

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA BIOMASSA (PLTBm) BERSUMBER PEMBUANGAN
LIMBAH PERTANIAN BERBASIS IoT**

SKRIPSI

OLEH:

ALVA SARITUA S. RITONGA

20.812.0006



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 5/11/24

Access From (repository.uma.ac.id)5/11/24

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA BIOMASSA (PLTBm) BERSUMBER PEMBUANGAN
LIMBAH PERTANIAN BERBASIS IoT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:
ALVA SARITUA S. RITONGA
20.812.0006

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 5/11/24

Access From (repository.uma.ac.id)5/11/24

LEMBAR PENGESAHAN


Judul Skripsi : Rancang Bangun *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa (PLTBm) Bersumber Pembuangan Limbah Pertanian Berbasis IoT

Nama : Alva Saritua S. Ritonga

NPM : 20.812.0006

Fakultas : Teknik Elektro

Disetujui
Komisi Pembimbing


Ir. Habib Satria, MT, IPM, ASEAN Eng
Pembimbing


Dr. Eng. SEA Prianto, ST, MT
Dekan


Ir. Habib Satria, MT, IPM, ASEAN Eng
Ka.Prodi

Tanggal Lulus : 19 September 2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 19 September 2024



Alva Saritua S. Ritonga
NPM. 20.812.0006

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan
dibawah ini :

Nama : Alva Saritua S. Ritonga
NPM : 20.812.0006
Program Studi : Teknik Elektro
Falkultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-
Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

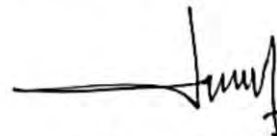
**“Rancang Bangun *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa (PLTBm)
Bersumber Pembuangan Limbah Pertanian Berbasis IoT”.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti
Noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan,
mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database),
merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap
mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak
Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 19 September 2024

Yang menyatakan



(Alva Saritua S. Ritonga)

ABSTRAK

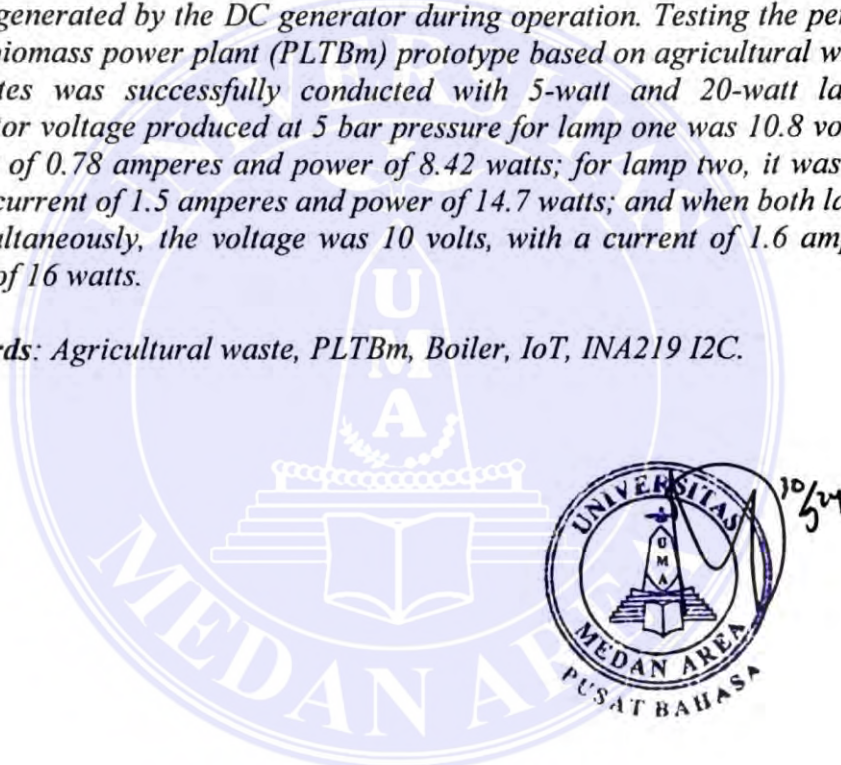
PLTBm adalah pembangkit listrik yang menggunakan bahan baku biomassa, seperti limbah pertanian, untuk menghasilkan energi listrik. Dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai bahan bakar, PLTBm dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan juga membantu mengatasi masalah sampah organik. Namun, untuk mengoptimalkan kinerja PLTBm, diperlukan monitoring dan kontrol yang baik terhadap proses pembakaran biomassa. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) untuk mengontrol dan memantau kondisi PLTBm secara *real-time*. Dalam penelitian ini, akan dirancang dan dibangun sebuah *prototype* PLTBm yang bersumber dari limbah pertanian, dengan menggunakan teknologi IoT untuk monitoring dan kontrol. Hasil pembuatan alat *prototype* pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm) bersumber dari limbah pertanian berbasis IoT menggunakan briket berhasil berkerja dengan baik dan berhasil di uji coba pada beban lampu. Alat ini juga di lengkapi dengan alat pengukur tekanan agar lebih mudah mengetahui tekanan yang dihasilkan saat alat bekerja dan sensor INA219 I2C untuk mengukur arus, tegangan dan daya yang di hasilkan oleh generator DC saat bekerja. Menguji kinerja alat *prototype* pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm) bersumber dari limbah pertanian berbasis IoT menggunakan briket berhasil diujicoba dengan menggunakan lampu 5 watt dan 20 watt. Tegangan generator yang dihasilkan pada tekanan 5 bar pada lampu satu ialah 10,8 volt dan arus 0,78 ampere dan daya 8,42 watt, pada lampu dua ialah 9,8 volt dan arus 1,5 ampere dan daya 14,7 watt sedangkan ketika kedua lampu dihidupkan secara bersama ialah 10 volt dan arus 1,6 ampere dan daya 16 watt.

Kata kunci : Limbah pertanian, PLTBm, Boiler, IoT, INA219 I2C.

ABSTRACT

PLTBm is a power plant that utilizes biomass, such as agricultural waste, to generate electricity. By using agricultural waste as fuel, PLTBm can reduce environmental pollution and also help address the issue of organic waste. However, to optimize the performance of PLTBm, proper monitoring and control of the biomass combustion process are required. This can be achieved by utilizing the Internet of Things (IoT) to monitor and control the conditions of PLTBm in real-time. In this study, a prototype of a PLTBm powered by agricultural waste designed and built, using IoT technology for monitoring and control. The prototype of the biomass power plant (PLTBm) based on agricultural waste using briquettes was successfully created and tested on a lighting load. The device is also equipped with a pressure gauge to easily monitor the pressure generated during operation and an INA219 I2C sensor to measure the current, voltage, and power generated by the DC generator during operation. Testing the performance of the biomass power plant (PLTBm) prototype based on agricultural waste using briquettes was successfully conducted with 5-watt and 20-watt lamps. The generator voltage produced at 5 bar pressure for lamp one was 10.8 volts, with a current of 0.78 amperes and power of 8.42 watts; for lamp two, it was 9.8 volts, with a current of 1.5 amperes and power of 14.7 watts; and when both lamps were lit simultaneously, the voltage was 10 volts, with a current of 1.6 amperes and power of 16 watts.

Keywords: *Agricultural waste, PLTBm, Boiler, IoT, INA219 I2C.*



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Hutadolok pada tanggal 14 September 2001 dari Bapak Sayur Matio Ritonga dan Ibu Rosanti Silaban. Penulis merupakan anak ke -1 dari 1 bersaudara. Pada Tahun 2020 Penulis lulus dari SMK NEGERI 2 SIATAS BARITA dan pada tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tanggal 1 Agustus sampai 1 September tahun 2023 penulis melakukan kerja ptaktek (KP) di PT. RAZZA PRIMA TRAFKO.



KATA PENGANTAR

Ucapan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa (PLTBm) Bersumber Pembuangan Limbah Pertanian Berbasis IoT”. Penulisan skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan untuk meraih gelar sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Strata Satu, Universitas Medan Area (UMA) tahun 2024. Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar berkat bantuan berbagai pihak, baik bantuan material maupun moril. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan kedua saudara penulis yang telah memberi dukungan berupa moril/spiritual dan material kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST., MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T., IPM, ASEAN Eng Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
5. Bapak Ir. Habib Satria, M.T., IPM, ASEAN Eng Selaku Dosen Pembimbing Untuk Tugas Akhir Ini Yang Memberikan Saran Dan Kritik Yang Membangun Dalam Penyusunan Tugas Akhir Ini.
6. Para Staff dan Pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro yang telah membantu dalam akademik dan administrasi.

