

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
BIOMASSA DENGAN LIMBAH SERBUK KAYU MENGGUNAKAN
METODE *LEAST SQUARE* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)***

PROYEK AKHIR



Oleh :

REGITA AMELIA DWI MAHARANI
NIT.30121020

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
BIOMASSA DENGAN LIMBAH SERBUK KAYU MENGGUNAKAN
METODE *LEAST SQUARE* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)***

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Syarat Menempuh Mata Kuliah Proyek Akhir pada
Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara.



Oleh :

REGITA AMELIA DWI MAHARANI
NIT.30121020

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

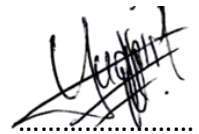
LEMBAR PERSETUJUAN

Oleh :

REGITA AMELIA DWI MAHARANI
NIT.30121020

Disetujui untuk diujikan pada:
Surabaya, 9 Agustus 2024

Pembimbing 1: YUDHIS THIRO KABUL YUNIOR., S.T., M.Kom.
NIP. 19870224 202203 1 003



Pembimbing 2: Ir. BAMBANG JUNIPITOYO, S.T., M.T.
NIP. 19780626 200912 1 001



LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
BIOMASSA DENGAN LIMBAH SERBUK KAYU MENGGUNAKAN
METODE *LEAST SQUARE* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

Oleh :
REGITA AMELIA DWI MAHARANI
NIT.30121020

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 9 Agustus 2024

Panitia Penguji:

1. Ketua : Drs. HARTONO, S.T., M.Pd., M.M.
NIP. 19630408 198902 1 001
2. Sekertaris : Ir. BAMBANG JUNIPITOYO., S.T., M.T.
NIP. 19780626 200912 1 001
3. Anggota : YUDHIS THIRO KABUL YUNIOR., S.T., M.Kom.
NIP. 19870224 202203 1 003



Ketua Program Studi
D 3 Teknik Listrik Bandara



Dr. Gunawan Sakti, S.T., M.T.
NIP. 19881001 200912 1 003

ABSTRAK

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA DENGAN LIMBAH SERBUK KAYU MENGGUNAKAN METODE *LEAST SQUARE* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

Oleh :

Regita Amelia Dwi Maharani

NIT. 30121020

Penggunaan biomassa dalam pembangkit listrik terbarukan merupakan inovasi untuk energi listrik yang bisa membuat ramah lingkungan. Pada pembangkit Biomassa ini dapat berasal dari limbah pertanian, kayu, atau tanaman energi khusus, dan diubah menjadi energi melalui proses termal atau biokimia. Proses ini membantu mengelola limbah organik yang dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

Desain prototipe pembangkit listrik tenaga biomassa ini, terdapat *burner* untuk pembakaran dan sistem pemantauan tegangan arus yang hasilnya ditampilkan pada layar LCD dan juga dapat diakses melalui *website*. Sistem ini beroperasi dengan cara mengukur tegangan dan arus dari generator yang menghasilkan energi listrik menggunakan sensor INA219. Data ini kemudian diproses oleh Modul ESP32 dan ditampilkan pada layar LCD serta dapat diakses melalui *website* menggunakan jaringan wifi.

Pengujian prototipe pembangkit listrik tenaga biomassa dilakukan dengan 3 bahan bakar yang berbeda, ada bahan bakar briket kayu jati, briket kayu mahoni, briket kayu sengon. Dari pengujian 3 bahan bakar tersebut memiliki rata-rata tegangan dan arus berbeda, yaitu briket kayu jati 3,809 v dan 3,47 mA, briket kayu mahoni 3,573 v dan 2.95 mA, briket kayu sengon 3,562 v dan 2,9 mA.

Kata Kunci : Pembangkit Listrik Biomassa, Briket, Limbah Kayu, *Website*, Metode *Least Square*

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A BIOMASS POWER PLANT PROTOTYPE USING WOOD DUST WASTE WITH LEAST SQUARE METHOD BASED ON INTERNET OF THINGS (IoT)

By:

Regita Amelia Dwi Maharani
NIT. 30121020

The use of biomass in renewable power plants is an innovation to provide environmentally friendly electric energy. This biomass can come from agricultural waste, wood, or special energy crops and is converted into energy through thermal or biochemical processes. This process helps manage organic waste that can become a source of environmental pollution if not properly managed.

