



Pemanfaatan limbah padat ampas tebu sebagai bahan bakar pembangkit listrik

Regyana Julia Huzaiva^{1✉}, Stefi Anastasya¹, Moh Rizki Mua¹, Renita Cahyani¹

Program Studi S1 Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Luwuk⁽¹⁾

DOI: 10.31004/jutin.v8i1.40244

✉ Corresponding author:

[regyanajulyahuzaiva@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Limbah Padat;</i> <i>Ampas Tebu;</i> <i>Pembangkit Listrik</i></p>	<p>Potensi tebu pada tahun 2021 adalah 447.339 hektar. Luas ini bertambah sekitar 56.661 hektar menjadi 504.000 hektar. Total produksi tebu menjadi gula yaitu 2.350.809 ton pada tahun 2021 dan meningkat sebesar 2.740.000 ton pada tahun 2023. Peningkatan produksi sejalan dengan jumlah limbah padat ampas tebu yang dihasilkan. Limbah padat berupa ampas tebu sebesar 756.582,72 ton pada tahun 2021 menjadi peluang pengolahan dan perlunya hilirisasi. Pada ampas tebu memiliki nilai kalor sebesar 4282,35 kal/gr. Kandungan senyawa pada limbah padat ampas tebu yaitu (22,4 %), C/N ratio (89,6%), N (0,25 %), kadar fosfat (0,15-0,22 %), dan K₂O (0,2-0,38%). Ampas tebu yang kering dapat menjadi salah satu material utama yang mensuplai nilai kalor pada boiler dan turbin pembangkit tenaga listrik. Pemanfaatan ampas tebu memiliki potensi menghasilkan nilai kalor sebesar 1,380 miliar kkal dapat di alokasikan pada kebutuhan pembangkit tenaga listrik.</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>Solid Waste;</i> <i>Sugarcane Bagasse;</i> <i>Power Plants</i></p>	<p>Abstract</p> <p>The potential for sugar cane in 2021 is 447,339 hectares. This area increased by around 56,661 hectares to 504,000 hectares. The total production of sugar cane is 2,350,809 tons in 2021 and will increase by 2,740,000 tons in 2023. The increase in production is in line with the amount of solid waste bagasse produced. Solid waste in the form of bagasse amounting to 756,582.72 tons in 2021 is a processing opportunity and requires downstream processing. Sugarcane bagasse has a calorific value of 4282.35 cal/gr. The compound content in sugarcane bagasse solid waste is (22.4%), C/N ratio (89.6%), N (0.25%), phosphate content (0.15-0.22%), and K₂O (0.2-0.38%). Dry bagasse can be one of the main materials that supplies heating value to boilers and turbines for power plants. Utilization of sugarcane bagasse has the potential to produce a calorific value of 1.380 billion kkal which can be allocated to electricity generation needs.</p>

1. INTRODUCTION

Received 30 December 2024; Received in revised form 8 January 2025 year; Accepted 10 January 2025

Available online 17 January 2025 / © 2025 The Authors. Published by Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)

Indonesia merupakan negara agraris dimana banyak sekali produk yang dihasilkan dari sektor pertanian, produk samping bisa berasal dari berbagai macam tanaman yaitu diantaranya sawit, kopi, coklat, tanaman pangan tebu dan lainnya. Salah satu tanaman komoditas pertanian yang strategis yaitu tebu (Mustain et al., 2021). Tanaman tebu dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada daerah dengan iklim subtropika. Seperti tanaman lain, tebu juga memerlukan syarat-syarat tertentu untuk pertumbuhannya, salah satunya adalah iklim. Iklim terdiri dari beberapa faktor yaitu curah hujan, sinar matahari, suhu, angin, dan kelembaban. Tebu termasuk tanaman tropik yang membutuhkan radiasi sinar matahari yang cukup dan sangat efisien dalam penggunaannya untuk dapat membentuk bahan makanan. Suhu yang baik untuk pertumbuhan tebu adalah 20o -30o C. Potensi tebu di Indonesia pada tahun 2021 tercatat sebanyak 447,339 hektar, luas ini bertambah sekitar 56.661 hektar menjadi 504.000 hektar (Direktorat Statistik Tanaman Pangan, 2021). Di Indonesia banyak sekali pabrik-pabrik gula tebu, total produksi tebu menjadi gula di Indonesia yaitu 2.350.809 ton pada tahun 2021 dan meningkat sebesar 2.740.000 ton pada tahun 2023. Produk utama yang dihasilkan dari kegiatan budidaya tebu adalah batang tebu yang dapat diproses menjadi 6-9% gula dan 91-94% limbah.

