



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA BIOMASSA KAPASITAS 15 WATT**

***PROTOTYPE OF A 15 WATT CAPACITY
BIOMASS POWER PLANT***

Oleh :

ANGGI YUNANDA
NIM.20.02.04.044

DOSEN PEMBIMBING :

PURWIYANTO, S.T., M.Eng.
NIP. 197906192021211010

VICKY PRASETIA.S.ST.,M.Eng.
NIP. 199206302019031011

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGASAKHIR

**PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA BIOMASSA KAPASITAS 15 WATT**

***PROTOTYPE OF A 15 WATT CAPACITY
BIOMASS POWER PLANT***

Oleh :

ANGGI YUNANDA
NIM.20.02.04.44

DOSEN PEMBIMBING :

PURWIYANTO, S.T., M.Eng.
NIP. 197906192021211010

VICKY PRASETIA, S.ST., M.Eng.
NIP. 199206302019031011

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**

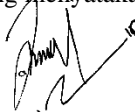
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan laporan Tugas Akhir berdasarkan penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari penulis sendiri, baik dari alat (*hardware*), *list* program, dan naskah laporan yang tercantum sebagai bagian dari laporan Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, penulis akan mencantumkan sumber secara jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Cilacap, 16 Agustus 2023

Yang menyatakan,



(Anggi Yunanda)

NPM : 20.02.04.044

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Anggi Yunanda

NIM : 20.02.04.044

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya berjudul: **“PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA KAPASITAS 15 WATT”** beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

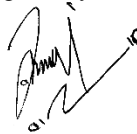
Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap

Pada tanggal : 16 Agustus 2023

Yang Menyatakan



(Anggi Yunanda)

ABSTRAK

Sampah di Indonesia menjadi masalah yang tidak ada habisnya dengan jumlah sampah yang tiap tahunnya semakin bertambah, selain menyebabkan pencemaran udara di lingkungan sekitar, jumlah lahan yang tersedia tidak sebanding dengan produksi sampah yang terus meningkat maka hal ini perlu solusi yang berkelanjutan. Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah membuat Prototype pembangkit listrik tenaga biomassa. Alat ini bekerja dengan menggunakan steam boiler dari bekas tabung freon yang di panaskan oleh pembakaran biomassa untuk mendidihkan air yang ada dalam tabung boiler yang kemudian akan menghasilkan uap. Uap yang di hasilkan oleh boiler akan di fungsikan untuk memutar turbin yang di sambungkan ke generator lalu menghasilkan listrik, listrik yang di keluarkan berupa tegangan DC dan akan di konversikan ke tegangan AC. Alat ini dilengkapi barrometer sebagai pengukur tekanan, sensor optocoupler sensor rpm sebagai pengukur putaran turbin, sensor ACS712 sebagai pengukur arus dan monitoring suhu air yang di tampilkan di LCD dengan menggunakan sensor thermocouple MAX6675 yang di kontrol arduino uno dan ball valve sebagai control uap. Metode yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu pendekatan *studi literatur* dan observasi. Hasil dari pembuatan tugas akhir ini prototype pembangkit listrik tenaga biomassa dengan hasil dengan sampah biomassa 6 kg mendapatkan tekanan 75 psi suhu yang di dapat mencapai 168°C dengan volume air 3 liter per tabung boiler, turbin uap yang di bangun dapat menghasilkan tegangan 65 V tanpa beban, dengan beban lampu 10 W menghasilkan 25 V dengan daya 9,8 W.

Kata kunci : Sampah, Turbin uap, Reaktor, MAX6675, Sistem pembangkit listrik.