In the design of this biomass power plant prototype, there is a burner for combustion and a current voltage monitoring system whose results are displayed on an LCD screen and can also be accessed via a website. This system operates by measuring the voltage and current from the generator that produces electrical energy using the INA219 sensor. This data is then processed by the ESP32 Module and displayed on the LCD screen and can be accessed via a website using a WiFi network.

The biomass power plant prototype was tested with three different fuels: teak wood briquettes, mahogany wood briquettes, and sengon wood briquettes. The testing of these three fuels showed different average voltage and current, with teak wood briquettes at 3.809 V and 3.47 mA, mahogany wood briquettes at 3.573 V and 2.95 mA, and sengon wood briquettes at 3.562 V and 2.9 mA.

Keywords : Biomass Power Plant, Briquettes, Wood Waste, Website, Least Squares Method

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Regita Amelia Dwi Maharani
NIT : 30121020
Program Studi : D3 Teknik Listrik Bandar Udara
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Dengan Limbah Serbuk Kayu Menggunakan Metode *Least Square* Berbasis *Internet Of Things* (IoT)

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proyek Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*Database*), merawat, dan mempublikasikan Proyek Akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, 9 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan




Regita Amelia Dwi Maharani
NIT.30121020

MOTTO

***“JANGANLAH TAKUT JATUH KARENA YANG
TIDAK PERNAH MEMANJATLAH YANG
TIDAK PERNAH JATUH”
-BUYA HAMKA***

PERSEMBAHAN:

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala kebesaran-Nya. Ungkapan rasa terima kasih ini kupersembahkan kepada orang tuaku dan kakakku tercinta yang selalu menjadi sumber motivasi, memberikan kasih sayang, doa, serta nasihat untuk menjadikanku pribadi yang lebih baik. Saya sangat berterima kasih atas segala yang telah kalian berikan. Semoga kalian selalu diberikan kesehatan dan umur panjang agar dapat terus mendampingi setiap langkah kecilku menuju keberhasilan. Sebagai wujud bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang mendalam, karya sederhana ini kupersembahkan untuk kalian, yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, dan cinta yang tak ternilai dan tak mungkin terbalas hanya dengan kata-kata. Semoga ini menjadi awal dari upayaku untuk membahagiakan dan membuat kalian bangga.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Proyek Akhir yang berjudul RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA DENGAN LIMBAH SERBUK KAYU MENGGUNAKAN METODE *LEAST SQUARE* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan Proyek Akhir ini dimaksudkan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan bagi taruna program Diploma 3 di Politeknik Penerbangan Surabaya sehingga dapat memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T).

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Proyek Akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Bapak Dr. Gunawan Sakti, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Listrik Bandara.
3. Bapak selaku Yudhis Thiro Kabul Yuniar, M.Kom, pembimbing I yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
4. Bapak Ir. Bambang Junipitoyo, S.T, M.T., selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
5. Seluruh dosen dan civitas akademika Prodi D3 Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya
6. Teman-teman sekelas, atas kebersamaan dan kerjasamanya.
7. Teman-teman seangkatan, adik kelas TLB XVII atas dukungan yang telah diberikan.
8. Ibu dan kakak saya, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan penuh baik berupa moril maupun materi.

Tentunya karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu saran, kritik, dan masukan yang membangun penting bagi penulis demi karya yang lebih baik di masa mendatang. Atas segala kesalahan dan kata-kata yang kurang berkenan, penulis memohon maaf dari lubuk hati yang paling dalam.

Surabaya, 9 Agustus 2024

Penulis



Regita Amelia Dwi Maharani
NIT.30121020

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Prototipe	5
2.2 Pembangkit Listrik	5
2.3 Biomassa	6
2.4 Reaktor	6
2.5 Generator DC	7
2.6 Mesin Stirling.....	8
2.7 Sensor INA219	9
2.8 <i>Least Square</i>	10
2.9 Modul ESP32	11
2.10 Modul <i>Stepdown</i> LM2596.....	12
2.11 Lampu LED.....	12
2.12 Plat Besi.....	13
2.13 LCD I2C 16x2	14
2.14 <i>Internet Of Things</i> (IoT)	14
2.15 Jati	15
2.16 Mahoni.....	16
2.17 Sengon	18
2.18 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Desain Penelitian	21
3.2 Perancangan Alat.....	22
3.2.1 Desain Alat	22
3.2.2 Cara Kerja Alat.....	25
3.2.3 Komponen Alat	26