Disamping produk gula yang dihasilkan oleh tebu, di beberapa daerah air perasan tebu sering dijadikan minuman segar melepas lelah. Air perasan tebu cukup baik bagi kesehatan tubuh karena dapat menambah glukosa, tebu juga memiliki produk sampingan yaitu ampas tebu. Tanaman tebu merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki produk sampingan yaitu limbah padat berupa ampas tebu, pada tahun 2021 tercatat ada sebesar 756.582,72 ton limbah padat ampas tebu dan akan terus meningkat sejalan dengan proses produksi gula tebu di pabrik-pabrik. Limbah padat berupa ampas tebu ini hanya akan menjadi limbah pabrik maka diperlukannya hilirisasi untuk menanggulangi hal tersebut. limbah padat tersebut dapat di gunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik.

Perkembangan zaman yang semakin maju berdampak pada kebutuhan energi yang meningkat, tingkat penggunaan energi konvensional sangat berbanding terbalik dengan ketersediaan sumber daya energi yang ada (Beril Leko et al., 2021). Fenomena ini mengakibatkan terjadinya eksploitasi dan eksplorasi secara besar-besaran sehingga di khawatirkan akan terjadinya krisis energi. Oleh karena itu untuk mengantisipasi terjadinya krisis energi maka diperlukan alternatif lain yang terbarukan, sumber energi terbarukan yang dapat digunakan sebagai alternatif adalah energi biomassa yang berasal dari limbah padat tebu (M. Faizal, 2016).

Menurut pasal 11 ayat (1) UU 30 Tahun 2009, tidak hanya BUMN saja yang berhak untuk melakukan usaha penyediaan tenaga listrik, namun sekarang BUMD, badan usaha swasta, koperasi, dan swadaya masyarakat yang berusaha di bidang penyediaan tenaga listrik juga punya hak yang sama dalam hal melakukan usaha penyediaan tenaga listrik. Pemanfaatan limbah padat tebu ini diharapkan dapat menjadi suplay dan memenuhi kebutuhan akan listrik (S. A. Z. E. Anggun Larasati, 2019).

Sebagian besar energi yang digunakan sehari-hari berasal dari sumber energi terbarukan, salah satunya termasuk biomassa. Biomassa di peroleh dari organisme hidup seperti tumbuhan, hewan dan hasil olahannya seperti sampah taman, tumbuhan dll (Surahmada, 2024). Material biomassa mulai banyak dipergunakan sebagai sumber energi yang lebih ramah lingkungan, biomassa memiliki potensi yang besar untuk dijadikan energi alternatif pilihan yang mudah di dapat serta lebih ramah lingkungan. Biomassa masuk kedalam kategori sumber energi terbarukan, dan saat ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk plant-plant pembangkit daya dan pengolahan (Nurgoho et al., 2021).

Pemanfaatan limbah padat tebu sebagai bahan bakar pembangkit listrik merupakan salah satu biomassa yang perlu dianalisis potensinya dan dikembangkan. Pemanfaatan tebu selama ini kurang diperhatikan dengan maksimal hanya fokus pada hasil primer nya saja, dengan memanfaatkan limbah tebu sebagai sumber pembangkit listrik diharapkan dapat memaksimalkan hasil dari tanaman tebu.

