

Rancang bangun mesin pengempa briket arang kelapa dengan metode ulir tekan

Design of coconut charcoal briquette machine with screw press method

Ispari Wahyudi^{1*}, Edilla¹, Luqman Hakim¹, Amnur Akhyan¹

^{1*}Program Studi Teknik Rekayasa Mekatronika, Politeknik Caltex Riau, Mutiara Sampurna A2 No.09, Jaya Sampurna, Serang Baru, Jln. Umban Sari No.1, Rumbai, Pekanbaru, Indonesia

*E-mail: ispari22trm@mahasiswa.pcr.ac.id

Article Submit: 08/04/2023

Article Revision: 11/04/2023

Article Accepted: 12/04/2023

Abstrak: Seiring dengan harga bahan bakar minyak yang terjadi setiap tahun, perlu dikembangkan sumber energi alternatif untuk membantu masyarakat dari krisis *energy*. Dengan memanfaatkan arang kelapa yang dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat briket. Mesin briket arang kelapa ini digerakkan dengan motor 1 fasa dengan daya 1 HP yang mempunyai putaran maksimal hingga 1400 rpm. Putaran motor direduksi dengan rasio *gearbox* 1:30, sedangkan untuk pengaduk dihubungkan ke motor melalui transmisi sabuk V dengan perbandingan puli 1:2. Perbandingan campuran arang tempurung kelapa dan perekat yaitu 4:1. Campuran dimasukan ke *screw* penekan untuk dimampatkan sehingga membentuk briket. Pengujian yang dilakukan pada alat ini adalah melihat banyak cetakan yang terbentuk pada satu kali proses dan ukuran cetakannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin ini memiliki kapasitas 2.8 kg/jam dan bentuk briket yang dihasilkan kotak dengan ukuran 30mm x 30mm dengan toleransi ± 5 mm. Waktu nyala api ketika briket dibakar dipengaruhi oleh beratnya dengan rata-rata nyala api selama 5,6 menit.

Kata kunci: Arang kelapa; *screw press*; energi alternatif .

Abstract: Along with the annual increase in the price of fuel oil, it is vital to identify alternate energy sources to help people get through the energy crisis, namely by utilizing coconut charcoal, which can be used to make briquettes. A single-phase motor with a power rating of 1 HP and a maximum rotation speed of 1400 rpm powers this coconut charcoal briquette machine. The motor rotation is lowered by a 1:30 gearbox ratio, and the stirrer is connected to the motor by a V-belt transmission with a 1:2 pulley ratio.. The coconut shell charcoal and glue mixture has a 4:1 ratio. The mixture is placed in the pressure screw and compacted into briquettes. The tool's testing will look at the number of prints created in one step as well as the size of the prints. According to the test results, this machine has a capacity of 2.8 kg per hour and produces briquettes in the shape of a box with dimensions of 30mm by 30mm and a tolerance of 5 mm. The weight of the briquettes influences the duration of the flame when they are burned, with an average flame time of 5.6 minutes.

Keywords: Coconut charcoal; screw press; alternative energy.

1. PENDAHULUAN

Melambungnya harga Bahan Bakar Minyak (BBM) yang setiap tahun terus terjadi di Indonesia. Efek sangat signifikan dirasakan oleh masyarakat khususnya kalangan bawah. Seperti kita ketahui kenaikan harga tahun ini mencapai 30% dari tahun lalu [1]. Melihat kecenderungan ini maka diprediksi harga BBM akan terus naik setiap tahunnya. Hal ini lah yang mendorong sebagian masyarakat untuk mulai mencari energi alternatif pengganti BBM. Penggunaan briket arang bisa menjadi salah satu dari kegiatan potensial yang bisa digunakan sebagai bahan bakar menggantikan minyak tanah [2].

Penggunaan briket arang merupakan salah satu upaya yang tepat bagi masyarakat untuk mengurangi ketergantungan mereka terhadap BBM khususnya minyak tanah. Selain dari nilai potensialnya yang tinggi briket arang juga mudah untuk dibuat karena tidak membutuhkan bahan yang sulit didapat [3][4].



Untuk bahan pembuatan arang bisa diambil dari limbah tempurung buah kelapa yang sudah dibakar dan dihancurkan. Untuk negara Indonesia yang notabene banyak menggunakan buah kelapa untuk memasak tentunya tidak sulit mendapatkannya [5].

Tabel 1. Nilai kalor briket

Bahan bakar	Kalor (kal/g)
Briket (Tempurung kelapa)	6.304,06
Minyak Tanah	11.039,5

Tabel 1 menunjukan nilai kalor yang dimiliki oleh briket yang dari arang yang tempurung kelapa dan minyak tanah. Nilai kalor minyak tanah memang lebih rendah tetapi bisa digunakan sebagai energy alternatif pengganti minyak tanah.