3.3	Teknik Pengujian	30
3.4	Teknik Analisa Data	31
3.5	Tempat dan Waktu Pelaksanaan	31
BAB 4 HASIL DAN PENELITIAN		33
4.1	Uraian Penelitian	33
4.2	Pengujian Perangkat Keras.....	33
4.2.1	Pengujian Mesin Stirling.....	33
4.2.2	Pengujian Generator DC	36
4.2.3	Pengujian Tegangan dan Arus Sensor INA219	39
4.2.4	Pengujian Modul ESP32	42
4.2.5	Pengujian Modul <i>Stepdown</i> LM2596	45
4.2.6	Pengujian LCD I2C 16x2.....	49
4.3	Pengujian Perangkat Lunak.....	51
4.3.1	Program Perangkat Lunak Arduino IDE	51
4.3.2	Pengujian <i>Website</i> Untuk <i>Internet of Things</i> (IoT)	53
4.4	Pengujian Sistem Keseluruhan	56
4.4.1	Pengujian Dengan Bahan Bakar.....	58
4.4.2	Pengujian Perangkat Keras Dengan Bahan Bakar	60
4.5	Analisa Data Dengan Metode <i>Least Square</i>	63
BAB 5 PENUTUP		67
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....		69
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Reaktor	7
Gambar 2. 2 Generator DC	8
Gambar 2. 3 Mesin Stirling.....	9
Gambar 2. 4 Sensor INA219	10
Gambar 2. 5 Modul ESP32	11
Gambar 2. 6 Modul <i>Stepdown</i> LM2596.....	12
Gambar 2. 7 Lampu LED.....	13
Gambar 2. 8 Plat Besi.....	13
Gambar 2. 9 LCD.....	14
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	21
Gambar 3. 2 Diagram Blok	23
Gambar 3. 3 Desain Alat	23
Gambar 3. 4 <i>Flow Chart</i>	25
Gambar 4. 1 Rangkaian Mesin Stirling.....	34
Gambar 4. 2 Mesin Stirling.....	34
Gambar 4. 3 Rangkaian Generator DC	36
Gambar 4. 4 Pengujian Generator DC	37
Gambar 4. 5 Rangkaian Sensor INA219.....	39
Gambar 4. 6 Sensor INA219.....	40
Gambar 4. 7 Pengujian Sensor INA219.....	40
Gambar 4. 8 Rangkaian Modul ESP32	42
Gambar 4. 9 Modul ESP32	43
Gambar 4. 10 Pengujian Modul ESP32	43
Gambar 4. 11 Rangkaian Modul <i>Stepdown</i> LM2596.....	46
Gambar 4. 12 Modul <i>Stepdown</i> LM2596.....	46
Gambar 4. 13 Pengujian Modul <i>Stepdown</i> LM2596.....	47
Gambar 4. 14 Rangkaian LCD I2C 16x2.....	49
Gambar 4. 15 LCD I2C 16x2	50
Gambar 4. 16 Arduino IDE	52
Gambar 4. 17 Aplikasi.....	52
Gambar 4. 18 Tampilan Aplikasi.....	53
Gambar 4. 19 Tampilan <i>Website</i>	54
Gambar 4. 20 Riwayat Monitoring	54
Gambar 4. 21 <i>Coding Wifi</i>	55
Gambar 4. 22 Aplikasi XAMPP.....	55
Gambar 4. 23 <i>Login Website</i>	56
Gambar 4. 24 Monitoring.....	56
Gambar 4. 25 Rangkaian Perangkat Keras dan Lunak	57
Gambar 4. 26 Pengujian Keseluruhan.....	57
Gambar 4. 27 Grafik Jati.....	63
Gambar 4. 28 Prediksi Jati	63
Gambar 4. 29 Grafik Mahoni	64
Gambar 4. 30 Prediksi Mahoni	64