ABSTRACT

Garbage in Indonesia is an endless problem with the amount of waste increasing every year, in addition to causing air pollution in the surrounding environment, the amount of available land is not proportional to the ever-increasing waste production, so this requires a sustainable solution. To be achieved in making this final project is to make a prototype of a biomass power plant. This tool works by using a steam boiler from a former freon tube which is heated by burning biomass to boil the water in the boiler tube which will then produce steam. The steam produced by the boiler will be enabled to rotate the turbine which is connected to the generator and then generates electricity. The electricity that is released is in the form of DC voltage and will be converted to AC voltage. This tool is equipped with a barometer as a pressure gauge, an optocoupler sensor, an rpm sensor to measure turbine rotation, ACS712 sensor as a current meter and monitor water temperature which is displayed on the LCD using the MAX6675 thermocouple sensor which is controlled by Arduino Uno and a ball valve as a steam control. The method used in this final project is a literature study and observation approach. The result of making this final project is a prototype of a biomass power plant with a yield of 6 kg of biomass waste getting a pressure of 75 psi, a temperature that can reach 168°C with a volume of 3 liters of water per boiler tube, the steam turbine that is built can produce a voltage of 65 V without load, with a light load of 10 W it produces 25 V with a power of 9.8 W.

Keywords : Trash, Steam turbine, Reactor, MAX6675, Power generation system

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh,

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena hanya dengan berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul:

“PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA KAPASITAS 15 WATT”

Tugas Akhir disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi D3 Teknik Listrik Politeknik Negeri Cilacap dan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md).

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan dan perancangan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua.

Wassamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Cilacap, 16 Agustus 2023



(Anggi Yunanda)

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dari Bapak Purwiyanto, S.T., M.Eng dan Bapak Vicky Prasetya, S.ST., M.Eng. Begitu banyak waktu, tenaga, dan pikiran yang dikorbankan untuk membimbing dan memberi pengarahan dengan sabar, tulus dan ikhlas. Tiada kata yang diucapkan kepada Beliau, kecuali terima kasih, semoga ilmu yang diberikan selalu bermanfaat.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam proses pembelajaran di Politeknik Negeri Cilacap, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Allah SWT yang telah memberi ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- 2) Kedua orang tua saya Bapak Saepudin dan Ibu Juriyah yang senantiasa memberikan dukungan baik material, semangat, maupun doa setiap hari. Terimakasih Bapak dan Ibuku.
- 3) Bapak Muhamad Yusuf, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika.
- 4) Bapak Saepul Rahmat, S.Pd., M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Listrik.
- 5) Bapak Purwiyanto, S.T., M.Eng., selaku Pembimbing satu Tugas Akhir.
- 6) Bapak Vicky Prasetya, S.ST., M.Eng., selaku Pembimbing dua Tugas Akhir.
- 7) Keluarga serta teman di sekitar lingkungan tempat tinggal yang memberikan semangat.
- 8) Teman – teman kelas listrik seperjuangan yang telah memberikan motivasi dan semangat.
- 9) Teman – teman jurusan elektronika yang saling memotivasi.