Walaupun bahan pembuatan briket mudah diperoleh untuk membuat briket yang baik tetap menggunakan alat khusus terlebih jika briket akan dijual. Proses pembuatan utama dari briket adalah dengan mencampur arang batok dengan perekat kemudian ditekan maka selanjutnya briket yang sudah berbentuk dijemur pada sinar matahari terbuka atau bisa juga dipanaskan diatas tungku. Tahap pembuatan secara manual tersebut yang membutuhkan tenaga manusia. Hal tersebut menjadikan sebagian masyarakat memandang kalau pembuatan briket adalah sesuatu yang sulit dibuat dan melelahkan [5][6].

Briket yang dijual saat ini berbentuk silinder berongga, kubus dan juga bulat telur [7]. Ketiga bentuk briket ini tidak dibentuk dengan cetakan yang biasa dan tidak diberi tekanan yang sama sehingga keseragam antara cetakan pertama dan berikutnya tidak sama. Karena tekanan yang diberikan tidak sama tentu saja kepadatan yang dihasilkan dari cetakan manual juga akan berbeda sehingga kualitas dari briket akan turun [5][8].

Penelitian membuat mesin pengempa briket yang berkapasitas ± 2.5 kg/jam, dan memiliki daya pembakaran minimal 5 menit. Metode penekanan campuran menggunakan metode ulir tekan atau lebih dikenal dengan *screw press*. Metode ini sudah sering digunakan dalam penelitian serupa hanya saja bahan baku yang digunakan berbeda [9][10][11]. Seperti halnya penelitian terdahulu menggunakan bahan dari limbah organik seperti tongkol jagung, eceng gondok, dedaunan kering, ranting,serbuk gergaji, dan bahan biomassa lainnya [12][13][14].

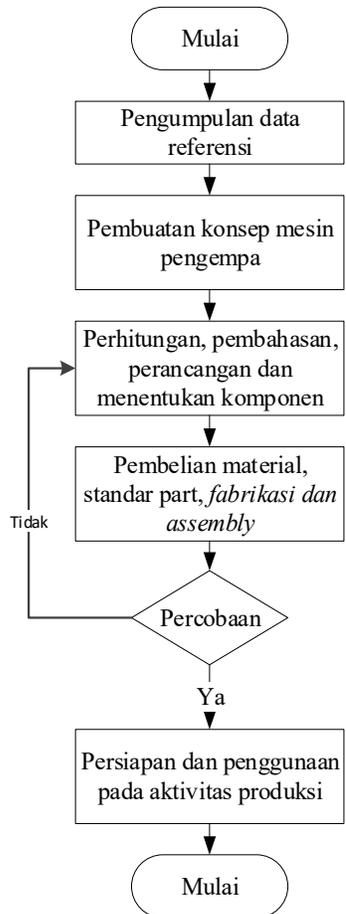
Tujuan menggunakan mesin pencetak briket ini menghasilkan cetakan yang ukurannya relatif sama, memiliki kepadatan yang setara antara satu dan lainnya, kualitas yang sama pada saat dibakar serta kuantitas per jam yang dihasilkan bisa lebih banyak dibanding pembuatan secara manual. Sehingga mesin ini bisa digunakan untuk Industri Kecil Menengah (IKM) atau lembaga Desa/kelurahan.

2. METODE

Perencanaan proses kerja pada mesin pengempa briket arang tempurung kelapa menggunakan metode VDI 2221. *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI 2221) adalah suatu langkah pendekatan yang sistematis terhadap perancangan desain untuk merumuskan dan menyelesaikan berbagai metode penyelesaian masalah dengan optimalisasi penggunaan data dan literatur dari penelitian yang sudah dikembangkan sebelumnya.

- Mengklasifikasikan pekerjaan (*Clarifying the Task*), pada tahapan ini dilakukan pengumpulan berbagai studi dari literatur, jurnal dan buku. Menentukan batasan masalah dari perancangan dan menentukan spesifikasi alat dan bahan yang digunakan.
- Membuat konsep desain (*Conceptual Design*), pada tahap ini membuat konsep desain alat yang kita rencanakan menggunakan fakta dan data yang sudah dikumpulkan melalui studi literatur atau bisa juga merujuk pada desain yang sudah pernah dibuat sebelumnya.
- Membuat mekanik dari desain (*Embodiment Design*), tahap ini membuat sketsa yang biasanya dilakukan menggunakan gambar tangan, atau bias menggunakan software desain baik itu 3D maupun 2D.
- Membuat detail desain (*Detail Design*), Hasil dari tahap ini adalah detail berupa detail gambar 3D, detail gambar 3D, list program alat, dan list komponen beserta spesifikasinya.