Gambar 4. 31 Grafik Sengon	65
Gambar 4. 32 Prediksi Sengon.....	65



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	19
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian dan Perencanaan Januari-Agustus.....	32
Tabel 4. 1 Spesifikasi Mesin Stirling	35
Tabel 4. 2 Spesifikasi Generator DC	38
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor INA219	41
Tabel 4. 4 Spesifikasi Sensor INA219	41
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Modul ESP32	44
Tabel 4. 6 Spesifikasi Modul ESP32.....	44
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Modul <i>Stepdown</i> LM2596	47
Tabel 4. 8 Spesifikasi Modul <i>Stepdown</i> LM2596	48
Tabel 4. 9 Spesifikasi LCD I2C 16x2	50
Tabel 4. 10 Karakteristik Jati	58
Tabel 4. 11 Karakteristik Mahoni.....	58
Tabel 4. 12 Karakteristik Sengon.....	59
Tabel 4. 13 Pengujian Jati	60
Tabel 4. 14 Pengujian Mahoni	61
Tabel 4. 15 Pengujian Sengon.....	62



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Coding Arduino	A-1
Lampiran B Rancangan Anggaran Biaya	B-1
Lampiran C Standar Operasional Prosedur.....	C-1
Lampiran D Daftar Riwayat Hidup.....	D-1



DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, D. D., Wibawa, M. H. D., & Fathoni, M. Z. (2018). *Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Sengon. Teknik*, 38(2), 76. <https://doi.org/10.14710/teknik.v38i2.13985>
- Abimanyu, H. (2014). Konversi Biomassa untuk Energi Alternatif di Indonesia. In *Konversi Biomassa untuk Energi Alternatif di Indonesia: Tinjauan Sumber Daya, Teknologi, Manajemen, dan Kebijakan*.
- Aljarwi, M. A., Pangga, D., & Ahzan, S. (2020). Uji Laju Pembakaran Dan Nilai Kalor Briket Wafer Sekam Padi Dengan Variasi Tekanan. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 200. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i2.2645>
- Aryani, D., Ihsan, M. N., & Septiyani, P. (2017). Prototype Sistem Absensi Dengan Metode Face Recognition Berbasis Arduino Pada SMK Negeri 5 Kabupaten Tangerang. <file:///C:/Users/HP/Downloads/Documents/1265file:///C:/Users/H P/Downloads/Documents/Jurnal-No1Vol4-2.pdf3124-1-SM.pdf>. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia 2017*, 1, 37–42.
- Bangun, R., Permanen, G., Fluks, T., & Dua, A. (2020). *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember*.
- Batubara, B., & Jamilatun, S. (2012). Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu. *Sifat-Sifat Penyalaan Dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara Dan Arang Kayu*, 2(2), 37–40. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.554>
- Boerhendy, I. dkk. (2013). PROSPEK DAN POTENSI PEMANFAATAN KAYU KARET SEBAGAI SUBSTITUSI KAYU ALAM Island Boerhendhy, Cicilia Nancy dan Anang Gunawan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kayu Tropis*, 1(1), 35–46. <http://ejournalmapeki.org/index.php/JITKT/article/view/328>
- Damanik, I. Y., ZA, N., & Muhammad, M. (2020). Optimasi Aplikasi Kontrol PI pada Tekanan di Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) menggunakan

- Response Surface Methodology (RSM). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(2), 15.
<https://doi.org/10.29103/jtku.v8i2.2679>
- Hamdani, R., Puspita, H., & Wildan, D. R. (2019). Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (Rfid). *Indept*, 8(2), 56–63.
- Handayani, Y. S., & Kurniawan, A. (2020). Rancang Bangun Prototipe Pengendali Pintu Air Berbasis SMS (Short Message Service) Untuk Pengairan Sawah Menggunakan Arduino. *Jurnal Amplifier : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 10(2), 34–41.
<https://doi.org/10.33369/jamplifier.v10i2.15330>
- Hariri, F. R. (2016). Metode Least Square Untuk Prediksi Penjualan Sari Kedelai Rosi. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 7(2), 731.
<https://doi.org/10.24176/simet.v7i2.788>
- Hastuti, I., Surantoro, & Rahardjo, D. T. (2012). Analisis Kesalahan dalam Menyelesaikan soal Materi Pokok Kalor pada Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(10), 1–11.
<https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/fisika/article/view/1872/0>
- Hidayat, R., Dwityaningsih, R., & Taufan Ratri Haarjanto. (2022). Pembuatan Briket dari Serbuk Kayu dan Daun Jati Kering Menggunakan Molase sebagai Bahan Perkat. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*, 6(2), 14–19.
- Mathematics, A. (2016). MOUDUL IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IoT): SMART GARDEN BERBASIS ESP32. *Vedcmalang*, 2(2), 1–23.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65451736/Modul_Implementasi_IoT_Smart_Garden
- Mutmainnah, M., Rofii, I., Misto, M., & Azmi, D. U. (2020). Karakteristik Listrik dan Optik pada LED dan Laser. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 8(2), 203–208. <https://doi.org/10.23960/jtaf.v8i2.2577>
- Nursakinah, N. (2017). *Uji efektivitas antidiabetes fraksi ...,naela nursakinah, f. farmasi, ump 2017. 4. 4–14.*