7. Rekan-rekan penulis terkhususnya buat Himpunan Mahasiswa Elektro dan Teknik Elektro Angkatan 2020 yang telah memberikan banyak dukungan, motivasi, dan upaya dalam membantu menyelesaikan Skripsi ini.

Dan harapan penulis skripsi ini menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, untuk kedepannya dapat memperbaiki bentuk maupun menambah isi skripsi ini agar menjadi lebih baik lagi karena keterbatasan maupun pengalaman penulis. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini memiliki banyak kekurangan baik dari segi isi maupun referensi. Oleh karena itu, Penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan kedepannya.

Medan, 19 September 2024



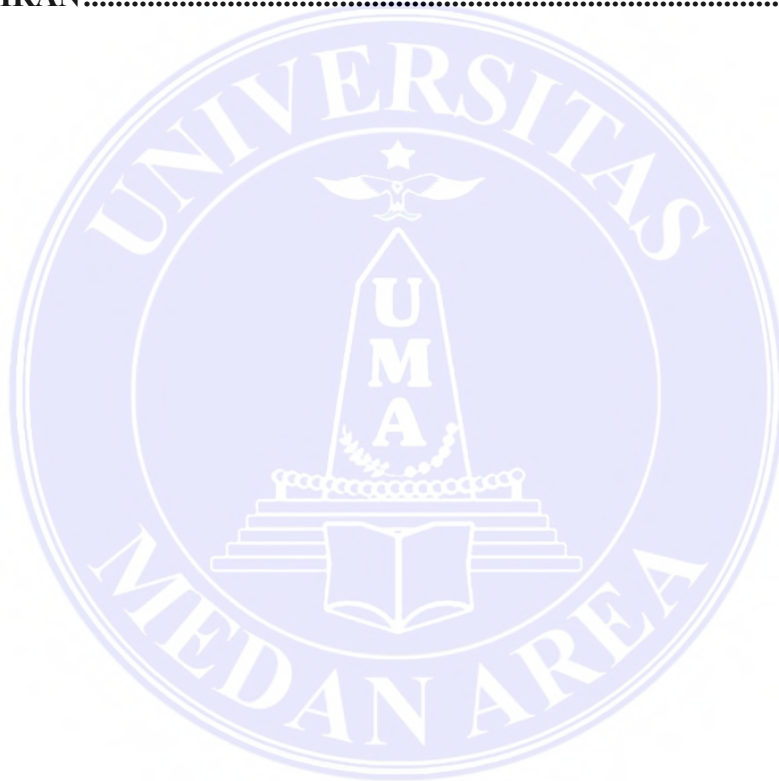
Alva Saritua S Ritonga

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematik Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Energi Terbarukan	7
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm)	8
2.3 Cara Kerja PLTBm.....	8
2.4 Biomassa	9
2.5 Boiler	10
2.6 Turbin Uap	11
2.7 Generator	11

2.8 IoT	13
2.9 NodeMCU ESP8266	14
2.10 Sensor INA 219 I2C	14
2.11 <i>Cooling Fan</i> DC 12V.....	16
BAB III METODOLOGI	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.1.1 Tempat Penelitian.....	17
3.1.2 Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat	18
3.3 Jenis Data	18
3.3.1 Data Primer.....	18
3.4 Teknik Pengumpulan Data	19
3.4.1 Observasi	19
3.4.2 Studi Dokumentasi	19
3.5 Teknik Analisa Data	19
3.6 Metode Penelitian.....	19
3.7 Blok Diagram	22
3.8 Desain Gambar	23
3.9 Rangkaian Sensor INA219 I2C	24
3.10 Parameter yang akan di analisis.....	25
3.10.1 Monitoring.....	25
3.10.2 Pengukuran	26
3.10.3 Tekanan Uap.....	26
3.11 Prosedur Kerja	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Pembuatan Alat <i>Protoype</i> PLTBm.....	28
4.2 Pengukuran Saat Alat Bekerja	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Energi Terbarukan	7
Gambar 2.2 Boiler	10
Gambar 2.3 Generator AC.....	12
Gambar 2.4 Generator DC.....	13
Gambar 2.5 NodeMCU ESP 8266.....	14
Gambar 2.6 Sensor INA 219 I2C	15
Gambar 2.7 <i>Cooling Fan</i> DC 12V	16
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Kegiatan Penelitian	20
Gambar 3.2 Blok Diagram.....	22
Gambar 3.3 Desain gambar	23
Gambar 3.4 Rangkaian Sensor INA 219 I2C	24
Gambar 4.1 Hasil Pembuatan Alat <i>Prototype</i> PLTBm	28
Gambar 4.2 Pembebanan saat alat bekerja	29
Gambar 4.3 Grafik daya pada pengukuran lampu satu.....	30
Gambar 4.4 Grafik daya pada pengukuran lampu dua	31
Gambar 4.5 Grafik daya pada lampu satu dan lampu dua.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu penelitian	17
Tabel 3.2 Bahan dan Alat.....	18
Tabel 4.1 Hasil pengukuran alat saat bekerja pada lampu satu.....	29
Tabel 4.2 Hasil pengukuran alat saat bekerja pada lampu dua	31
Tabel 4.3 Hasil pengukuran alat saat bekerja pada lampu satu dan lampu dua	32



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian adalah salah satu sektor utama dalam perekonomian Indonesia. Seiring dengan perkembangan pertanian, limbah pertanian seperti jerami, sekam, dan limbah organik lainnya menjadi masalah lingkungan yang signifikan. Limbah-limbah ini seringkali dibuang atau dibakar, menyebabkan pencemaran lingkungan dan kerugian ekonomi (Rachma & Umam, 2021). Di sisi lain, kebutuhan akan energi listrik terus meningkat, terutama di daerah pedesaan yang belum terjangkau oleh jaringan listrik utama. Solusi yang dapat mengatasi dua permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai bahan baku untuk pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm). PLTBm adalah pembangkit listrik yang menggunakan bahan baku biomassa, seperti limbah pertanian, untuk menghasilkan energi listrik. Dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai bahan bakar, PLTBm dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan juga membantu mengatasi masalah sampah organik (Udjianto et al., 2021).

Namun, untuk mengoptimalkan kinerja PLTBm, diperlukan monitoring dan kontrol yang baik terhadap proses pembakaran biomassa. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) untuk mengontrol dan memantau kondisi PLTBm secara real-time. Dengan adanya sistem berbasis IoT, pengoperasian PLTBm dapat lebih efisien dan efektif, serta dapat mengurangi risiko kerusakan dan kecelakaan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, akan dirancang dan dibangun sebuah *prototype* PLTBm yang bersumber dari limbah pertanian, dengan menggunakan teknologi IoT untuk monitoring dan kontrol.