Gambar 1 merupakan refleksi dari 4 tahap metode VDI 2221. Pengumpulan data dan referensi diawali dengan menyesuaikan beberapa komponen utama seperti penggerak utama, perbandingan *reducer*, *coupling*, *screw* penekan dan pemilihan poros pada penekan [15].



Gambar 1. Diagram alir proses kerja

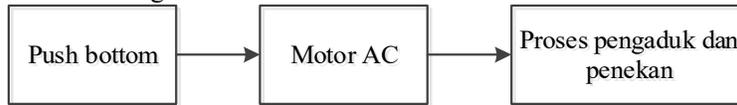
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototype yang telah dibuat dengan tujuan untuk mengetahui kapasitas yang bisa dihasilkan dalam 1 jam. Pengujian yang dilakukan ialah mencampurkan arang tempurung kelapa, dan perekat dengan perbandingan 4:1. Dalam pengujian ini menggunakan 2 jenis perekat yaitu tepung kanji dan butiran tanah liat halus. Pengujian yang akan dilakukan meliputi kapasitas mesin, kesamaan ukuran hasil penekanan dan pengujian lama api menyala antara perekat tepung kanji dan tanah liat. Bentuk *prototype* ditunjukkan pada **Gambar 2**.



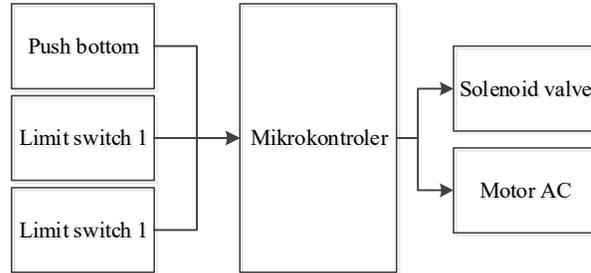
Gambar 2. *Prototype* alat pengaduk dan pencetak briket arang kelapa

3.1 Perancangan sistem keseluruhan



Gambar 3. Blok diagram Motor AC

Keseluruhan pada mesin pengaduk dan pencetak briket digambarkan seperti **Gambar 3** Input operasi utama menggunakan push button untuk *on* dan *off*. PB adalah triger awal agar motor penggerak mesin berputar, baik itu bagian pengaduk maupun penekan. Motor yang digunakan 1 tetapi rpm untuk bagian pengaduk dan penekan berbeda. Untuk pengaduk transmisi menggunakan sabuk V sedangkan pencetak rpm direduksi menggunakan gearbox 1:30.



Gambar 4. Blok diagram sistem

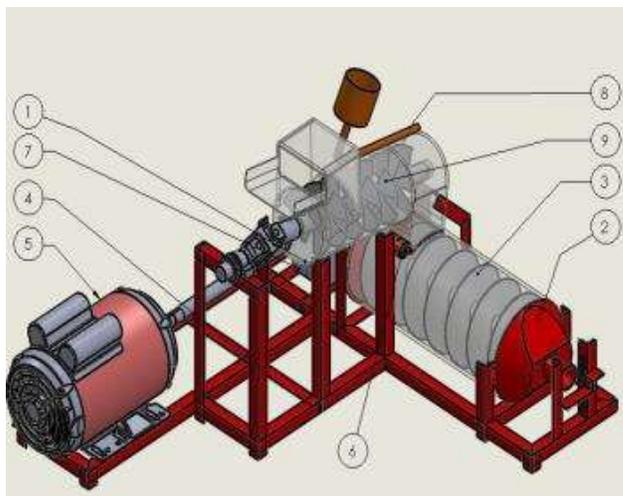
Pada **Gambar 4** perancangan mesin ini ada 2 *Push button* dan *limit switch* yang akan memberi input, yang mana PB pada perancangan motor untuk menghidupkan motor AC dan PB1 sebagai tombol input ke ATmega untuk mengaktifkan penghitungan waktu pengadukan dan penyiraman. Pada perancangan mesin ini ada beberapa *output* yang dikeluarkan dari mikrokontroler sebagai berikut:

- Motor AC yaitu menggerakkan sistem *screw* pada cetakan briket.
- Solenoid valve air yaitu menggerakkan sistem penyiraman.
- Motor DC yaitu menggerakkan sistem pembukaan saluran turun ke penekan.

3.2 Perancangan mekanik

Mekanik mesin pengaduk dan pencetak briket arang kelapa ini menggunakan rangka dengan ukuran, yang berfungsi menjadi penopang komponen pengaduk dan penekan. Pada bagian pengaduk di desain seperti tabung dengan diameter 4 inchi, terdapat lubang untuk aliran masuk air melalui *solenoid valve*.