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGASAKHIR | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN | iv |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| UCAPAN TERIMA KASIH | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR SINGKATAN | xv |
| DAFTAR ISTILAH | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Tugas Akhir..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Tugas Akhir..... | 3 |
| 1.6 Metodologi..... | 3 |
| 1.7 Sistematika Penulisan Laporan..... | 4 |
| BAB II DASAR TEORI | 7 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 7 |
| 2.2 Dasar Teori..... | 11 |
| 2.2.1 Biomassa..... | 11 |
| 2.2.2 Turbin Uap..... | 12 |
| 2.2.3 Siklus <i>Rankine</i> | 13 |
| 2.3 Komponen-Komponen Alat..... | 16 |
| 2.3.1 Tabung Boiler..... | 16 |
| 2.3.2 <i>Solar Charge Controller</i> | 17 |
| 2.3.3 Baterai <i>Akumulator</i> | 18 |
| 2.3.4 Arduino UNO..... | 19 |
| 2.3.5 Sensor Arus <i>ACS712</i> | 19 |
| 2.3.6 Sensor <i>RPM LM393</i> | 20 |
| 2.3.7 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) 20x4..... | 21 |
| 2.3.8 Lampu LED (<i>Light Emitting Diode</i>)..... | 22 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.3.9 | Pengukuran Tekanan / <i>Pressure Gauge</i> | 22 |
| 2.3.10 | Sensor <i>Thermocouple</i> | 23 |
| 2.3.11 | Modul <i>MAX6675</i> | 24 |
| 2.3.12 | Turbin Uap | 25 |
| BAB III METODOLOGI PELAKSANAAN..... | | 27 |
| 3.1 | Waktu Dan Tempat Pelaksanaan | 27 |
| 3.2 | Alat Dan Bahan | 27 |
| 3.2.1 | Alat Utama Dan Pendukung..... | 27 |
| 3.2.2 | Bahan | 28 |
| 3.3 | Perancangan Sistem | 29 |
| 3.3.1 | Rancangan Alat | 29 |
| 3.3.2 | Blok Diagram | 31 |
| 3.3.3 | <i>Flowchart</i> | 33 |
| 3.3.4 | Gambaran Rangkaian..... | 34 |
| 3.3.5 | Rangkaian Sensor <i>Optocoupler LM393</i> | 34 |
| 3.3.6 | Rangkaian Sensor <i>Thermocouple Max6675</i> | 34 |
| 3.3.7 | Rangkaian Sensor Arus <i>ACS712</i> | 35 |
| 3.3.8 | Rangkaian <i>LCD I2C 20x4</i> | 36 |
| 3.3.9 | Rangkaian Keseluruhan | 36 |
| 3.4 | Pengambilan Data..... | 37 |
| 3.4.1 | Pengambilan Data <i>RPM</i> Terhadap Nilai Tegangan..... | 37 |
| 3.4.2 | Pengukuran <i>Output Generator</i> | 37 |
| 3.4.3 | Pengukuran <i>pressure gauge</i> dan Sensor <i>Thermocouple</i> | 38 |
| 3.4.4 | Pengukuran Tegangan <i>Input</i> Baterai..... | 38 |
| 3.4.5 | Berat Biomassa..... | 38 |
| 3.5 | Pengolahan data..... | 38 |
| 3.6 | Analisa Perancangan Sistem | 39 |
| BAB IV HASIL PEMBAHASAN | | 41 |
| 4.1 | Analisa Proses Pembuatan Sistem..... | 41 |
| 4.2 | Pembuatan Kerangka | 42 |
| 4.2.1 | Pembakaran boiler | 43 |
| 4.2.2 | Kerangka Kelistrikan | 43 |
| 4.2.3 | Kelistrikan Turbin..... | 44 |
| 4.2.4 | Desain Keseluruhan Alat | 45 |
| 4.3 | Pengambilan Data <i>RPM</i> Terhadap Nilai Tegangan | 46 |
| 4.4 | Pengukuran <i>Output Generator</i> | 48 |
| 4.5 | Pengukuran <i>Pressure Gauge</i> dan Sensor <i>Thermocouple</i> | 52 |
| 4.6 | Pengukuran Tegangan <i>Input</i> Baterai..... | 54 |