2. METHODS

2.1 Biomassa

Biomassa merupakan kata lain dari senyawa organik yang bisa berasal dari tanaman budidaya, alga, dan sampah organik. Selain itu limbah pertanian, limbah kehutanan, tanaman kebun eneri, dan limbah organik termasuk ke dalam biomassa (Beril Leko et al., 2021) . Biomassa merupakan jenis bahan bakar padat selain batu bara. Biomassa memiliki komponen yaitu kadar air (moisture content), zat terbang/mudah menguap (volatile matter), karbon terikat (fixed carbon) dan abu (ash) (Kualitas et al., 2016). Biomassa dapat dikonversi dalam bentuk padar, cair maupun gas, dalam bentuk padat dapat dijadikan umpan untuk pembakaran, pirolisis, dan gasifikasi.

Biomassa memiliki berbagai manfaat antara lain sebagai bahan bakar pembangkit listrik sehingga mengurangi ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil, penggunaan biomassa sebagai bahan bakar dapat mengurangi polusi udara. Pembakaran biomassa menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil, sehingga dapat mengurangi dampak perubahan iklim. Biomassa adalah sumber energi terbarukan yang sangat potensial untuk dikembangkan. Dengan pemanfaatan yang tepat, biomassa dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengatasi masalah energi dan lingkungan.

2.2 Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan hasil sampingan dari proses pengolahan pemerahan tebu dari pabrik yang memproduksi gula, dalam satu pabrik gula dapat menghasilkan 35% sampai 40% ampas tebu (Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Pltu) Menggunakan Ampas Tebu Dari Pt. Madu Baru Yogyakarta & Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Pltu) Menggunakan Ampas Tebu Dari Pt. Madu Baru Yogyakarta, 2018). Ampas tebu atau yang sering disebut dengan bagasse adalah sisa padat dari proses penggilingan tebu untuk diambil gantinya. Meski dianggap sebagai limbah ternyata ampas tebu sebenarnya memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan dalam berbagai industri. Di dalam ampas tebu terdiri dari beberapa serat yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Di Indonesia ampas tebu kurang dimanfaatkan dan hanya menjadi limbah dari pabrik-pabrik gula. Selama ini tebu hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gula. Ampas tebu ini akan semakin meningkat sejalan dengan proses produksi gula yang berlangsung, pada kebanyakan pabrik ampas tebu dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada boiler.

Tiap kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2,5 % memiliki kalor sebesar 1825 kkal. Nilai bakar ampas tebu akan meningkat jika kadar air yang terkandung di dalam ampas tebu telah berkurang. Jika kadar air di dalam ampas tebu turun menjadi 40% maka terjadi penambahan kalor atau nilai bakar pada ampas tebu menjadi 40% (Beril Leko et al., 2021). Pemanfaatan limbah tebu ini bertujuan untuk mengurangi limbah, meningkatkan efisiensi energi, serta menciptakan sumber energi yang ramah lingkungan.

2.3 Pengeringan Ampas Tebu

Pengeringan ampas tebu dapat menggunakan mesin *rotary dryer*, Rotary dryer adalah salah satu jenis mesin pengering yang secara khusus digunakan untuk mengeringkan aneka bahan padatan biasanya berbentuk tepung atau granul/butiran. Bahan padatan dimasukkan dari ujung inlet melalui screw conveyor dan dikeringkan sepanjang tabung/drum yang berputar. Adanya kemiringan tabung dan sirip-sirip di dalam tabung/drum menyebabkan bahan akan keluar menuju ujung screw conveyor outlet.

2.4 Nilai Kalor

Seiring dengan meningkatnya produksi gula tebu maka ampas tebu akan meningkat juga, pemanfaatan limbah tebu dapat dijadikan sebagai bahan bakar berbasis bioetanol yang ramah lingkungan. Ampas tebu memiliki nilai kalor berbeda dengan bahan bakar yang biasa digunakan pada PLTU, nilai kalor adalah jumlah energi yang dikeluarkan dalam satuan massa bahan bakar saat dibakar secara sempurna, hal ini perlu diketahui untuk dapat menentukan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan dalam proses pembakaran. Nilai kalor dapat diukur dengan alat yang disebut kalorimeter, nilai adalah parameter penting dalam menentukan kualitas satu bahan bakar. Dengan memahami nilai kalor, sehingga dapat memilih bahan bakar yang efisien.