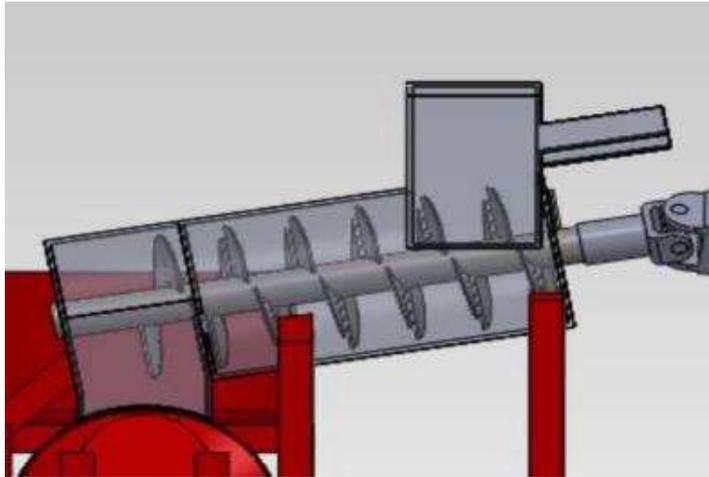
Proses pengadukan bahan arang, tepung, dan air akan diaduk dengan menggunakan gerakan motor AC yang dihubungkan dengan sabuk V. Sistem penekan bahan yang turun dari pengaduk menggunakan pipa 6 Inch yang ditekan dengan *screw* yang torsinya dinaikan dengan *reducer* hingga bahan yang masuk akan ditekan dengan kuat. Perancangan lengkap yang sudah dibuat seperti **Gambar 5**.



Gambar 5. Keterangan mekanik 3D

Keterangan:

- | | |
|-------------|----------------|
| 1. Gearbox | 6. Motor DC |
| 2. Pencetak | 7. Poros kopel |
| 3. Screw | 8. Tempat air |
| 4. Rangka | 9. Pengaduk |
| 5. Motor AC | |



Gambar 6. Mekanisme pengaduk.

Gambar 6 merupakan bagian pengaduk yang berfungsi sebagai tempat mengaduk campuran arang tempurung kelapa dan perekat. Sebelum dimasukkan bahan terlebih dahulu atur perbandingan antara arang kelapa dan perekat. Bahan yang digunakan pipa berongga dengan ukuran 4 inchi, sedangkan penggerak mekanik pengaduk menggunakan transmisi sabuk V dengan perbandingan 1:2.

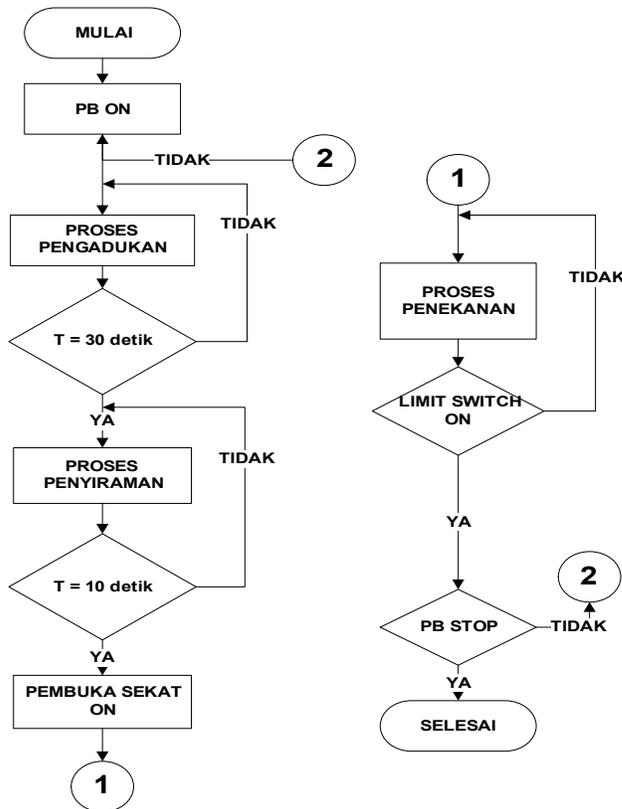


Gambar 7. Mekanisme screw penekan

Gambar 7 merupakan bagian *screw* penekan pada mesin, yang berfungsi untuk menekan bahan yang turun dari pengaduk. Penekan menggunakan pipa berongga dengan ukuran 6 inchi dan digerakan dan agar menghasilkan tekanan yang kuat putaran penekan direduksi menggunakan gearbox 1:30.