| | |
|--|-----------|
| 4.8 Berat Biomassa Terhadap Pembakaran | 54 |
| BAB V PENUTUP | 57 |
| 5.1 Kesimpulan | 57 |
| 5.2 Saran | 57 |
| DAFTAR PUSTAKA | 56 |
| LAMPIRAN | 58 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1Proses Siklus <i>Rankine</i> | 15 |
| Gambar 2. 2 Diagram Sekema Siklus <i>Rankine</i> | 15 |
| Gambar 2. 3 Tabung Boiler | 16 |
| Gambar 2. 4 <i>Solar Charge Controller</i> | 17 |
| Gambar 2. 5 Baterai <i>Akumulator</i> | 18 |
| Gambar 2. 6 Arduino UNO | 19 |
| Gambar 2. 7 Sensor Arus <i>ACS712</i> | 20 |
| Gambar 2. 8 Sensor <i>RPM LM393</i> | 21 |
| Gambar 2. 9 <i>LCD 20x4</i> | 21 |
| Gambar 2. 10 Lampu LED | 22 |
| Gambar 2. 11 Pengukur Tekanan..... | 23 |
| Gambar 2. 12 Sensor <i>Termocouple</i> | 24 |
| Gambar 2. 13 Modul <i>MAX6675</i> | 24 |
| Gambar 2. 14 Turbin Uap..... | 25 |
| Gambar 3. 1 Rancangan Alat Tampak Depan | 30 |
| Gambar 3. 2 Rancangan Alat Tampak Samping..... | 30 |
| Gambar 3. 3 Rancang komponen..... | 31 |
| Gambar 3. 4 Diagram Blok..... | 32 |
| Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> | 33 |
| Gambar 3. 6 Rangkaian Sensor <i>Optocoupler LM393</i> | 34 |
| Gambar 3. 7 Rangkain Sensor <i>Thermocouple Max6675</i> | 35 |
| Gambar 3. 8 Rangkaian Sensor Arus <i>ACS712</i> | 35 |
| Gambar 3. 9 Rangkaian <i>LCD I2C 20x4</i> | 36 |
| Gambar 3. 10 Rangkaian Keseluruhan..... | 37 |
| Gambar 4. 1 Pembakaran Boiler | 43 |
| Gambar 4. 2 Kerangka Kelistrikan..... | 44 |
| Gambar 4. 3 Kelistrikan Turbin | 45 |
| Gambar 4. 4 Desain Keseluruhan Alat | 45 |
| Gambar 4. 5 Grafik Pengambilan RPM Terhadap Nilai Tegangan | 47 |
| Gambar 4. 6 Grafik Pengambilan RPM Terhadap Nilai Tegangan | 47 |
| Gambar 4. 7 Dokumentasi Pengambilan Nilai Sensor RPM..... | 48 |
| Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Nilai Tegangan Terhadap Tekanan (Psi) 49 | |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Nilai Arus Terhadap Tekanan (Psi) | 49 |
| Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Nilai Daya Terhadap Tekanan(Psi) | 50 |
| Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Nilai Tegangan Terhadap Tekanan(psi)50 | |
| Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Nilai Arus Terhadp Tekanan(psi) | 51 |
| Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Nilai Daya Terhadap Tekanan(psi) | 51 |
| Gambar 4. 14 Dokumentasi Pengambilan Nilai Sensor Arus..... | 52 |
| Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Antara Waktu Pembakaran Terhadap Tekanan dan Sensor Suhu | 53 |
| Gambar 4. 16 Dokumentasi Pengambilan Data Sensor <i>Thermocoupl</i> | 54 |
| Gambar 4. 17 Grafik Hubungan Antara Berat Biomaasa Terhadap Tekanan dan Daya..... | 56 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Perbandingan Tinjauan Pustaka | 9 |
| Tabel 3. 1 Daftar Alat Utama Pembuatan Alat TA..... | 27 |
| Tabel 3. 2 Daftar Alat Pendukung Pembuatan Alat TA..... | 28 |
| Tabel 3. 3 Daftar Bahan Pembuatan Alat TA..... | 28 |
| Tabel 4. 1 Tegangan dan Kecepatan Generator | 46 |
| Tabel 4. 2 Pengambilan data nilai Output Generator | 48 |
| Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran <i>Pressure gauge</i> dan Sensor <i>Thermocouple</i> | 53 |
| Tabel 4. 4 Berat Biomassa Terhadap Pembakaran | 55 |

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|-----|----------------------------|
| A | : Ampere |
| RPM | : Rotation Per Menits |
| I/O | : Input/Output |
| GND | : Ground |
| LCD | : Liquid Crystal Display |
| V | : Volt |
| DC | : Direct Current |
| SDA | : Serial Data |
| SCL | : Serial Clock |
| SCC | : Solar Charger Controller |

DAFTAR ISTILAH

| | |
|------------|---|
| Input | : Masukan data |
| Output | : Keluaran data |
| Wiring | : Pemasangan kawat |
| Voltmeter | : Alat pengukur nilai beda tegangan |
| Ampermeter | : Alat pengukur nilai arus |
| Ampere | : Satuan Arus |
| Flowchart | : Diagram alir atau bagan diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma secara detail dan prosedur sistem secara logika. |
| Volt | : Satuan tegangan |
| Rotor | : Bagian part yang berputar |