Diharapkan dengan adanya penelitian ini, akan dapat memberikan solusi yang inovatif dalam mengatasi masalah limbah pertanian dan juga memenuhi kebutuhan akan energi listrik di daerah pedesaan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan pada latar belakang, terdapat beberapa permasalahan mendasar yang muncul dan menjadi fokus penelitian ini, di mana permasalahan tersebut akan menjadi landasan dalam pengembangan solusi yang diusulkan. Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana penggunaan IoT dapat memantau dan mengontrol produksi listrik serta kondisi operasional pembangkit biomassa secara real-time?
2. Apa saja tantangan yang dihadapi dalam mengintegrasikan teknologi IoT pada pembangkit listrik biomassa dari limbah pertanian?
3. Bagaimana sistem pengendalian otomatis berbasis IoT dapat meningkatkan keandalan dan kinerja pembangkit listrik biomassa?
4. Bagaimana manfaat dari penerapan IoT pada pembangkit listrik biomassa dari limbah pertanian dalam hal efisiensi energi dan pengelolaan limbah pertanian?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan lebih terarah, efisien, dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, sangat penting untuk menetapkan batasan-batasan yang akan membatasi dan mengarahkan ruang lingkup penelitian ini. Batasan-batasan tersebut diperlukan untuk memastikan bahwa penelitian

difokuskan pada aspek-aspek yang relevan dan mendasar, sehingga setiap langkah dalam proses penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan tepat sasaran. Adapun batasan-batasan masalah yang telah ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jenis limbah pertanian yang akan digunakan sebagai bahan bakar, seperti jerami, sekam, atau limbah lainnya, serta estimasi ketersediaan dan karakteristik limbah tersebut.
2. Mengidentifikasi komponen IoT yang akan digunakan dalam monitoring dan kontrol proses pembangkitan listrik, termasuk sensor, aktuator, dan sistem pengendalian yang terintegrasi.
3. Menyusun desain fisik dan konseptual dari PLTBm, termasuk ukuran, kapasitas, dan konfigurasi sistem untuk memenuhi kebutuhan listrik dan mengoptimalkan efisiensi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dirumuskan untuk memberikan arah dan fokus yang jelas dalam pengembangan prototype pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm) berbasis limbah pertanian yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT). Adapun tujuan-tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini meliputi:

1. Optimasi penggunaan sumber daya mengidentifikasi cara untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya biomassa dan memastikan bahwa proses pembangkitan listrik berjalan dengan efisien dan berkelanjutan.

2. Peningkatan keandalan dan kinerja meneliti bagaimana sistem pengendalian otomatis berbasis IoT dapat meningkatkan keandalan dan kinerja pembangkit listrik biomassa dari limbah pertanian.
3. Pengelolaan limbah pertanian meneliti bagaimana teknologi IoT dapat digunakan untuk mengelola limbah pertanian secara efisien dan berkelanjutan, serta mengubahnya menjadi sumber energi yang dapat dimanfaatkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat yang signifikan dan komprehensif, baik dari segi akademis, praktis, maupun sosial, sehingga dapat memberikan kontribusi yang lebih luas dan mendalam terhadap pemahaman serta penerapan energi terbarukan. Adapun manfaat yang dimaksud meliputi :

1. Peningkatan efisiensi energi implementasi teknologi IoT pada pembangkit listrik biomassa dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya biomassa.
2. Pengelolaan limbah pertanian yang lebih baik dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai sumber energi, penelitian ini dapat membantu dalam pengelolaan limbah pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan.
3. Monitoring real-time sistem monitoring dan pengendalian real-time berbasis IoT dapat membantu dalam memantau kondisi operasional pembangkit listrik biomassa secara akurat dan efisien.

4. Peningkatan keandalan integrasi IoT dapat meningkatkan keandalan operasional pembangkit listrik biomassa, sehingga mengurangi risiko gangguan dan downtime yang tidak diinginkan.
5. Pengurangan emisi gas rumah kaca dengan menggunakan biomassa sebagai sumber energi, penelitian ini dapat membantu dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan mendukung upaya perlindungan lingkungan.

1.6 Sistematik Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman dan memberikan struktur yang jelas dalam penyampaian isi penelitian ini, serta untuk memastikan bahwa setiap bagian dari penelitian dapat disajikan secara sistematis dan terorganisir dengan baik, sistematika penulisan disusun dalam beberapa bab yang saling berkaitan dan mendukung satu sama lain, sehingga alur pemikiran dalam penelitian ini dapat dengan mudah diikuti oleh para pembaca. Adapun sistematika penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang pembuatan laporan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematik penulisan.

2. BAB II TEORI PENUNJANG

Bab ini berisi landasan teori berupa konsep dasar dalam penyusunan alat dan laporan sehingga menghasilkan karya yang bernilai ilmiah dan memiliki daya guna.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian alat yang digunakan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyajian hasil pengujian alat serta pembahasan

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang simpulan dan saran dari pembuatan alat dan laporan sebagai upaya untuk perbaikan kedepan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah sumber energi yang diperoleh dari sumber-sumber alam yang dapat diperbaharui dalam jangka waktu yang relatif singkat. Sumber-sumber energi ini meliputi matahari, angin, air, biomassa, dan panas bumi. Berbeda dengan sumber energi non-terbarukan seperti bahan bakar fosil, energi terbarukan dianggap lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi karbon yang berkontribusi pada perubahan iklim global (Ayu Arsita et al., 2021). Dinyatakan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Energi Terbarukan
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/iSijf4QANaAkMyrX8>)

Energi terbarukan cenderung lebih berkelanjutan dalam jangka panjang karena dapat diperbaharui. Untuk mendukung transisi menuju ekonomi yang lebih berkelanjutan, terus dilakukan upaya untuk mengembangkan teknologi dan infrastruktur yang mendukung penggunaan energi terbarukan.

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm)

Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa adalah pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar biomassa, seperti serbuk gergaji, jerami, limbah pertanian, atau limbah organik lainnya, sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik. Proses ini melibatkan pembakaran biomassa untuk menghasilkan panas, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan uap (Yudi_m_s & Raharjo, 2022). Uap ini kemudian digunakan untuk memutar turbin yang terhubung ke generator listrik, menghasilkan listrik. Metode ini dianggap lebih ramah lingkungan daripada pembangkit listrik konvensional karena biomassa yang digunakan biasanya dapat diperbaharui.

2.3 Cara Kerja PLTBm

Cara kerja pembangkit listrik tenaga biomassa menggunakan bahan bakar biomassa, seperti serbuk gergaji, jerami, limbah pertanian, atau limbah organik lainnya, untuk menghasilkan listrik. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam cara kerja pembangkit listrik tenaga biomassa :

a. Pengadaan Biomassa

Biomassa dikumpulkan dan disiapkan untuk digunakan sebagai bahan bakar. Biomassa bisa berupa limbah pertanian, limbah kayu, limbah organik, atau bahan bakar biomassa lainnya.

b. Pembakaran Biomassa

Biomassa dibakar dalam tungku atau boiler untuk menghasilkan panas. Proses ini menghasilkan gas panas atau uap yang digunakan untuk memutar turbin.

c. Pemutar Turbin

Gas panas atau uap dari pembakaran biomassa digunakan untuk memutar turbin. Turbin ini terhubung ke generator listrik.

d. Penghasilan Listrik: Gerakan turbin menghasilkan energi mekanis yang diubah menjadi energi listrik oleh generator.

e. Pengiriman Listrik

Listrik yang dihasilkan oleh generator dikirim melalui jaringan listrik untuk digunakan oleh konsumen.

f. Pengendalian Emisi

Proses pembakaran biomassa dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca dan polutan lainnya. Oleh karena itu, pembangkit listrik tenaga biomassa dilengkapi dengan sistem pengendalian emisi untuk meminimalkan dampak lingkungan.

g. Pengelolaan Limbah

Abu atau limbah lain yang dihasilkan dari pembakaran biomassa harus dikelola dengan benar untuk meminimalkan dampak lingkungan.

Proses ini dapat bervariasi tergantung pada jenis biomassa yang digunakan, teknologi yang digunakan dalam pembangkit listrik, dan skala operasi pembangkit listrik tenaga biomassa tersebut (Al-afifi et al., 2021).

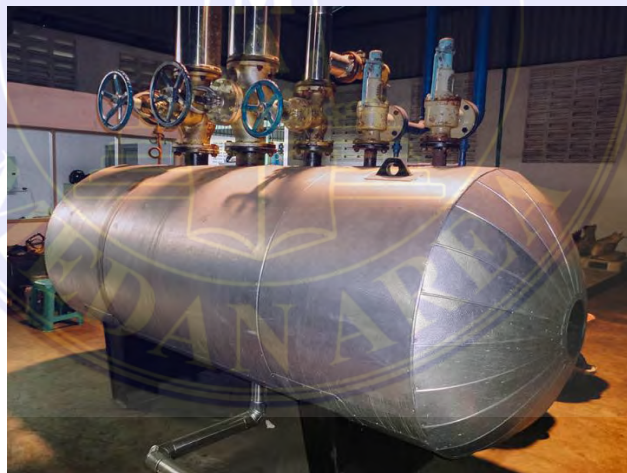
2.4 Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari sumber-sumber alami, seperti tumbuhan atau hewan, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi. Biomassa dapat berupa limbah pertanian, limbah kayu, jerami,

serbuk gergaji, limbah makanan, dan bahan organik lainnya (Naviza et al., 2023). Proses menggunakan biomassa sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi disebut dengan energi biomassa. Biomassa dianggap sebagai sumber energi terbarukan karena bahan organik dapat diperbaharui melalui proses alami, seperti pertumbuhan tanaman. Energi biomassa dapat digunakan untuk menghasilkan listrik, panas, atau bahan bakar untuk kendaraan.