3.3 Perencanaan pemrograman alat

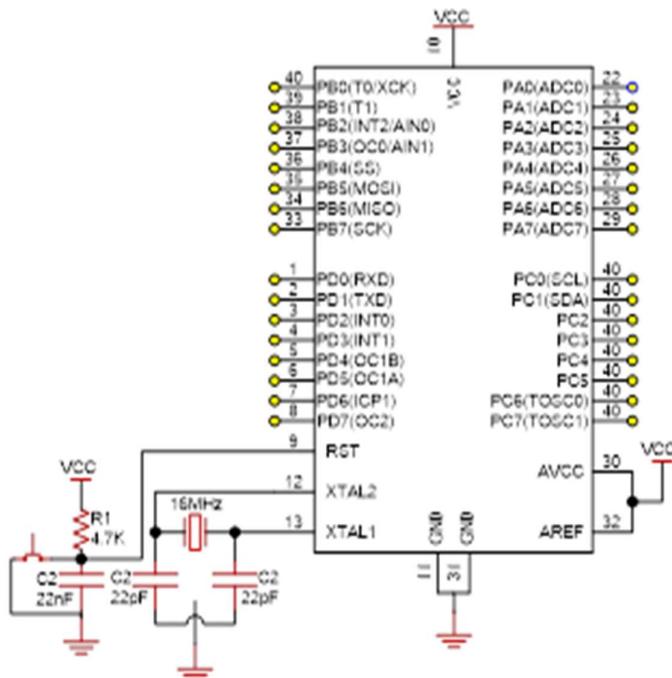
Pada *flowchart* **Gambar 8** dapat dilihat proses kerja alat. Pada saat PB ditekan motor AC akan aktif, *screw* pengaduk akan mengaduk bahan yang dimasukkan selama 30 detik, setelah itu katup air akan terbuka untuk menyiram bahan sambil mengaduk selama 5 detik. Kemudian motor DC akan membuka sekat penahan dan berhenti saat terkena *limit switch* 1. Sekat akan terbuka 30 detik saat waktu tercapai motor DC akan menutup kembali. Putaran motor akan berhenti saat terkena *limit switch* 2.



Gambar 8. Flowchart pemrograman alat

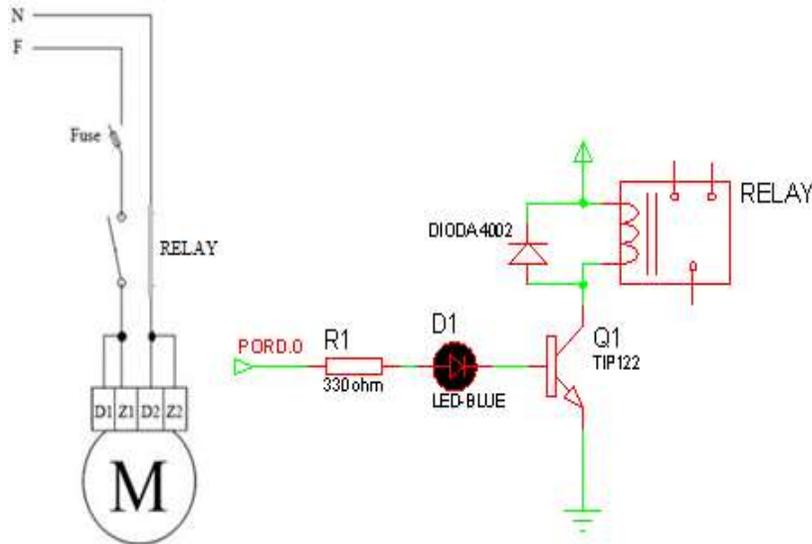
3.4 Perancangan elektronik

Rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengontrol alat terdiri dari *single chip*, driver motor DC dan motor AC. Berikut rancangan elektronik yang sudah dirancang untuk digunakan.



Gambar 9. Rangkaian single chip

Rangkaian pada **Gambar 9** merupakan mikrokontroler yang digunakan dalam pengontrolan motor DC. Chip yang digunakan adalah ATmega8535. Pada penelitian ini chip berfungsi sebagai *input*, *output* dan untuk mengatur waktu tunggu.



Gambar 10. Rangkaian *driver* motor

Rangkaian pada **Gambar 10** merupakan driver motor 1 fasa yang berdaya 1 HP. *Input port* D.0 dari *mikrokontroler* menjadi sinyal untuk mengaktifkan *relay* dan mengaktifkan putaran motor. Sebagai indikator bahwa kontrol aktif diberi lampu *led* dengan warna biru.

3.5 Pengujian kapasitas mesin

Pengujian alat dalam mengaduk dan mencetak campuran arang secara manual ini dilakukan dengan membuat adukan diluar untuk kemudian dimasukan ke mesin untuk dilihat bentuk hasilnya. Pada pengujian ini hanya menggunakan 2 kg campuran yang dimasukan secara bertahap.

