | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help
sketch_ju21a

void loop() {
  data += "buvoltage = ";
  data += buvoltage;
  data += " | current_mA = ";
  data += current_mA;

  Serial.println(data);

  File dataFile = SD.open("TegArus.txt", FILE_WRITE);

  // if the is available, write to it;
  if (dataFile) {
    dataFile.println(data);
    dataFile.close();
    // print to the serial port too:
    Serial.println(data);
  }
  // if the isn't open, pop up an error:
  else {
    Serial.println("error opening datalog");
  }

  delay(1000);
}
```