2.5 Boiler

Boiler adalah suatu perangkat yang digunakan untuk menghasilkan uap atau panas dengan cara memanaskan air. Prinsip kerja boiler adalah dengan membakar bahan bakar, seperti gas alam, minyak bakar, batu bara, atau biomassa, di dalam tungku pembakaran (Nasution & Napid, 2022). Dinyatakan pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Boiler
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/dv3U3cD9ypowC4Sq8>)

Panas yang dihasilkan dari pembakaran ini kemudian ditransfer ke air yang mengalir di dalam boiler, mengubah air menjadi uap. Uap yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti untuk memutar turbin dalam pembangkit.

2.6 Turbin Uap

Turbin uap adalah suatu perangkat yang digunakan untuk mengubah energi panas menjadi energi mekanis yang dapat digunakan untuk menggerakkan generator listrik. Prinsip kerja turbin uap melibatkan aliran uap yang diarahkan ke rotor turbin (ISLAMI, 2023). Uap yang mengalir tersebut menyebabkan rotor turbin berputar, dan energi kinetik dari putaran rotor ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator yang terhubung dengan turbin. Turbin uap sering digunakan dalam pembangkit listrik tenaga uap, di mana uap dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar, seperti batu bara, gas alam, atau minyak bakar, dalam boiler.

2.7 Generator

Generator adalah suatu perangkat yang digunakan untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator adalah dengan memanfaatkan induksi elektromagnetik, di mana gerakan relatif antara medan magnet dan kumparan konduktor menghasilkan arus listrik. Generator biasanya terdiri dari sebuah rotor yang berputar di dalam medan magnet, dan kumparan-kumparan konduktor yang terhubung ke beban listrik. Ketika rotor berputar, medan magnetnya akan memotong kumparan-kumparan konduktor, menghasilkan arus listrik dalam kumparan tersebut. Arus listrik yang dihasilkan kemudian dapat digunakan untuk menyuplai listrik ke berbagai peralatan atau sistem listrik.

2.7.1 Generator AC

Generator AC adalah perangkat yang menghasilkan arus bolak-balik (AC) dari energi mekanis. Prinsip kerja generator AC didasarkan pada induksi elektromagnetik, di mana gerakan relatif antara medan magnet dan kumparan konduktor menghasilkan arus listrik AC (Irsyad & Prabowo, 2022). Dinyatakan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Generator AC
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/7hUXuyzDSDVcd8iF7>)

Generator AC terdiri dari rotor yang berputar di dalam medan magnet yang tetap (stator). Ketika rotor diputar, medan magnetnya memotong kumparan-kumparan konduktor pada stator, menciptakan arus listrik AC dalam kumparan-kumparan tersebut. Arus listrik yang dihasilkan kemudian dapat digunakan untuk menyediakan listrik pada berbagai peralatan dan sistem listrik.

2.7.2 Generator DC

Generator DC adalah perangkat yang menghasilkan arus searah (DC) dari energi mekanis. Prinsip kerja generator DC juga didasarkan pada induksi elektromagnetik, mirip dengan generator AC. Namun, dalam generator DC, arus

listrik yang dihasilkan memiliki arah yang tetap, tidak berubah-ubah seperti pada generator AC (Junaidi et al., 2020).



Gambar 2.4 Generator DC

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/ThEtZFWaMspcsMqz>)

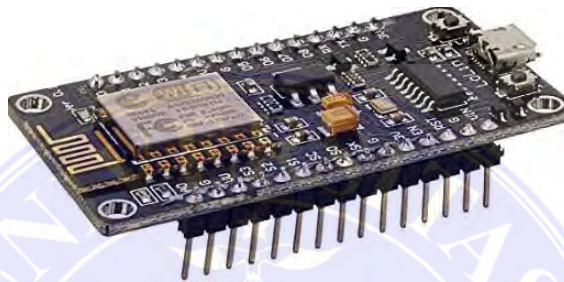
Generator DC umumnya menggunakan komutator untuk mengubah arah arus listrik yang dihasilkan oleh kumparan-kumparan konduktor saat rotor berputar. Komutator adalah sebuah cakram yang terhubung ke rotor dan berputar bersama rotor. Ketika rotor berputar, sikat-sikat gesek pada komutator berpindah posisi, mengubah arah aliran arus listrik dalam kumparan-kumparan, sehingga menghasilkan arus searah. Dinyatakan pada gambar 2.4

2.8 IoT

IoT adalah singkatan dari *Internet of Things*, yang dalam bahasa Indonesia dapat diterjemahkan sebagai "Internet hal-hal." IoT merujuk pada jaringan perangkat fisik yang terhubung ke internet, yang dapat saling berkomunikasi dan berbagi data. Perangkat IoT dapat mencakup berbagai jenis, mulai dari perangkat elektronik konsumen, seperti lampu pintar dan perangkat rumah tangga cerdas, hingga perangkat industri dan infrastruktur, seperti sensor suhu, sistem pemantauan keamanan, atau perangkat medis yang terhubung (Junaidi et al., 2020).

2.9 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah platform pengembangan open-source yang menggunakan chip ESP8266 yang terintegrasi dengan modul Wi-Fi. Platform ini dirancang untuk memudahkan pengembangan prototipe IoT dengan menyediakan lingkungan pemrograman yang familiar bagi banyak pengembang, yaitu bahasa pemrograman Lua (Manullang et al., 2021). Dinyatakan pada gambar 2.5.



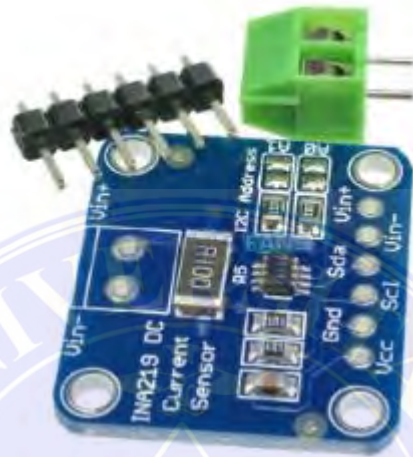
Gambar 2.5 NodeMCU ESP 8266
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/24bPSfqDWM9f2ahJ9>)

NodeMCU ESP8266 memiliki berbagai fitur, termasuk kemampuan untuk terhubung ke internet melalui Wi-Fi, GPIO (*General Purpose Input/Output*) untuk menghubungkan sensor dan perangkat lainnya, serta dukungan untuk berbagai protokol komunikasi seperti MQTT dan HTTP. Platform ini sangat populer di kalangan pengembang IoT untuk prototyping dan pengembangan proyek-proyek kecil hingga menengah.

2.10 Sensor INA 219 I2C

Sensor INA219 adalah modul sensor yang menggunakan antarmuka I2C untuk mengukur tegangan dan arus listrik dengan akurasi tinggi. Dikembangkan oleh Texas Instruments, sensor ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik untuk memantau kondisi daya, seperti pemantauan baterai, manajemen

daya, dan pengukuran efisiensi energi. Sensor INA219 mampu mengukur tegangan dari 0V hingga 26V dan arus hingga $\pm 3.2A$, dengan resolusi hingga 12-bit. Kemampuan ini memungkinkan pengguna untuk mendapatkan data pengukuran yang sangat presisi dan akurat. Dinyatakan pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Sensor INA 219 I2C
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/fcEsMEqBisqmo4CE8>)

Dengan antarmuka I2C, sensor ini dapat berkomunikasi dengan mikrokomputer atau mikrokontroler menggunakan hanya dua pin (SDA dan SCL), membuat integrasinya dalam sistem elektronik menjadi sederhana dan efisien. Sensor INA219 memiliki kemampuan untuk mengukur arus dengan akurasi tinggi, menjadikannya sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan pengukuran yang presisi. Sensor ini dirancang untuk memiliki konsumsi daya yang rendah, sehingga ideal untuk aplikasi yang mengutamakan efisiensi energi. Resolusi pengukuran tinggi, yang memungkinkan deteksi perubahan kecil dalam arus dan tegangan.