Tabel 2. Data hasil pengujian waktu kerja

Pengujian Ke	Bahan			Berat total	Berat Output	Waktu
	Arang	Tepung Kanji	Air			
1	400 gr	100 gr	240 ml	2,5 kg	1.05 Kg	21,05 Menit
2	400 gr	100 gr	240 ml	2,5 kg	1 Kg	22,05 Menit

Pengujian Ke	Bahan			Berat total	Berat Output	Waktu
	Arang	Tanah liat	Air			
1	400 gr	100 gr	240 ml	2,5 kg	1,05 Kg	22.8 Menit
2	400 gr	100 gr	240 ml	2,5 kg	0,95 Kg	22,9 Menit

Dari **Tabel 2** jumlah cetakan briket yang terbentuk dari 4 kali pengujian yang dilakukan dengan berat yang berbeda-beda. Pada pengujian pertama didapatkan hasil sebanyak 1,05 kg briket yang

tercetak. Pada pengujian kedua briket yang tercetak sebanyak 1 kg. Pada pengujian ketiga briket yang terbentuk sebanyak 1,05 kg dan pada pengujian keempat hasilnya sebanyak 0,95 kg.

Perbedaan antara jumlah masukan dengan keluaran disebabkan oleh adanya bahan yang encer pada awal proses penekanan, jika ada air yang tertinggal dari pengujian sebelumnya akan menyebabkan campuran pertamanya mengandung banyak air. Jadi untuk mengatasi hal ini awalnya ujung pencetak harus ditutup dulu agar cetakan yang keluar pertamanya padat.

Selain itu masih ada bahan yang tertinggal didalam *screw* karena jika tidak ada bahan yang mendorong pada ruangan belakang *screw* maka bahan pada bagian depan *screw* tidak akan terdorong lagi keluar. Jadi harus dikeluarkan secara manual agar tidak mengeras dan menghambat penekanan selanjutnya. Dari **Tabel 2** dapat dicari jumlah hasil rata-rata yang mampu dihasilkan oleh mesin sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Hasil rata - rata} &= \frac{\text{Hasil 1}+\text{Hasil 2}+\text{Hasil 3}+\text{Hasil 4}}{\text{jumlah pengujian}} \dots\dots\dots(1) \\ &= \frac{1,05 \text{ kg}+1 \text{ kg}+1,05 \text{ kg}+0,95 \text{ kg}}{4} = 1,0125 \text{ kg} \end{aligned}$$

Pada **Tabel 1** waktu yang dibutuhkan untuk mengaduk dan mencetak briket. Oleh sebab itu, bisa dicari waktu rata-rata untuk satu kali proses dan kapasitas mesin dalam membuat briket.

$$\begin{aligned} \text{Waktu rata - rata} &= \frac{\text{Waktu 1}+\text{Waktu 2}+\text{Waktu 3}+\text{Waktu 4}}{\text{jumlah pengujian}} \dots\dots\dots(2) \\ &= \frac{21,05 \text{ menit}+22,05 \text{ menit}+22,08 \text{ menit}+22,09 \text{ menit}}{4} \\ &= 21,56 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas mesin} &= \frac{1 \text{ jam}}{\text{Waktu rata-rata}} \times \text{Hasil rata - rata} \dots\dots\dots(3) \\ &= \frac{60 \text{ menit}}{21,56 \text{ menit}} \times 1,0125 \text{ kg} \\ &= 2,81 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Jadi hasil rata-rata dari semua pengujian adalah 1,01 kg cetakan briket yang terbentuk, dengan kapasitas mesin 2,81 kg per jam. Hasil ini sudah bisa dikeringkan agar kadar airnya turun dan bisa di bakar. Untuk pembakaran briket yang sudah kering harus disiram dengan menggunakan minyak tanah agar mudah menyala. Namun setelah terbakar briket akan membara dan bisa menyala lama. Briket dengan kualitas bagus bisa menyala 2 jam s/d 3 jam lamanya.

Briket yang sudah jadi dijemur pada sinar matahari terik selama 4 s/d 6 jam. Penelitian lain menyebutkan bahwa pengeringan terbaik selama 3 jam pada suhu 125°C [8]. Lama waktu pengeringan sangat mempengaruhi kadar air briket, semakin rendah kadar air briket, akan semakin bagus *shatter index*.

3.6 Pengujian kesamaan ukuran yang dihasilkan

Pengujian kesamaan ukuran briket yang dihasilkan dilakukan dengan cara mengambil briket dari hasil pengujian pertama dan di ukur dimensi panjang dan lebarnya. Cetakan yang digunakan berbentuk kotak dengan dimensi 30x30mm. Pengukuran dilakukan pada briket hasil cetakan yang sudah dikeringkan. Toleransi untuk kesamaan ukuran ±5mm dan pengukur yang digunakan penggaris besi.