Nilai kalor (heating value) merupakan bahan bakar yang dihasilkan melalui bomb calorimeter, nilai yang dihasilkan yaitu nilai kalor atas atau highest heating value (HHV) dan nilai kalor bawah atau lowest heating value (LHV) dari pengujian bomb calorimeter dihitung dengan menggunakan rumus (Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Pltu) Menggunakan Ampas Tebu Dari Pt. Madu Baru Yogyakarta & Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Pltu) Menggunakan Ampas Tebu Dari Pt. Madu Baru Yogyakarta, 2018) :

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T \dots \dots \dots \text{Persamaan 1}$$

Dimana :

Q : panas yang diserap (kJ)

M : massa air di dalam bomb calorimeter (gram)

Cp : Specific heat 4,186 kJ/kg°C

LHV dan HHV dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{LHV} = ((m \times C_p \times \Delta T)) / (m_{\text{briket}}) \dots \dots \dots \text{Persamaan 2}$$

Untuk menghitung HHV digunakan rumus :

$$\text{HHV} = (T_2 - T_1 - T_{kp}) \times C_v \text{ (kJ/Kg)}$$

$$\text{LHV} = \text{HHV} - 3240 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Maka, HHV} = \text{LHV} = 3240 \text{ kJ/kg}$$

Dimana :

T1 = temperatur air pendingin bomb calorimeter sebelum pembakaran (Co)

T2 = temperatur air pendingin bomb calorimeter sesudah pembakaran (Co)

Tkp = kenaikan temperatur disebabkan kawat pembakaran, 0.05°C.

HHV = Highest Value (kJ/kg)

LHV = Lowest Heating Value (kJ/kg)

Potensi nilai kalor hasil analisis ampas tebu

$$\text{HHV} = 3240 \text{ kJ} \times \text{jumlah ampas tebu}$$

$$\text{HHV} = 3240 \text{ kJ/kg} \times 756.582$$

$$\text{HHV} = 2.451.325.680 \text{ kJ/kg}$$

Tabel 1. Perbandingan nilai kalor yang terkandung dalam ampas tebu dengan bahan bakar lainnya sebagai berikut (Purwati et al., 2015).

No	Bahan	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar volatin (%)	Kadar karbon terlihat (%)	Nilai kalor (%)
1	Batubara	4,7712	8,7687	41,9108	44,5493	5619,1654
2	Arang batu bara	1,3986	13,2286	29,2518	56,1203	6543,5030
3	Serabut kelapa sawit	25,3267	4,8379	52,0113	17,8219	3809,7001
4	Arang serabut kelapa sawit	1,5683	11,9753	15,9835	70,4728	6231,2293
5	Cangkang kelapa sawit	21,7746	3,5164	53,3612	21,3472	5112,5682
6	Arang cangkang kelapa sawit	0,9948	6,8782	15,5319	76,7729	6877,3256
7	Solar	-	-	-	-	10935,37
8	Ampas tebu	2.195	6,447	69,166	22.192	4124,272

2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Uap

PLTU merupakan jenis pembangkit listrik yang menggunakan uap panas untuk memutar turbin. Untuk menghasilkan uap, maka harus ada proses pembakaran untuk memanaskan air. Proses konversi pada PLTU berlangsung dalam 3 tahapan yaitu (Beril Leko et al., 2021)

- pertama, energi kimia dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas dalam bentuk uap bertekanan dan temperatur tinggi
- kedua, energi panas (uap) diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran
- ketiga, energi mekanik diubah menjadi energi listrik.

untuk mengkonversi energi itu semua dibutuhkan boiler, boiler adalah alat yang digunakan untuk memanaskan air dengan menggunakan panas dari hasil pembakaran bahan bakar, panas dari hasil pembakaran tersebut dialirkan ke air sehingga menghasilkan uap.