2.11 *Cooling Fan DC 12V*

Cooling Fan DC 12V adalah sebuah jenis kipas pendingin yang secara khusus dirancang untuk digunakan dengan sumber daya listrik yang memiliki tegangan 12V DC. Kipas ini dilengkapi dengan beberapa komponen utama yang berfungsi secara sinergis, di antaranya adalah motor DC (*Direct Current*) yang digerakkan oleh tegangan 12V, yang berperan sebagai penggerak utama, serta baling-baling atau bilah kipas yang dirancang dengan presisi untuk menghasilkan aliran udara yang optimal. Dinyatakan pada gambar 2.7



Gambar 2.7 *Cooling Fan DC 12V*
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/zKvVSK6ho9gRg75S9>)

Fungsi utama dari kipas ini adalah untuk mengatur suhu di dalam perangkat elektronik yang berada di dalam panel box, sehingga dapat mencegah overheating atau kepanasan yang dapat merusak komponen elektronik tersebut dan menjaga agar perangkat beroperasi dengan efisiensi yang maksimal. Dengan demikian, penggunaan *Cooling Fan DC 12V* sangat penting dalam sistem pendinginan berbagai perangkat elektronik, termasuk komputer, power supply, dan perangkat lainnya yang memerlukan pengaturan suhu yang baik untuk menjaga kinerja dan keawetan komponen.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian Rancang Bangun *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa (PLTBm) Bersumber Pembuangan Limbah Pertanian Berbasis IoT ini dilakukan di :

Nama Tempat : CV. Angkasa Mobie Tech

Alamat : Jln. Sultan Serdang Dusun II Sena Gg. Ikhlas
Batang Kuis

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu yang dilakukan pada penelitian ini adalah selama kurang lebih 1-3 bulan, sebagaimana yang diuraikan pada tabel 3.1 berikut ini :

Tabel 3.1 Waktu penelitian

NO	Kegiatan penelitian	BULAN											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Pengumpulan Alat dan Bahan												
3	Perancangan Alat												
4	Pengumpulan Data												
5	Analisa Data												
6	Penulisan Laporan												

3.2 Bahan dan Alat

Kebutuhan perangkat yang penulis gunakan di dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Bahan dan Alat

No	Komponen	Spesifikasi	Satuan
1	Boiler	Menghasilkan Uap	1 unit
2	Turbin Uap	Konversi energi	1 unit
3	Gear dan Rantai	Transmisi tenaga PCSN 25H	1 set
4	Generator	DC motor 775 single shaft 12v	1 unit
5	Volt Ampere Meter	Pengukur arus dan tegangan DC 0-100V 10A	1 unit
6	Sensor INA 219 I2C	Pengukur tegangan DC 0-25V	1 unit
7	NodeMCU ESP 8266	Mikrokontroler	1 unit
8	Beban resistif	Lampu DC	2 unit
9	<i>Cooling Fan</i> DC 12V	Kipas Pendingin Internal Cooler	1 unit
10	Saklar DC	Pemutus 12V	2 unit
11	Laptop	Asus	1 unit
12	Pipa besi ½ inci	Penyaluran Uap	1 batang
13	Kran besi ¼ inci	Pengontrol Uap	1 unit
14	Briket	Bahan bakar	Secukupnya
15	Kabel jumper	0,9-0,5 mm	20 biji

3.3 Jenis Data

3.3.1. Data Primer

Data Primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data yang di ambil secara langsung dilapangan.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

3.4.1 Observasi

Observasi merupakan sebuah teknik yang dilakukan lewat pengamatan langsung terhadap objek, peristiwa, atau fenomena tertentu dengan tujuan untuk mengumpulkan data dan informasi yang akurat dan mendetail.

3.4.2 Studi Dokumentasi

Studi Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data dan mempelajari data-data yang diperoleh dari buku-buku, literatur, jurnal, internet dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

3.5 Teknik Analisa Data

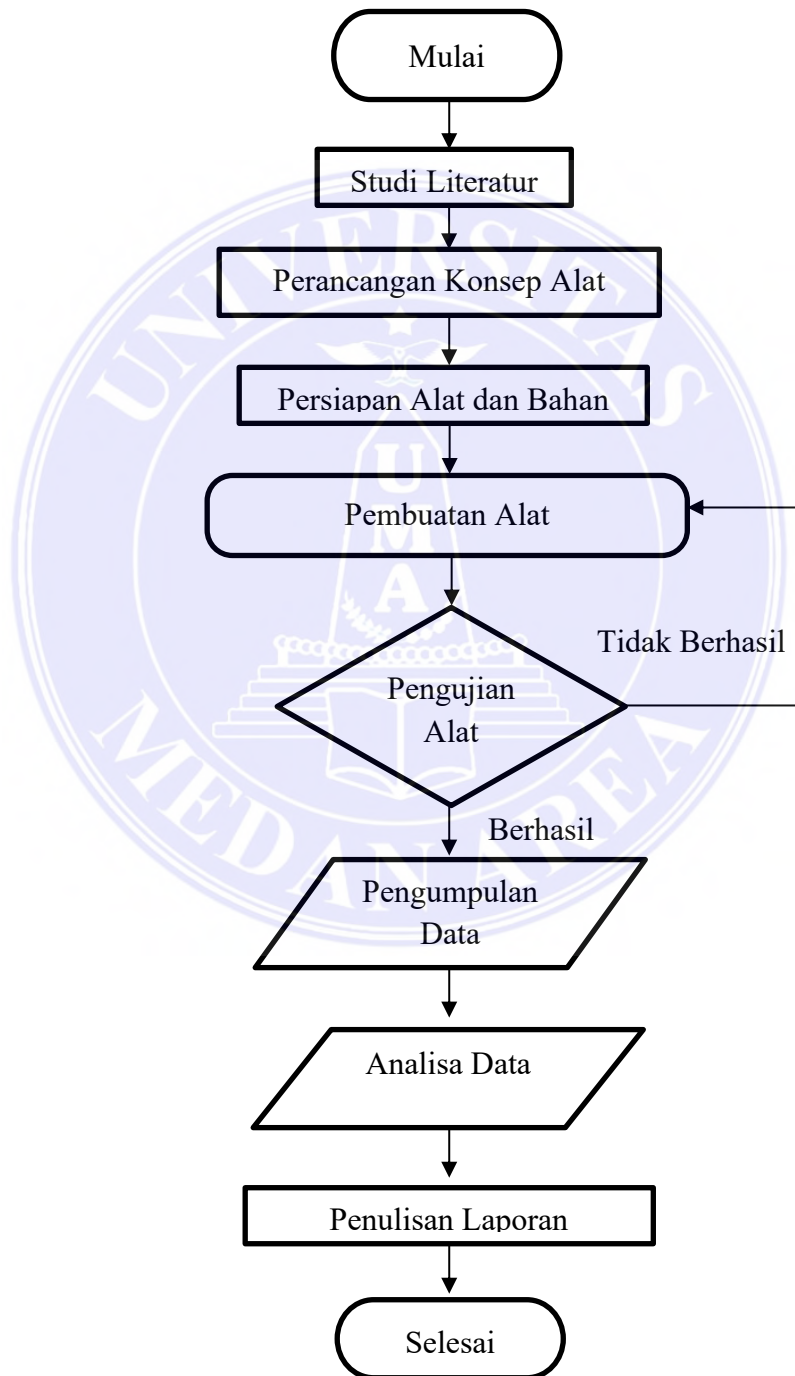
Metode yang sesuai dengan penelitian adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.

1. Metode deskriptif merupakan cara merumuskan dan menafsirkan data yang ada sehingga memberikan gambaran jelas melalui pengumpulan, penyusunan, penganalisisan data, sehingga dapat diketahui gambaran umum perusahaan yang sedang diteliti.
2. Pendekatan Kuantitatif adalah pendekatan ilmiah yang memandang suatu realitas dapat diklasifikasi, konkrit, teramati, dan terukur, hubungan variabelnya bersifat sebab akibat dimana data penelitiannya berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik.

3.6 Metode Penelitian

Metode Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian yang akan di laksanakan. Adapun berikut ini

flowchart atau kerangka berfikir dalam melaksanakan proses penelitian pengujian Rancang Bangun *Prototype* PLTBm Bersumber Pembuangan Limbah Pertanian Berbasis IoT. Bentuk *flowchart* kegiatan penelitian yang dilakukan pada proses pelaksanaan tugas akhir ini dapat dilihat pada bagian dibawah ini. Dinyatakan pada gambar 3.1.



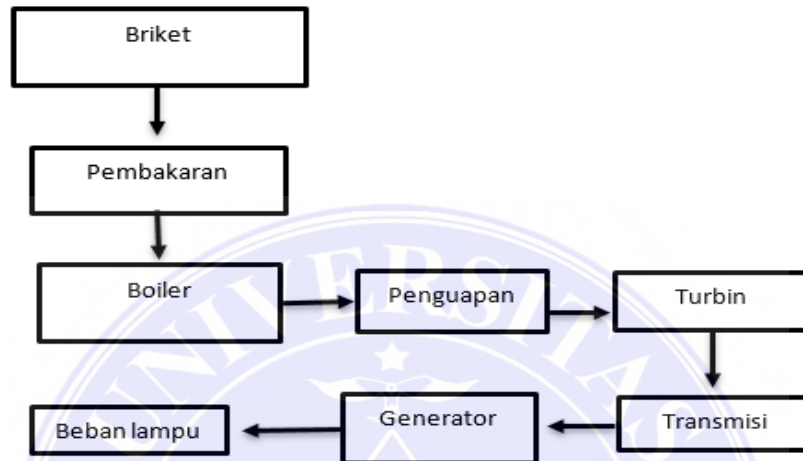
Gambar 3.1 *Flowchart* Kegiatan Penelitian

Adapun penjelasan tentang *flowchart* / kerangka berfikir diatas ialah :

1. Mulai, untuk melakukan permulaan mencari referensi dan hal yang terkait penelitian.
2. Studi Literatur serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitan.
3. Perancangan Konsep Alat melakukan sketsa atau desain penelitian yang akan di persiapkan.
4. Persiapan alat dan bahan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk kelancaran dalam merancang alat yang akan di analisis.
5. Pembuatan Alat, kegiatan yang akan mempengaruhi hasil dari pengambil data dalam penelitian ini.
6. Pengujian alat adalah hal yang akan layak tidaknya rancangan dalam pengujiannya jika tidak kembali ke perancangan alat. Jika Ya akan langsung pengumpulan data.
7. Pengumpulan data, merupakan hal yang akan dilakukan untuk melihat masukan dan keluaran nilai yang telah diambil oleh alat yang sudah baik.
8. Analisa data serangkaian kegiatan yang akan menganalisis nilai dari pengumpulan data yang akan berubah-berubah sesuai kondisi yang diteliti.
9. Penulisan Laporan kegiatan yang mendeskripsikan hasil dari analisa data yang merupakan tekstual atau terlampir yang akan di masukan kedalam hasil penelitian yang telah dilakukan.
10. Selesai.

3.7 Blok Diagram

PLTBM merupakan pembangkit listrik energi terbarukan yang menggunakan biomassa sebagai sumber untuk menghasilkan energi listrik. Berikut adalah blok diagram. Dinyatakan pada gambar 3.2.

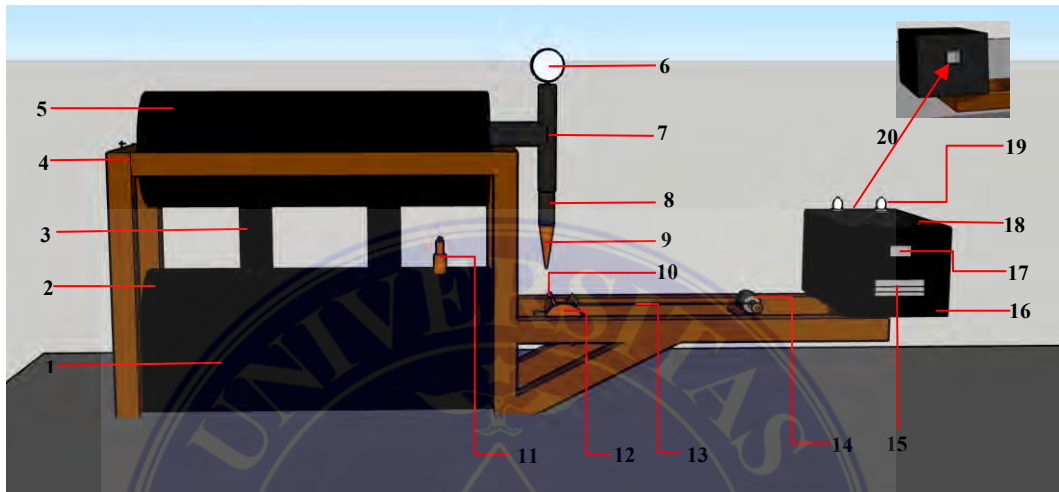


Gambar 3.2 Blok Diagram

Briket merupakan bahan bakar padat yang biasanya terbuat dari biomassa, seperti serbuk gergaji, sekam padi, atau bahan organik lainnya briket akan dibakar untuk memperoleh energi panas. Panas yang dihasilkan dari pembakaran ini kemudian digunakan untuk memanaskan air di dalam boiler. Boiler adalah alat yang digunakan untuk memanaskan air hingga berubah menjadi uap bertekanan tinggi. Uap yang dihasilkan dari boiler ini akan diarahkan ke turbin. Turbin digunakan untuk mengubah energi dari uap menjadi energi mekanik. Energi mekanik yang dihasilkan dari putaran ini digunakan untuk menggerakkan gir transmisi. Gir transmisi akan menggerakkan generator. generator dan generator akan menghasilkan listrik. Listrik tersebut akan di alirkan ke beban lampu. Diagram ini menggambarkan siklus konversi energi dari bahan bakar briket menjadi energi listrik yang digunakan untuk menyalakan lampu.

3.8 Desain Gambar

Dalam tahap pengembangan prototype pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBM) berbasis IoT ini, desain gambar memainkan peran penting sebagai representasi visual dari sistem yang akan dibangun. Dinyatakan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Desain gambar

Keterangan desain gambar :

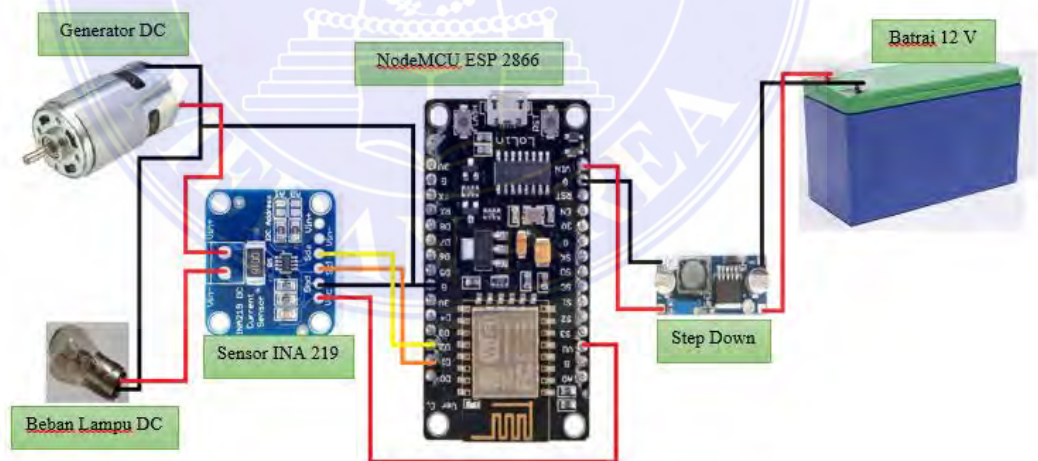
- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| 1. Ruang bakar boiler | 11. Pengisian air boiler |
| 2. Tabung air boiler | 12. Gir transmisi |
| 3. Flange | 13. Rantai transmisi |
| 4. Sasis boiler | 14. Generator Dc 12v |
| 5. Tabung uap boiler | 15. Ventilasi <i>panel box</i> |
| 6. Manometer | 16. <i>Panel box</i> |
| 7. Pipa uap bertekanan | 17. Volt ampere meter |
| 8. Keran uap | 18. Saklar Dc |
| 9. Nozzle | 19. Lampu Dc |
| 10. Turbin uap | 20. <i>Cooling fan panel box</i> |

Pada Gambar 3.3 Desain Gambar dijelaskan bahwa fungsi boiler sebagai

tempat pembakaran briket, dimana briket di proses melalui pembakaran untuk memanaskan air atau fluida termal lain hingga mencapai suhu tinggi. Ketika air sudah mendidih akan timbul uap bertekanan, uap bertekanan tersebut akan dialirkan ke turbin. Sehingga turbin berputar dan menggerakkan gir transmisi, gir trasmisi akan menyalurkan putaran melalui rantai ke generator, ketika generator berputar akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik tersebut akan mengalir ke beban lampu sehingga lampu menyala.