Tabel 3. Hasil pengujian pengukuran

No	Pengukuran		OK/NG
	Tinggi	Lebar	
1	33 mm	31 mm	OK
2	32 mm	31 mm	OK
3	32 mm	34 mm	OK
4	40 mm	42 mm	NG

Dari **Tabel 3** pengukuran pertama tingginya 33 mm dan lebarnya 31 mm. Terjadinya perbedaan ukuran ini disebabkan oleh penekanan dari *screw* maksudnya saat melewati pencetak ukurannya pas 30x30 m. Namun setelah keluar dari cetakan tidak akan sama karena dinding cetakan yang menahan ukurannya sudah tidak ada. Empat pengujian ukuran yang dilakukan hanya pengujian keempat yang tidak masuk toleransi karena jumlah errornya mencapai +12 mm.

3.7 Pengujian pembakaran

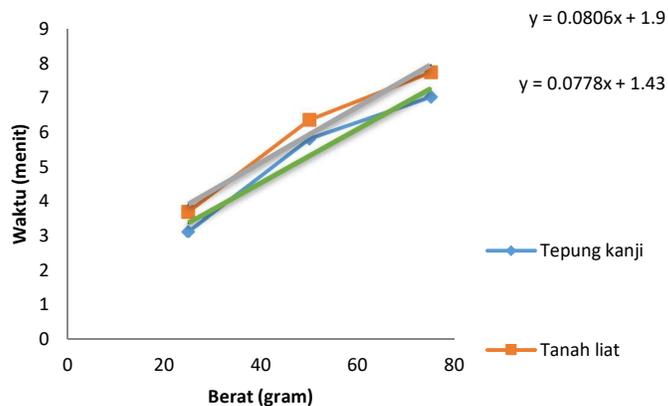
Pada pengujian ini dilakukan pembakaran pada dua jenis briket dengan perekat tepung kanji dan tanah liat yang sudah dibuat sebelumnya serta dikeringkan menggunakan cahaya matahari. Briket yang akan dibakar terlebih dahulu diberi minyak tanah agar mudah hidup saat dinyalakan.

Tabel 4. Hasil pengujian

Pengujian ke	Jenis perekat	Berat	Waktu
1	Tepung kanji	25 gr	3,13 Menit
	Tanah liat		3,70 Menit
2	Tepung kanji	50 gr	5,81 Menit
	Tanah liat		6,36 Menit
3	Tepung kanji	75 gr	7,02 Menit
	Tanah liat		7,73 Menit

Dari **Tabel 4** pengujian bahwa semua briket bisa terbakar. Hanya saja lama waktu terbakarnya yang berbeda yang disebabkan oleh perbedaan berat briket serta bahan perekat yang dipakai pada kedua briket tersebut. Untuk menganalisis **Tabel 4** dapat digambarkan dalam sebuah grafik seperti gambar 10.

Grafik lama Waktu Terbakar



Gambar 11. Grafik perbandingan lama waktu terbakar briket

Dari **Gambar 11** grafik durasi waktu terbakar pada pengujian. Hasil pengujian pertama briket dengan perekat tanah liat lebih lama terbakar dibandingkan dengan briket dengan bahan perekat tepung kanji. Lama waktu terbakar dengan perekat pertama ialah 3,13 menit sedangkan briket dengan perekat tanah liat 3,70 menit.

Pada percobaan kedua lama waktu briket dengan perekat tepung kanji terbakar selama 5,81 menit sedangkan briket dengan perekat tanah liat 6,36 menit. Lama waktu terbakar bisa disebabkan oleh banyaknya minyak tanah yang diserap oleh briket pada saat disiram minyak tanah atau kekeringan briket.

Pada pengujian ketiga lama briket tepung kanji menyala 7,02 menit sedangkan briket tanah liat 7,73 menit. Jadi untuk kualitas briket dengan api yang lama bisa didapatkan pada briket dengan perekat tanah liat dan sangat ekonomis karena untuk memperolehnya tidak perlu dibeli, sedangkan untuk briket dengan perekat tepung kanji lebih mahal ongkos produksinya. Walaupun waktu pembakarannya lebih

rendah dibanding perekat tanah liat tetapi setelah terbakar briketnya membara dan api dalam bentuk bara ini bisa bertahan lama.

3 SIMPULAN

Dari data hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa tujuan pembuatan alat ini secara umum sudah tercapai meskipun ada beberapa catatan yang harus disempurnakan untuk pengembangan kedepan. Kapasitas mesin sudah bisa menghasilkan briket sebanyak 2,8 kg/jam. Hasil cetakan yang dihasilkan berbentuk kotak dengan dimensi 30x30mm. Hasil uji bakar terbukti bisa menyala dengan baik dan menghasilkan api yang bagus. Lama api menyala rata-rata adalah 5,6 menit/briket. Jadi secara keseluruhan alat ini sudah bisa digunakan untuk produksi kecil dan briket yang dihasilkan sudah bisa digunakan sebagai *energy* alternatif pengganti minyak tanah. Saran untuk pengembangan alat kedepannya akan lebih aman jika bagian motor diganti menjadi daya lebih besar begitu juga dengan gearbox agar tenaga penekanan lebih baik dan memberi pengaruh yang lebih panjang untuk hasil briket lebih seragam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Bapak Edilla, Bapak Luqman Hakim, dan Bapak Amnur akhyan selaku pembimbing dalam melakukan penelitian ini serta kepada semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam keberlangsungan pembuatan penelitian ini