- Pengajar, S., & Teknik, J. (2021). *RANCANG BANGUN SENSOR GESTURE SEBAGAI PENGGANTI rancang bangun kendali dan monitoring Service (SMS). Lampu yang dikendalikan transistor NPN dan resistor yang tulisan ON dan OFF . Penelitian Budi antara lain adalah : setiap menyalakan atau. 17(1), 12–22.*
- Prassojo, B. S., Priyadi, B., & Rifa'i, M. (2021). Alat Penekuk Akrilik dengan Suhu yang dapat Dikontrol menggunakan Metode PID. *Jurnal Elkolind*, 8(2). <http://dx.doi.org/10.33795/elkolind.v8i2.222>
- Renewable, N. (1997). *Final report of IEA Annex XIV: Field Rotor Aerodynamics. May.*
- Sahri, M., Fachrudin, F., & Setiawidayat, S. (2019). Rancang Bangun Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa. *Jurnal Proton*, 11(2), 78–84. <http://publishingwidyagama.ac.id/ejournalv2/index.php/proton/article/view/1237>
- Saputro, D. D., & Widayat, W. (2016). *Karakterisasi Limbah Pengolahan Kayu Sengon Sebagai Bahan Bakar Altrnatif. Karakterisasi Limbah Pengolahan Kayu Sengon Sebagai Bahan Bakar Altrnatif*, 14(1), 21–29.
- Saputro, T. B., Alfiah, N., & Fitriani, D. (2016). PERTUMBUHAN TANAMAN SENGON (PARASERIANTHES FALCATARIA L.) TERINFEKSI MIKORIZA PADA LAHAN TERCEMAR Pb. *Jurnal Sosial Humaniora*, 9(2), 207. <https://doi.org/10.12962/j24433527.v9i2.1684>
- Sianturi, B. E., & Sulisty, J. (2012). *Characteristics Calorific Value of Sengon Wood Waste From Three Sawmill Industries in Sleman KARAKTERISTIK NILAI KALOR LIMBAH KAYU SENGON DARI TIGA LOKASI INDUSTRI.* 1–2. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Suganal, S., & Hudaya, G. K. (2019). Bahan bakar co-firing dari batubara dan biomassa tertorefaksi dalam bentuk briket (Skala laboratorium). *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 15(1), 31–48. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol15.no1.2019.971>
- Sulisty, J. (2011). *Variasi Nilai Kalor 5 Provenan Jati*

- Suryantoro, H. (2019). Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(3), 20. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i3.48718>
- Yuniarti, N., & Aji, I. W. (2019). Modul Pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik. *Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT. Universitas Negeri Yogyakarta*, 41–48.



LAMPIRAN

A. LAMPIRAN A

CODING ARDUINO

```
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "INA219.h"

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
INA219 INA(0x40);

const char* ssid    = "Regita";
const char* password = "regitaasik";
String server = "http://172.20.10.4/update_sensor.php";

bool wifi_connected;

float voltage;
float current;
float power;

unsigned long update_sensor_millis;
unsigned long update_lcd_millis;

void setup() {
  delay(500);
  Serial.begin(115200);
  if(!INA.begin()){
    Serial.println("Could not connect. Fix and Reboot");
```



```

    }
    INA.setMaxCurrentShunt(3.4, 0.1);
    lcd.init();
    lcd.clear();
    lcd.backlight();
    init_task();
}

void loop() {

    if (millis()-update_sensor_millis>100){
        read_sensor();
        update_sensor_millis=millis();
    }

    if(millis()-update_lcd_millis>500){
        lcd.clear();
        lcd.print("v:" + String(voltage,2) + " p:" + String(power,3));
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("c:" + String(current,3));
        Serial.println("voltage: " + String(voltage,2) + " current: " + String(current,3)
+ " power: " + String(power,3));
        update_lcd_millis=millis();
    }

}

void read_sensor(){
    static int num = 0;
    const int rate_val = 10;
    static float voltage_rate[rate_val];