3.9 Rangkaian Sensor INA219 I2C

Rangkaian sensor INAN219 I2C dijelaskan generator DC Menghasilkan arus listrik DC saat diputar. Arus yang dihasilkan kemudian diukur oleh Sensor INA 219. Sensor INA 219 digunakan untuk mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan oleh Generator DC. Dinyatakan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor INA 219 I2C

Sensor ini terhubung ke NodeMCU ESP8266 untuk pengambilan data. NodeMCU ESP8266 mikrocontroller berbasis ESP8266 yang memiliki konektivitas WiFi. NodeMCU ini bertindak sebagai pengendali utama yang

menerima data dari Sensor INA 219 dan mengatur keluaran ke beban lampu DC serta mengendalikan pengisian baterai melalui modul step down. Beban Lampu DC Lampu yang menggunakan arus DC sebagai beban untuk rangkaian ini. Lampu ini terhubung ke output dari Sensor INA 219 yang kemudian dikontrol oleh NodeMCU. *Step Down* Modul yang digunakan untuk menurunkan tegangan dari baterai 12V agar sesuai dengan kebutuhan NodeMCU ESP8266. Modul ini juga berfungsi sebagai pengontrol pengisian daya dari baterai ke NodeMCU. Baterai 12V sumber daya utama untuk sistem ini. Baterai ini menyediakan daya yang diatur oleh modul step down untuk mengoperasikan NodeMCU dan komponen lainnya. Rangkaian ini secara keseluruhan berfungsi untuk memonitor dan mengontrol aliran arus dan tegangan dari generator DC ke beban lampu DC, serta mengatur pengisian daya baterai 12V. NodeMCU ESP8266 berperan penting dalam mengumpulkan data dari sensor dan mengontrol distribusi daya dalam rangkaian ini.

3.10 Parameter yang akan di analisis

Parameter yang akan dianalisa pada proposal ini pengujian Rancang Bangun *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa (PLTBm) Bersumber Pembuangan Limbah Pertanian Berbasis IoT adalah sebagai berikut :

3.10.1 Monitoring

Monitoring adalah proses pengawasan dan pemantauan secara terus-menerus terhadap suatu sistem, aktivitas, atau kondisi dengan tujuan untuk mendapatkan informasi yang relevan tentang perkembangan atau perubahan yang terjadi. Ini melibatkan pengumpulan data secara berkala atau kontinu, analisis data tersebut, dan tindakan yang diperlukan berdasarkan hasil pemantauan. Penerapan monitoring dapat dilakukan dalam berbagai konteks, termasuk lingkungan,

teknologi informasi, kesehatan, keamanan, produksi industri, dan banyak lagi. Contoh-contoh monitoring meliputi monitoring lingkungan untuk mengawasi kualitas udara atau air, monitoring jaringan komputer untuk memantau kinerja dan keamanan sistem, serta monitoring kesehatan pasien dalam lingkungan klinis.

3.10.2 Pengukuran

Pengukur memiliki peranan yang penting dalam menilai kesesuaian suatu elemen atau sistem dengan standarnya, terutama dalam konteks tegangan. Dengan melakukan pengukuran tegangan, kita bisa memeriksa apakah tegangan yang digunakan sesuai dengan nilai yang disarankan oleh komponen atau peralatan yang dipakai. Hal ini krusial untuk memastikan bahwa peralatan tidak terpapar tegangan yang melebihi atau kurang dari yang dibutuhkan, yang bisa berakibat pada kerusakan atau performa yang tidak optimal. Selain tegangan, pengukuran juga memiliki peran dalam memahami arus yang digunakan oleh komponen atau peralatan. Dengan mengetahui besarnya arus yang dipakai, kita bisa memastikan bahwa peralatan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan batasan arus yang telah ditetapkan. Pengukuran arus juga membantu dalam mendeteksi kemungkinan masalah, seperti kebocoran arus yang tidak normal atau ketidakseimbangan pada beban listrik.

3.10.3 Tekanan Uap

Tekanan uap adalah tekanan yang dihasilkan oleh uap atau gas yang ada di atas permukaan suatu cairan dalam kondisi kesetimbangan termodinamika. Tekanan uap ini terjadi ketika partikel-partikel cairan berubah menjadi bentuk gas atau uap di dalam ruang tertutup dan menekan dinding wadah atau permukaan cairan tersebut. Tekanan uap sangat bergantung pada suhu. Semakin tinggi suhu

cairan, semakin tinggi pula tekanan uapnya. Hal ini terkait dengan tingkat energi kinetik partikel-partikel cairan yang meningkat seiring kenaikan suhu. Saat suhu mencapai titik didih cairan, tekanan uapnya sama dengan tekanan atmosfer, dan cairan akan mulai mendidih.

3.11 Prosedur Kerja

Adapun tahapan dalam prosedur kerja yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini terdiri dari serangkaian langkah-langkah sistematis yang dirancang untuk memastikan bahwa setiap aspek dari pengembangan prototype pembangkit listrik tenaga biomassa dapat dilakukan dengan efektif dan efisien, serta menghasilkan output yang sesuai dengan tujuan yang telah :

1. Pemasangan rangkaian alat mengikuti sesuai desain gambar
2. Melakuakan pengujian alat yang telah dirancang.
3. Pengetesan awal yang dilakuan sebelum ada beban.
4. Pengukuran dan pengecekan melalui monitoring dan alat ukur.
5. Mencatat data hasil yang di ukur.
6. Pengetesan kedua memakai beban.
7. Pengukuran dan pengecekan melalui monitoring dan alat ukur.
8. Mencatat data yang di ukur.
9. Melakukan menginput data yang telah di uji secara tekstual kedalam laporan skripsi yang telah diteliti.
10. Membuat kesimpulan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil pembuatan alat *prototype* pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm) bersumber dari limbah pertanian berbasis IoT menggunakan briket berhasil berkerja dengan baik dan berhasil di uji coba pada beban lampu. Alat ini juga di lengkapi dengan alat pengukur tekanan agar lebih mudah mengetahui tekanan yang dihasilkan saat alat bekerja dan sensor INA219 I2C untuk mengukur arus, tegangan dan daya yang di hasilkan oleh generator DC saat bekerja. Menguji kinerja alat *prototype* pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm) bersumber dari limbah pertanian berbasis IoT menggunakan briket berhasil diujicoba dengan menggunakan lampu 5 W dan 20 W. Tegangan generator yang dihasilkan pada tekanan 5 bar pada lampu satu ialah 10,8 V dan arus 0,78 A dan daya 8,42 W, pada lampu dua ialah 9,8 V dan arus 1,5 A dan daya 14,7 W sedangkan ketika kedua lampu dihidupkan secara bersama ialah 10 V dan arus 1,6 A dan daya 16 W.

5.2 Saran

Alat ini perlu penyempurnaan penambahan kapasitas boiler agar uap yang di hasilkan lebih banyak, supaya generator DC dapat bekerja lebih lama dan optimal. Penggunaan limbah pertanian lainnya dapat dikembangkan berupa gas dan cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-afifi, U. F., Erdin Syam, & Elvin Piter. (2021). Perhitungan Potensi Energi Listrik Pada Sekam Padi Melalui Metode Gasifikasi. *SainETIn*, 4(2). <https://doi.org/10.31849/sainetin.v4i2.4329>
- Ayu Arsita, S., Eko Saputro, G., & Susanto, S. (2021). Perkembangan Kebijakan Energi Nasional dan Energi Baru Terbarukan Indonesia. *Jurnal Syntax Transformation*, 2(12). <https://doi.org/10.46799/jst.v2i12.473>
- Irsyad, R., & Prabowo, Y. A. (2022). Analisa Dan Pemodelan Generator AC Sinkron Tiga Fasa. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan X - Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*.
- ISLAMI, I. A. (2023). Penerapan Preventive Maintenance Pada Turbin Uap Di Pltu Rembang. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 15(1). <https://doi.org/10.24843/jem.2022.v15.i01.p06>
- Junaidi, M., Notosudjono, D., Wismiana, E., & Universal, M. (2020). Perancangan Generator Dc Dengan Penggerak Mula Motor Ac. *Teknik Elektro*.
- Manullang, A. P., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2021). Implementasi Nodemcu Esp8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot. *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, 4(2).
- Nasution, M., & Napid, S. (2022). Aplikasi Boiler Sebagai Pembangkit Uap Dalam Menentukan Efisiensi. *Buletin Utama Teknik*, 17(3).
- Naviza, F., Winarno, G. D., Hidayat, W., & Yuwono, S. B. (2023). Peluang Keanekaragaman Jenis Biomasa Untuk Energi Biomasa. *Gorontalo Journal of Forestry Research*, 6(2). <https://doi.org/10.32662/gjfr.v6i2.3055>
- Pambudi, G. W. (2020). Cara Mengakses Sensor Tegangan DC menggunakan

Arduino. *Cronyos.Com*.

Prabowo, B. D., Siregar, I. R. S., Faidil, A., Alham, N. R., & Afandi, M. J. N. (2020).

Pengukuran Arus Dan Tegangan Pada Prototipe Pltmh Berbasis Arduino Dan Multimeter. *Jurnal Media Elektro*. <https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.2305>

Rachma, N., & Umam, A. S. (2021). Pertanian Organik Sebagai Solusi Pertanian

Berkelanjutan Di Era New Normal. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 1(4). <https://doi.org/10.33474/jp2m.v1i4.8716>

Udjianto, T., Sasono, T., & Manunggal, B. P. (2021). Potensi Sekam Padi Sebagai

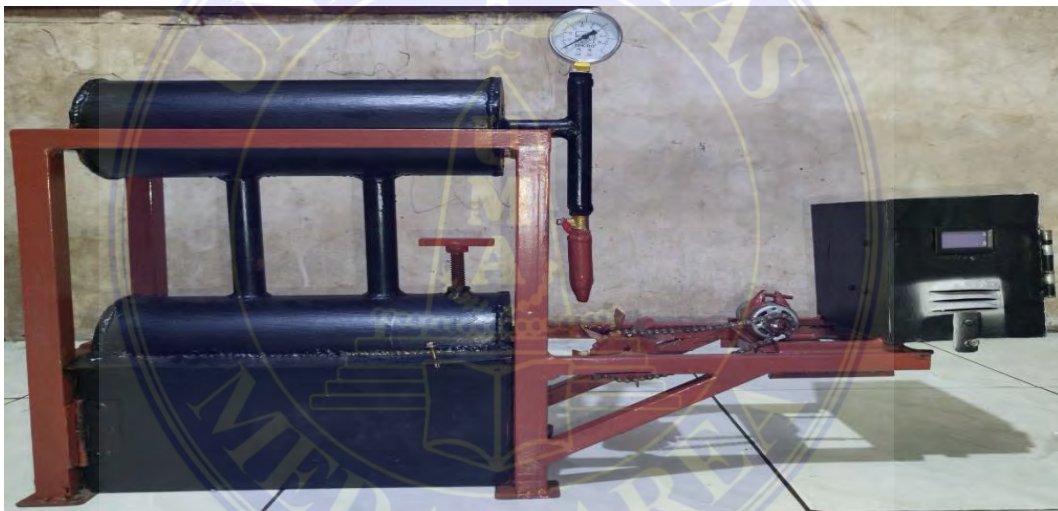
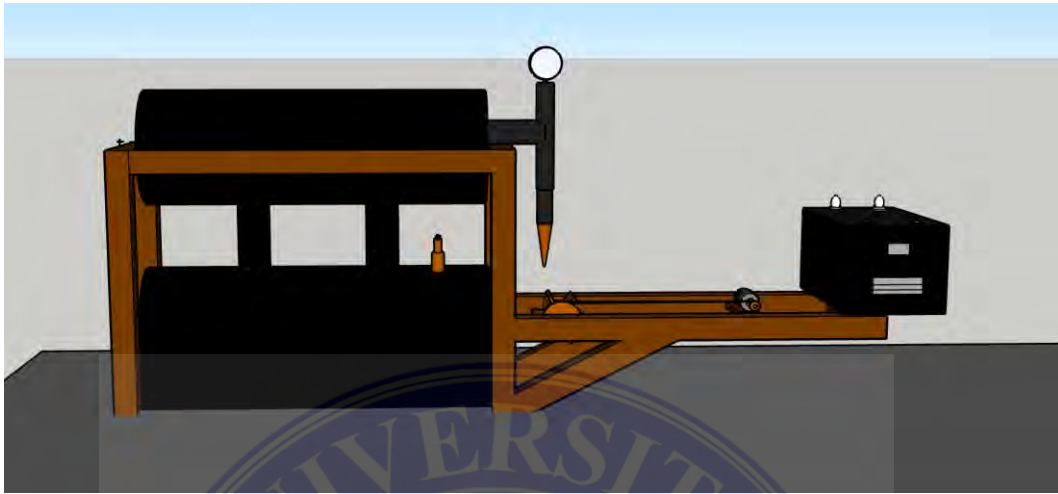
Bahan Bakar Alternatif Pltbn Di Sumatera Barat. *Jurnal Teknik Energi*, 11(1). <https://doi.org/10.35313/energi.v11i1.3499>

Yudi_m_s, & Raharjo. (2022). Studi Kelayakan Teknis Dan Konsep Desain

Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Dengan Kapasitas 10 MW Di Kotawaringin Barat. *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 12(3). <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v12i3.4250>

Lampiran

Lampiran 1. Gambar alat dan desain.



Lampiran 2. Kodingan Alat

```
#include <Adafruit_INA219.h>

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6fLar_ZH8"

#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "monitoring Daya"

#define BLYNK_AUTH_TOKEN "Hjm7Pdc0QO-
g_aja4IOjWo2dZ07Rz_bV"

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

char ssid[] = "Redmi Note 13";

char pass[] = "qwertyuiop1";

Adafruit_INA219 sensor_monitoring (0x40);

float tegangan, arus, daya;

void setup()
{
  sensor_monitoring.begin();

  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
}

void loop()
{
  tegangan = sensor_monitoring.getBusVoltage_V();

  arus = sensor_monitoring.getCurrent_mA();

  daya = tegangan * (arus / 1000);

  Blynk.virtualWrite(V0, tegangan);

  Blynk.virtualWrite(V1, arus);

  Blynk.virtualWrite(V2, daya);}
```

Lampiran 3. Data pengukuran

Tabel 1 Hasil pengukuran alat saat bekerja pada lampu satu

Tekanan (bar)	Tegangan (V)	Arus (Amp)	Daya (W)
1	1,7	0,35	0,59
2	3,4	0,40	1,36
3	4,7	0,50	2,35
4	7,5	0,70	5,25
5	10,8	0,78	8,42

Tabel 2 Hasil pengukuran alat saat bekerja pada lampu dua

Tekanan (bar)	Tegangan (V)	Arus (Amp)	Daya (W)
1	1,4	0,45	0,63
2	3,2	0,70	2,24
3	4,5	0,80	3,6
4	7,2	1,1	7,92
5	9,8	1,5	14,7

Tabel 3 Hasil pengukuran alat saat bekerja pada lampu satu dan lampu dua

Tekanan (bar)	Tegangan (V)	Arus (Amp)	Daya (W)
1	1,2	0,85	1,02
2	3,0	1,12	3,36
3	4,1	1,18	4,83
4	7,3	1,35	9,85
5	10	1,6	16