REFERENSI

- [1] D. R. Mangeswuri, "Kenaikan Harga Bahan Bakar Minyak Pertamina," *Kaji. Singk. Terhadap Isu Aktual dan Strateg.*, vol. XIV, no. 7, pp. 13–18, 2022, [Online]. Available: https://berkas.dpr.go.id/puslit/files/info_singkat/
- [2] B. A. Gandhi, "Pengaruh Varian Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung," *J. Prof.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–12, 2010.
- [3] I. O. K. I. Marsono, *Superkarbon bahan Bakar Alternatif*. Niaga Swadaya, 2008. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=wo3hAXPnYicC>
- [4] A. S. Silitonga and H. Ibrahim, *Buku Ajar Energi Baru Dan Terbarukan*. Deepublish, 2020. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=cePjDwAAQBAJ>
- [5] E. Styani, A. Maimulyanti, A. R. Prihadi, F. A. R. Putri, and F. Puspita, "Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa dari Industri Virgin Coconut Oil (VCO) menjadi Briket Arang di IKM PT. Sangkara Kota Bogor," *J. Pengabd. Masy. AKA*, vol. 2, no. 2, pp. 53–59, 2023, doi: 10.55075/jpm-aka.v2i2.156.
- [6] K. Abdullah, "Biomass Energy Potentials And Utilization In Indonesia," *Lab. energy Agric. Electrifi. Dep. Agric. Eng. IPB Indones. Renew. Energy Soc. [IRES], Bogor.*, vol., no. October, pp. 1–12, 2006.
- [7] S. Asri and R. T. Indrawati, "PENGARUH BENTUK BRIKET TERHADAP EFEKTIVITAS LAJU PEMBAKARAN," *J. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy. UNSIQ*, vol. 5, no. 3, pp. 338–341, 2018, doi: 10.32699/ppkm.v5i3.481.
- [8] M. Anwar Nawawi, *Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa*, no. L. 2017.
- [9] N. Handra, A. Indra, and I. Purnama, "Briket Biomassa Berbahan Dasar Serat TKKS Dengan Penambahan Serbuk Pinus dan Kanji pada Sistem Screw Ekstruder Terhadap Kekuatan," *Pros. Nas. Rekayasa Teknol. Ind. dan Inf. XV Tahun 2020*, vol. 2020, pp. 122–128, 2020.
- [10] A. S. Alfauzi and R. Rofarsyam, "MESIN PEMERAS KELAPA PARUT MENJADI SANTAN SISTEM ULIR TEKAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK 1 HP," *Teknoin*, vol. 10, no. 4, 2005, doi: 10.20885/teknoin.vol10.iss4.art1.
- [11] M. S. Akili, A. I. Pratiwi, and M. Asri, "PKM : PEMBUATAN ALAT CETAK DAN LEMARI PENERING BRIKET ARANG TONGKOL JAGUNG," *J. Pengabd. Masy. Univ. Merdeka*

Malang, vol. 4, no. 2, 2019, doi: 10.26905/abdimas.v4i2.3513.

- [12] N. W. E. Saputro, A. S. Nurrohkeyati, and S. H. Pranoto, "Analisis desain mesin pencacah limbah organik sebagai bahan dasar pupuk," *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 2 SE-Articles, Jul. 2022, doi: 10.37373/tekno.v9i2.247.
- [13] N. A. B. Aden, A. S. Nurrohkeyati, S. H. Pranoto, and A. N. Nurrohkeyati, "Pembuatan prototype mesin pencacah sebagai pengolah limbah organik untuk pupuk kompos dan pakan ternak," *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 10, no. 1 SE-Articles, Jan. 2023, doi: 10.37373/tekno.v10i1.251.
- [14] A. Mustain, C. Sindhuwati, A. A. Wibowo, A. S. Estelita, and N. L. Rohmah, "Pembuatan Briket Campuran Arang Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Bakar Alternatif," *J. Tek. Kim. dan Lingkung.*, vol. 5, no. 2, p. 100, 2021, doi: 10.33795/jtkl.v5i2.183.
- [15] T. Marjuki and A. Fianel, *TABEL TEKNIK MESIN: Seri Elemen Mesin*. in *Elemen mesin*. Penerbit Gunung Samudera [Grup Penerbit PT. Book Mart Indonesia], 2013. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=WdUsDwAAQBAJ>