```

```

static float current_rate[rate_val];
static float temperature_rate[rate_val];

voltage_rate[num] = INA.getBusVoltage();
for(int i=0; i<rate_val; i++){
    if(voltage_rate[i]<=0){
        voltage += voltage_rate[num];
    }else{
        voltage += voltage_rate[i];
    }
}
voltage/=rate_val;
if(voltage<0){voltage=0;}

current_rate[num] = INA.getCurrent_mA();
for(int i=0; i<rate_val; i++){
    if(current_rate[i]<=0){
        current += current_rate[num];
    }else{
        current += current_rate[i];
    }
}
current/=rate_val;
if(current<0){current=0;}

power = voltage*current;

num++;
if(num>rate_val-1){num=0;}
}

```

```

void push_data(){

    if(WiFi.status() != WL_CONNECTED){
        return;
    }

    WiFiClient client;
    HTTPClient http;

    String data = "log_sensor=1&voltage=" + String(voltage,2)
        + "&current=" + String(current,3)
        + "&power=" + String(power,3);

    http.begin(client, server); // Replace with your server URL
    http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded"); // Set
    content type

    int httpStatusCode = http.POST(data);
    if (httpStatusCode > 0) {
        Serial.print("POST request response: ");
        Serial.println(httpStatusCode);
        String payload = http.getString();
        Serial.println(payload); // Optional: print server response (if any)
    } else {
        Serial.println("Error sending POST request");
    }
    http.end();

}

void Task0(void *pvParameters){

```

```

while(true){
    cek_wifi();
    if(wifi_connected==false){
        vTaskDelay(500);
    }else{
        vTaskDelay(3000);
    }
}
}

```

```

void Task1(void *pvParameters){
    while(true){
        push_data();
        vTaskDelay(1000);
    }
}

```

```

void init_task(){
    TaskHandle_t task0;
    TaskHandle_t task1;
    xTaskCreatePinnedToCore(Task0, "task0", 4056, NULL, 3, &task0, 0);
    xTaskCreatePinnedToCore(Task1, "task1", 4056, NULL, 3, &task1, 1);
}

```

```

void cek_wifi(){
    static int count = 0;
    static bool connect_state;
    if(connect_state == false && WiFi.status() != WL_CONNECTED){
        connect_state = true;
        wifi_connected = false;
        Serial.println();
    }
}

```

```

    Serial.print("Connecting to ");
    Serial.println(ssid);
    WiFi.mode(WIFI_STA);
    WiFi.begin(ssid, password);
}
if(connect_state == true){
    if(WiFi.status() != WL_CONNECTED){
        Serial.print(".");
        count++;
        if(count >= 60){
            ESP.restart();
        }
    }else{
        Serial.print("Connected to ");
        Serial.println(ssid);
        connect_state = false;
        wifi_connected = true;
        count = 0;
    }
}
}
}