2.6 Turbin Uap

Turbin uap merupakan sebuah alat berputar yang mampu mengubah energi dari fluida, turbin bekerja sederhana memiliki bagian yang bergerak, "assembly rotor-blade". Aliran fluida tersebut menggerakkan sudut-sudut turbin berputar dari putaran turbin tersebut menghasilkan energi untuk menggerakkan rotor (Santoso & Selatan, 2018). Turbin uap merupakan suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. Poros turbin, langsung atau dengan bantuan roda gigi reduksi, dihubungkan dengan mekanisme yang akan digerakkan. Tergantung pada jenis mekanisme yang digunakan, turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang seperti pada bidang industri, untuk pembangkit tenaga listrik dan untuk transportasi. Pada proses perubahan energi potensial menjadi energi mekanisnya yaitu dalam bentuk putaran poros dilakukan dengan berbagai cara. Turbin uap adalah suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini selanjutnya diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros turbin. Poros turbin langsung atau dengan bantuan elemen lain, dihubungkan dengan mekanisme yang digerakkan. Tergantung dari jenis mekanisme yang digerakkan turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang industri, seperti untuk pembangkit listrik.

2.7 Generator

Generator adalah salah satu jenis mesin listrik yang digunakan sebagai alat pembangkit energi listrik dengan cara mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik

3. RESULT AND DISCUSSION

Indonesia merupakan negara agraris sehingga banyak tanaman tebu yang tumbuh, tebu dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gula. Banyak sekali pabrik-pabrik gula yang beroperasi di Indonesia disamping itu hasil sampingan dari tebu adalah ampas tebu yang kurang dimanfaatkan dan akhirnya hanya menjadi limbah pabrik gula. Hal ini memerlukan hilirisasi yang bertujuan untuk mengurangi atau memanfaatkan ampas tebu tersebut, jika tidak ditanggulangi maka ampas tebu akan semakin bertambah seiring dengan berjalannya proses produksi gula tebu setiap pabrik gula di Indonesia. Total produksi tebu menjadi gula yaitu 2.350.809 ton pada tahun 2021 dan meningkat sebesar 2.740.000 ton pada tahun 2023 (Direktorat Statistik Tanaman Pangan, 2021). Angka ini cukup tinggi untuk sebuah limbah, perlunya hilirisasi yang tepat untuk menanggulangi hal ini. Salah satunya adalah memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar listrik.

Energi listrik adalah kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan paling utama dalam berbagai kegiatan. Dengan berjalannya waktu kebutuhan listrik akan terus meningkat, seiring dengan adanya peningkatan serta perkembangan baik dari jumlah penduduk maupun perkembangan teknologi (A. J. I. A. H. M. I. Wahid, 2014). Perkembangan teknologi pada zaman sekarang tidak terlepas dari penggunaan listrik hampir seluruh teknologi menggunakan energi listrik untuk bisa beroperasi. Namun disisi lain hal ini tidak di barengi dengan perkembangan sistem pembangkit energi yang dapat menunjang pasokan energi listrik, saat ini sumber energi listrik masih bergantung dari bahan bahan fosil yang semakin lama semakin menipis karena berdampak pada jumlah sumber daya alam yang tak terbarukan dan juga berdampak pada harganya yang semakin meningkat (Hanifah Riafinola, 2022). sehingga diperlukannya sumber pembangkit listrik alternatif demi menunjang penggunaan energi listrik.

Pemanfaatan ampas tebu sebagai alternatif sumber pembangkit listrik, ampas tebu sisa dari proses produksi gula di pabrik tebu masih memiliki nilai kadar air yang cukup tinggi maka dari itu perlunya proses pengeringan terlebih dahulu. Proses pengeringan melalui mesin *rotary dryer*, mesin *rotary dryer* atau disebut juga pengering putar adalah jenis pengering industri yang di gunakan untuk mengurangi atau meminimalkan kelembaban suatu materi seperti batu bara, limbah industri dan lain-lain. Prinsip kerja dari *rotary dryer* atau pengering putar adalah sebagai berikut :

1. Bahan dimasukkan kedalam silinder yang berputar kemudian bersamaan dengan itu aliran pans mengalir dan kontak dengan bahan
2. Didalam drum yang berputar terjadi gerakan pengangkatan bahan dan menjatuhkannya dari atas kebawah sehingga kumpulan bahab basah yang menempel tersebut terpisah dan proses pengeringan bisa berjalan lebih efektif. Pengangkatan memerlukan desain yang hati-hati untuk mencegah dinding yang asimetri.
3. Stelah itu bahan bergerak dari bahian ujung drayrer kluar menuju bgian ujung lainnya akibat kemiringan drum, posisi miring ini tujuannya yaitu untuk mempercepat penyampaian materi melalui pengering di bawah gravitasi.
4. Bahan yang telah kering kemudian keluar melalui suatu lubang yang berada dibagian belakang pengering drum.
5. Sumber panas di dapatkan dari gas yang diubah menjadi uap panas dengan cara pembakaran.

Uap hasil pembakaran tersebut kemudian dialirkan menuju turbin uap, uap masuk ke dalam nosel, uap yang keluar dari nosel di arahkan ke sudut-sudut trubin yang berbentuk lengkungan dan dipasang di sekeliling roda turbin. Uap tersebut mendorong dan kemudian menimbulkan gaya sehingga memutar roda dan poros turbin. Konversi energi terjadi di generator, generator merupakan satu jenis mesin listrik yang di gunakan sebagai alat pembangkit listrik dengan cara mengkonversi energi mekanik yang di hasilkan oleh turbin uap, hasil dari konversi inilah yang menghasilkan energi listrik

4. CONCLUSION

Potensi tebu di Indonesia sangat tinggi pada tahun 2021 tercatat sebanyak 447,339 hektar, luas ini bertambah sekitar 56.661 hektar menjadi 504.000 hektar. Produk utama yang dihasilkan dari kegiatan budidaya tebu adalah batang tebu yang dapat diproses menjadi 6-9% gula dan 91-94% limbah. Tebu selain menghasilkan gula ternyata memiliki produk sampingan juga berupa ampas tebu yang bisa di dimanfaatkan sebagai sumber energi pembangkit listrik alternatif selain batu bara dan minyak bumi. Limbah ampas tebu akan selalu ada dan sejalan lurus dengan terus di produksinya gula pemanfaatan empas tebu menjadi gula ini tentunya memberikan maanfaat bagi keberlangsungan sumber energi listrik dimasa depan, mengingat sumber energi dari bumi seperti batu bara dan minyak bumi yang semakin menipis dan harganya yang semakin tinggi maka sangat diperlukan sumber energi alternatif lain.

Perkembangan teknologi yang semakin berkembang pesat, menyebabkan penggunaan energi listrik yang semakin meningkat. Hilirisasi dari ampas tebu ini merupakan alternatif dari pengolahan ampas tebu, ampas tebu jika di biar kan saja akan menumpuk dan mencemari lingkungan, pada tahun 2021 tercatat ada sebesar 756.582,72 ton limbah padat ampas tebu dan akan terus meningkat sejalan dengan proses produksi gula tebu di pabrik-pabrik. Limbah padat berupa ampas tebu ini hanya akan menjadi limbah pabrik maka diperlukannya hilirisasi untuk menanggulangi hal tersebut. Pentingnya sistem sumber energi terbarukan untuk mengantisipasi kekurangan sumber energi listrik dimasa yang akan datang, perkembangan zaman dan pertambahan jumlah penduduk menjadi faktor utamana dalam meningkatnya angka penggunaan energi listrik. hilirisasi ampas tebu yang tepat akan membantu dalam mengurangi masalah penanggulangan ampas tebu serta ambantu dalam menciptakan sumber energi terbarukan dalam mensuplaya energi listrik untuk mengantisipasi masalah kekurangan listrik di masa yang akan datang. Penggunaan ampas tebu sebagai bahan bakar dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin menipis

5. ACKNOWLEDGMENTS (Optional)

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan jurnal ini. Ucapan terima kasih yang tulus disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Luwuk Banggai, Fakultas Teknik, Himpunan Mahasiswa Teknik Industri, dosen pembimbing, dan TIM. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada panitia dan para peserta lainnya yang telah berpartisipasi dalam lomba ini, serta semua pihak yang telah memberikan masukan dan kritik yang membangun. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

6. REFERENCES

- Surahmada, M. A. M. L. K. (2024). Analisa Penggunaan Ampas Tebu Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di Pabrik Gula Komering PT Lajuperdana Indah. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 2(1), 50–56. <http://jurnal.minartis.com/index.php/jepag/>
- Hanifah Riafinola, I. K. L. N. S. I. S. W. R. P. (2022). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Penggunaan Listrik Rumah Tangga. *JOURNAL OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING*, 6(2), 79–84.
- Anggun Larasati, S. A. Z. E. (2019). ANALISIS FINANSIAL PEMANFAATAN AMPAS TEBU (BAGASSE) SEBAGAI BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK DI PT GUNUNG MADU PLANTATIONS (Analysis of The Financially Use of Bagasse as A Fuel of Power Plant at PT Gunung Mudu Plantations). *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis: Jurnal Of Agribisnis Science*, 7(3), 314–322. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jiia.v7i3.3768>
- Beril Leko, B., Noor, N. A., Elektro, T., & Negeri Ujung Pandang, P. (2021). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2021 Makassar*.
- Kualitas, P., Padat, B. B., Dengan, B., Densifikasi, P., Torrefaksi, D., & Syamsiro, M. (2016). Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST). *Syamsiro Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(1), 7–13.
- M. Faizal, M. A. K. D. K. (2016). Pengaruh Komposisi Biobriket dari TKKS, Ampas Tebu, dan Serbuk Gergaji dengan Perikat Kanji terhadap Nilai Pembakaran. *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*, 22(4), 1–10. <https://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/JTK/article/view/905/549>
- Mustain, A., Sindhuwati, C., Wibowo, A. A., Estelita, A. S., & Rohmah, N. L. (2021). Pembuatan Briket Campuran Arang Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(2), 100–106. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i2.183>
- Nurgoho, G., Fuchoiroh, I., Subiyanto, H., & Wardhani, R. (2021). ANALISA AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN BAKAR BOILER PADA PRODUKSI GULA TAHUN 2018 DI PG KREBET BARU II MALANG. *Jurnal AMORI*, 2.
- Purwati, A., Eko Pambudi, P., handajadi, W., Teknik Elektro IST AKPRIND Yogyakarta Jalan Kalisahak, J., & Balapan, K. (2015). AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF PADA PUSAT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) "BAGASSE AS AN ALTERNATIVE FUEL IN STEAM POWER PLANTS." In *Jurnal Elektrikal* (Vol. 2, Issue 1).
- Santoso, H., & Selatan, J. (2018). OPTIMALISASI UNTUK MENGHASILKAN EFISIENSI IDEAL TURBIN UAP PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA KAPASITAS 20 MW. In *Jl. Nangka No* (Vol. 3, Issue 2).
- Direktorat Statistik Tanaman Pangan, H. dan P. (2021). *Statistik Tebu Indonesia 2021* (H. dan P. Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Ed.). BPS RI/BPS – Statistics Indonesia. <https://www.bps.go.id/id/publication/2022/11/30/6392bf8e4265949485d85e72/statistik-tebu-indonesia-2021.html>
- STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) MENGGUNAKAN AMPAS TEBU DARI PT. MADU BARU YOGYAKARTA, & STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) MENGGUNAKAN AMPAS TEBU DARI PT. MADU BARU YOGYAKARTA. (2018). STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) MENGGUNAKAN AMPAS TEBU DARI PT. MADU BARU YOGYAKARTA. In MUHAMMAD SIDIQ (Ed.), *STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) MENGGUNAKAN AMPAS TEBU DARI PT. MADU BARU YOGYAKARTA* (pp. 1–12). Universitas Teknologi Yogyakarta. https://eprints.uty.ac.id/2372/1/MUHAMMAD%20SIDIQ_5140711064_NASKAH%20PUBLIKASI.pdf
- Wahid, A. J. I. A. H. M. I. (2014). ANALISIS KAPASITAS DAN KEBUTUHAN DAYA LISTRIK UNTUK MENGHEMAT PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TANJUNGPURA. *Journal Of E;ctrical Engineering, Energy, And Information Technology*, 2(2), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/j3eit.v2i2.7674>