```

B. LAMPIRAN B

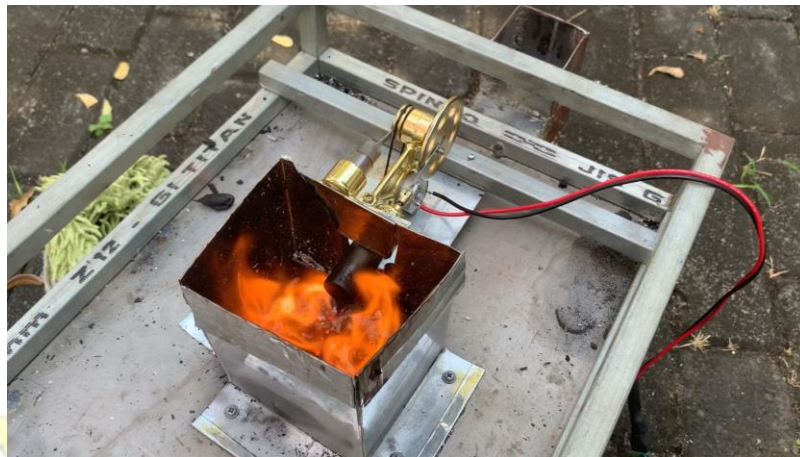
RANCANGAN ANGGARAN BIAYA

NO	NAMA	JUMLAH	HARGA	
			SATUAN	TOTAL
1	Mesin Stirling	1	Rp 500.000	Rp 500.000
2	Sensor INA219	1	Rp 50.000	Rp 50.000
3	Stepdown LM2596	1	Rp 15.000	Rp 15.000
4	Reaktor	1	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
5	Modul ESP32	1	Rp 60.000	Rp 60.000
6	Lampu LED	1	Rp 2.000	Rp 2.000
7	Plat Besi	1	Rp 300.000	Rp 300.000
8	LCD I2C 16x2	1	Rp 50.000	Rp 50.000
9	Generator DC	1	Rp 30.000	Rp 30.000
10	Briket Jati	1 kg	Rp 50.000	Rp 50.000
11	Briket Mahoni	1 kg	Rp 30.000	Rp 30.000
12	Briket Sengon	1 kg	Rp. 15.000	Rp. 15.000
13	Saklar	1	Rp. 4.000	Rp. 4.000
14	Box Hitam	1	Rp. 10.000	Rp. 10.000
TOTAL			Rp 2.116.000	

C. LAMPIRAN C

STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA DENGAN LIMBAH SERBUK KAYU MENGGUNAKAN METODE *LEAST SQUARE* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)



Oleh :

Regita Amelia Dwi Maharani

NIT. 30121020

Untuk menggunakan prototipe pembangkit listrik tenaga biomassa ini, tentunya harus mengikuti prosedur operasional yang telah ditetapkan. Berikut adalah cara dan prosedur operasional alat ini:

1. Siapkan alat dan bahan bakar briket limbah serbuk kayu yang akan dimasukkan ke dalam reaktor.
2. Sebelum dimasukkan ke dalam reaktor, briket limbah serbuk kayu harus mengalami proses pengeringan dengan penjemuran untuk memastikan bahwa proses berjalan dengan optimal.

3. Setelah itu, briket limbah serbuk kayu dimasukkan ke dalam wadah yang sudah disediakan di alat dan dibakar dengan udara yang terbatas, menghasilkan gas yang terutama terdiri dari metana, karbon monoksida, dan hidrogen.
4. Gas yang dihasilkan ini kemudian direaksikan kembali dengan oksigen dari udara untuk menghasilkan gas panas dari pembakaran yang disebut *syngas*.
5. *Syngas* ini kemudian digunakan untuk membakar api yang akan digunakan untuk mengoperasikan mesin stirling, yang bertindak sebagai konverter energi mekanik menjadi energi listrik.
6. Setelah generator menghasilkan energi listrik, sensor arus dan tegangan akan aktif untuk mengukur besarnya tegangan dan arus yang telah dihasilkan.
7. Selanjutnya, tegangan dan arus akan dimonitor melalui LCD dan *website*, dan prediksi limbah serbuk kayu akan dilakukan menggunakan metode *least square*.



D. DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



REGITA AMELIA DWI MAHARANI, lahir di Kediri pada tanggal 11 Oktober 2002, anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Harianto dan Ibu Marsini. Mempunyai satu saudara kandung, Eka Rosita Maharani. Beragama Islam. Bertempat tinggal di Dusun Dawuhan Kidul RT.04 RW.01, Desa Dawuhan Kidul, Kecamatan Papar, Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur. Dengan pendidikan formal yang pernah diikuti sebagai berikut:

1. SD Negeri 1 Janti Lulus tahun 2014
2. SMP Negeri 1 Papar Lulus tahun 2017
3. SMA Negeri 1 Pare Lulus tahun 2020

Pada bulan Oktober 2021 diterima sebagai Taruna di Politeknik Penerbangan Surabaya pada Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara Angkatan XVI A. Melaksanakan On The Job Training I di Bandar Udara Gusti Sjamsir Alam, Kotabaru mulai 8 Mei 2023 sampai 22 September 2023 dan On The Job Training II di Bandar Udara El-Tari, Kupang mulai 2 Oktober 2023 sampai 29 Februari 2024. Telah melaksanakan Proyek Akhir sebagai syarat kelulusan dalam Pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya.