

Perancangan Mesin Press Biobriket Serbuk Kayu Tipe Screw dengan Kapasitas 10 Kg/Jam

Ibnu Syafa'ad^a, Mulyono^a, Suwarsono^a

^aJurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas, No 246, Malang

Telp: (0341)464318-128 Fax. (0341)460782

e-mail: ibnusyafaad321@gmail.com, mulyono@umm.ac.id, suwarsono@umm.ac.id

Abstracts

Biomass is one that can be used as an alternative energy source. One of the biomass that can be used as an alternative energy source is sawdust waste which can be used as biobriquettes. Therefore the author wants to design a biobriquette press machine from sawdust with a capacity of 10 kg/hour. The design stage requires several considerations and calculations to determine decisions or solutions for each planning process that will be carried out. The working system of this tool is to utilize an electric motor as a power source which is forwarded to the pulleys by means of a V-belt belt transmission, then forwarded to the rotation of the shaft. The design of this biobriquette press machine can be produced with an outer screw diameter of 210 mm, an inner screw diameter of 63.1 mm, a screw pitch of 52.5 mm, a number of threads of 7.6 turns, a screw length of 400 mm. This design also produced the dimensions of the stirrer length of 300 mm, stirrer height of 325 mm, 4 stirrer blades, stirrer rotation of 65 rpm. From the results and discussion it is also obtained that the power required by the machine is 126.82 watts.

Keywords: Press Machine Design; Wood Powder Biobriquettes; screw

Abstrak

Biomassa merupakan salah satu yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Salah satu biomassa yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif adalah limbah serbuk kayu yang dapat dijadikan sebagai biobriket. Oleh karena itu penulis ingin merancang mesin press biobriket dari serbuk kayu dengan kapasitas 10 kg/jam. Dalam tahap perancangan memerlukan beberapa pertimbangan dan perhitungan untuk menentukan keputusan atau solusi setiap proses perencanaan yang akan dilakukan. Sistem kerja alat ini adalah memanfaatkan motor listrik sebagai sumber tenaga yang diteruskan ke puli dengan transmisi sabuk V-belt, lalu diteruskan keputaran poros. Perancangan mesin press biobriket ini dapat dihasilkan dengan diameter screw luar 210 mm, diameter screw dalam 63.1 mm, pith screw 52.5 mm, jumlah ulir 7.6 lilitan, panjang screw 400 mm. Perancangan ini juga dihasilkan dimensi panjang pengaduk 300 mm, tinggi pengaduk 325 mm, blade pengaduk 4 buah, putaran pengaduk 65 rpm. Dari hasil dan pembahasan juga diperoleh daya yang dibutuhkan oleh mesin sebesar 126.82 watt.

Kata Kunci: Perancangan Mesin Press; Biobriket Serbuk Kayu; Screw

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan Negara yang kaya akan sumber daya alam (SDA), baik sumber daya alam yang dapat diperbarui maupun yang tidak dapat diperbarui. Sumber daya alam yang dapat

diperbarui adalah seperti hutan, hewan, dan ekosistem lain yang bersifat nabati, sedangkan sumber daya yang tidak dapat diperbarui adalah seperti minyak bumi, emas, dan sumber mineral lainnya [1]. Bahan bakar minyak (BBM) yang berasal dari fosil masih mendominasi dalam pemenuhan kebutuhan energi di Indonesia yaitu sebesar 52,50% dan masih disubsidi, sehingga menjadi beban yang berat bagi pemerintah. Seperti yang dilaporkan oleh Energy Commission of Nigeria (ECN) pada tahun 2010 [2], ekonomi yang berbasis dasar dari fosil di Nigeria berada di bawah tekanan yang berat karena ketergantungan berlebihan terhadap minyak dan gas sebagai sumber energi, terutama disektor industri, komersial, transportasi dan rumah tangga [3]. Berdasarkan fakta ini, permintaan energi global meningkat, kayu bakar dan arang merupakan sumber utama bahan bakar memasak untuk rumah tangga miskin dan menengah di Nigeria [4].

Untuk mengurangi beban subsidi tersebut pemerintah berusaha mengurangi ketergantungan terhadap energi bahan bakar minyak dengan cara mencari dan mengembangkan sumber energi lain yang lebih murah dan mudah untuk didapat, yaitu dengan cara memanfaatkan sumber energi baru terbarukan salah satunya adalah biomassa [5]. Biomassa yang berasal dari limbah hasil pertanian dan kehutanan seringkali dianggap tidak memiliki nilai guna, akan tetapi sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bahan bakar alternatif, yaitu dengan mengubahnya menjadi suatu bahan bakar padat yang disebut dengan biobriket [6]. Biomassa merupakan salah satu sumber energi yang melimpah dan dapat diperbarui. Biomassa umumnya berasal dari sisa hasil pengolahan pertanian. Pemanfaatan limbah biomassa cenderung kurang efisien, karena masih memiliki kadar air yang tinggi, berat jenis yang rendah, kadar abu yang tinggi dan nilai kalor yang rendah. Oleh karena itu limbah biomassa perlu diolah kembali agar dapat menghasilkan bahan bakar yang lebih efisien, salah satunya dapat dijadikan sebagai biobriket [7]. Biobriket sendiri merupakan energi alternatif pengganti bahan bakar yang dihasilkan dari bahan organik atau biomassa yang kurang dimanfaatkan [8].

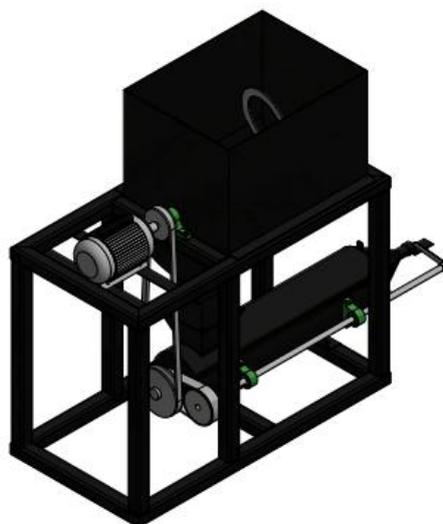
Salah satu potensi pemanfaatan biomassa yang dapat dilakukan di Indonesia yaitu pemanfaatan limbah serbuk kayu yang dapat dimanfaatkan menjadi biobriket, untuk limbah serbuk kayu berdasarkan data nasional badan pusat statistik (BPS) tahun 2008, produksi serbuk kayu di Indonesia mencapai 679.247 m³ dengan densitas 600 kg/m³ maka didapat 407.548,2 ton. Jika dari kayu yang tersedia terdapat 40% yang menjadi limbah serbuk kayu, maka akan didapatkan potensi pembuatan biobriket sebesar 163.319,28 ton/tahun. Berdasarkan data tersebut, dapat diperoleh kesimpulan bahwa Indonesia dengan banyaknya potensi limbah serbuk kayu sangat layak dimanfaatkan untuk pembuatan bahan bakar alternatif berupa biobriket dengan tujuan untuk mengurangi pemakaian konsumsi bahan bakar tak terbarukan [9]. Serbuk kayu merupakan limbah dari industri penggergajian kayu. Jika tidak ditangani dengan baik limbah ini dapat menimbulkan banyak permasalahan. Saat ini masih belum banyak yang memanfaatkan limbah serbuk kayu sehingga dibiarkan menumpuk dan membusuk, dan dibakar tanpa adanya nilai tambah yang akan berdampak negative terhadap lingkungan. Salah satu cara untuk memanfaatkan limbah serbuk kayu agar menjadi sebuah produk dan memiliki nilai jual adalah dengan cara pembuatan biobriket dari limbah serbuk kayu tersebut [10].

(Muhammad Taufiq H., 2016) telah melakukan perancangan alat press briket sebagai pemanfaatan limbah serbuk kayu, namun pada alat yang dirancang masih menggunakan tenaga manusia (manual) dengan memanfaatkan tekanan dari hidrolik [11]. (Satria Yudha P., 2017) melakukan perancangan mesin press briket dengan judul "Rancang Bangun Mesin Press Hidrolik Manual Kapasitas 6 Kg/Jam Untuk Briket Limbah Bambu". Pada perancangan mesin press yang dirancang masih menggunakan sistem manual sehingga mesin yang dirancang belum efisien [12]. (Ahmad Sarwani, 2018) telah melakukan perancangan dan pembuatan mesin press briket sebagai pemanfaatan limbah serutan kayu. Mesin yang dirancang menggunakan dongkrak hidrolik dan penyangga. Dongkrak hidrolik digerakkan menggunakan motor listrik dan gearbox sebagai sistem pengepresan. Namun terdapat kelemahan pada mesin yang dirancang yaitu tidak terdapat bearing pada pendorong takaran segingga gesekan yang terjadi masih besar [13].

Penelitian tentang perancangan mesin press biobriket telah banyak dilakukan. Namun dari beberapa perancangan yang telah dilakukan masih terdapat beberapa kelemahan seperti sistem pengepresan yang masih manual, tidak terdapat pengaduk pada mesin yang dirancang. Oleh karena itu penulis ingin merancang mesin press biobriket sebagai alat bantu pembuatan biobriket dengan menggunakan pengepresan tipe screw dengan kapasitas 10 kg/jam sebagai pemanfaatan limbah serbuk kayu yang memiliki pengaduk dan pemotong pada mesin yang akan dirancang. Maka didapatkan rumusan masalah dalam perancangan mesin press biobriket dari serbuk kayu ini yaitu bagaimanakah desain mesin press biobriket dari serbuk kayu dengan kapasitas 10 kg/jam? Dari rumusan masalah tersebut, maka tujuan dalam perancangan mesin press ini yaitu untuk mendapatkan gambar desain mesin press biobriket dari serbuk kayu dengan kapasitas 10 kg/jam. Dimana didalamnya terdapat perhitungan untuk mendapatkan dimensi mesin, sehingga didapatkan rancangan mesin press biobriket dengan kapasitas 10 kg/jam.

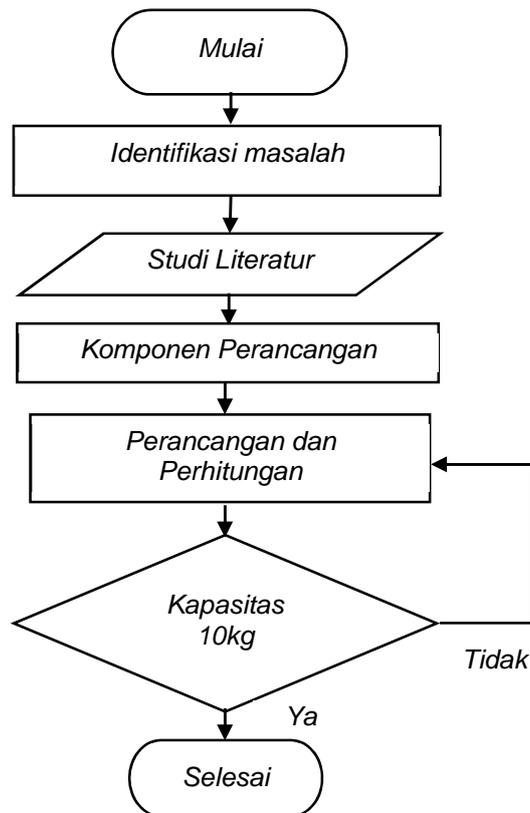
2. Metodologi

Pada perancangan mesin press biobriket seperti pada gambar 1 yang akan dilakukan pada bab ini menggunakan metode *Pahl and Beitz*. *Pahl and Beitz* mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya; *Engineering Design: A Systematic Approach*. Cara merancang *Pahl* dan *Beitz* tersebut terdiri dari 4 kegiatan atau fase, yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah. Keempat fase tersebut yaitu, perencanaan dan penjelasan tugas, perancangan konsep produk, perancangan bentuk produk (*embodiment design*), perancangan detail.



Gambar 1 Mesin Press Biobriket Serbuk Kayu Tipe Screw dengan Kapasitas 10 Kg/Jam

Sebenarnya langkah-langkah dalam keempat fase proses perancangan diatas tidaklah perlu dikelompokkan dalam 4 fase secara kaku, sebab seperti misalnya, pada langkah pada fase perancangan detail (fase ke-4) cara pembuatan komponen produk sudah diperlukan detail dan banyak lain contohnya seperti Gambar 2.

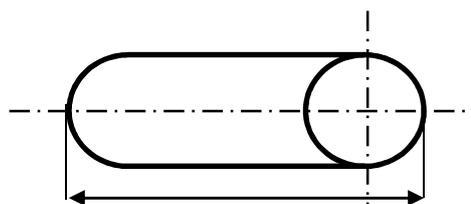


Gambar 2 Diagram alir perancangan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perencanaan Kapasitas Mesin

Pada Gambar 3 kapasitas mesin pencetak briket ditentukan 10 kg/jam dengan nilai massa jenis briket (kg/cm^3) = 0,000734 kg/cm^3 . Dimensi briket yang diinginkan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:



Gambar 3 Bentuk Biobriket

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 t \\ V &= (8,5 \text{ mm})^2 \cdot 30 \text{ mm} \\ &= (72,25 \text{ mm}) \cdot 30 \text{ mm} \\ &= 6809,40 \text{ mm}^3 = 6.80940 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

3.2 Perhitungan Volume Tabung Press

Kapasitas mesin pencetak pelet ditentukan 10 kg/jam sehingga :

$$V = \frac{m}{\rho}$$
$$V = \frac{1}{0,0}$$
$$= 13623,98 \text{ cm}^3$$

Dengan menentukan panjang tabung $L = 40$ m diperoleh luas silinder sebesar :

$$V = L \times A$$

Sehingga:

$$A = \frac{V}{L}$$
$$= \frac{13623,98 \text{ cm}^3}{40 \text{ cm}}$$
$$= 340,5 \text{ cm}^2$$

Dapat diketahui diameter dari tabung dengan menggunakan persamaan luas tabung maka didapat diameter dari tabung :

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

Sehingga:

$$D = \sqrt{\frac{4(A)}{\pi}}$$
$$= \sqrt{\frac{4(340,59 \text{ cm}^2)}{\pi}}$$
$$= \sqrt{433,66 \text{ cm}^2}$$
$$= 21 \text{ cm}$$

Dengan mengambil tebal sebesar 0,015 maka dapat diketahui diameter luar tabung adalah sebesar :

$$D_0 = 21 + (0,015 \times 2)$$
$$= 21,03 \text{ cm}$$

3.3 Perhitungan Screw

Pitch screw sebesar 0,25 D

$$P = 0,25 D$$
$$= 0,25 (21 \text{ cm})$$
$$= 5,25 \text{ cm}$$

Diameter dalam screw

$$d = \text{Diameter poros } 30 \% \text{ dari diameter luar } D_0$$
$$d = 0,3 \times 21,03 \text{ cm} = 6,31 \text{ cm}$$

Menentukan jumlah ulir screw dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Z = \frac{L}{P}$$

Sehingga:

$$Z = \frac{L}{P}$$

$$= \frac{40}{5,25} = 7,6 \text{ li} \quad \text{st}$$

Dengan lebar daun screw yaitu:

$$\begin{aligned} L &= 0,5 (D - d) \\ &= 0,5 (21,03 - 6,31) \\ &= 7,36 \text{ cm} \end{aligned}$$

3.4 Dimensi Wadah Pengaduk

$$v = \frac{m}{\rho}$$

Sehingga:

$$v = \frac{1 \text{ k}}{0,0 \text{ k /c}} = 1,9 \text{ m}$$

Jika pengaduk berbentuk setengah lingkaran, maka :

$$v = \frac{1}{2} \pi r^2 t + P$$

Sehingga, jika diameter = l = 25 cm, P = 10 cm, maka

$$\begin{aligned} t &= \frac{v}{\frac{1}{2} \pi r^2 + P} \\ &= \frac{1,9}{\frac{1}{2} \pi (1,5)^2 + 2 \times 1} = 3 \text{ c} \end{aligned}$$

3.5 Perhitungan Pengaduk

$$\begin{aligned} A &= p.l \\ &= 400 \cdot 20 \\ &= 8000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah 2 buah, maka luasnya dikalikan banyaknya pengaduk, sehingga didapat :

$$\begin{aligned} A_{total} &= 8000 \times 2 \\ &= 16000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Karena putaran (n) yang diinginkan pada alat pengaduk 65 rpm dan radius lengan pengaduk direncanakan 125 mm maka didapatkan:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1 \cdot 6}$$

$$V = \frac{3,1 \cdot 2 \cdot 6}{1 \cdot 6}$$

$$V = \frac{5}{6} = 0,85 \text{ mm/s}$$

Sehingga nilai gaya pengaduk:

$$F = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A$$

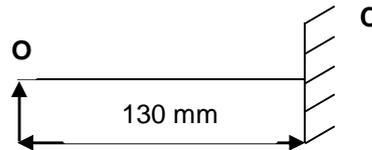
$$F = \frac{1}{2} \cdot 2,05 \cdot 0,7 \cdot 0,85^2 \cdot 16000$$

$$F = 0,0 \text{ N}$$

Untuk menghitung torsi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} T &= F \cdot r \\ &= 0,085 \text{ N} \times 125 \text{ mm} \\ &= 10,62 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Pada perhitungan poros dengan diagram momen bending seperti pada gambar 4, bahan yang dipilih baja JIS SKD 11 merupakan baja karbon tinggi yang memiliki kekerasan tinggi, kekuatan dan ketahanan aus dengan kekuatan tariknya $\tau_b = 53 \text{ kg/mm}^2$



Gambar 4 Diagram momen bending pada poros dititik C

Maka :

$$\begin{aligned} RA + RB &= F_1 + F_2 \\ RA + RB &= 0,085 + 0,085 \\ RA + RB &= 0,17 \text{ kg} \\ \Sigma MA &= 0 \\ RB &= \frac{(F_1 \times AC) + (F_2 \times AD)}{AB} \\ RB &= \frac{(0,085 \times 130) + (0,085 \times 170)}{300} \\ RB &= 0,085 \text{ kg} \\ (RA + RB) &= (F_1 + F_2) \\ RA &= F_1 + F_2 - RB \\ RA &= 0,0085 + 0,0085 - 0,0085 \\ RA &= 0,0085 \text{ kg} \\ MO &= 0 \\ MA &= RA \times AC \\ MA &= 0,0085 \times 130 \\ MA &= 11,05 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

Tegangan ijin bahan sebagaimana diatas, maka tegangan geser ijin sebesar:

$$\begin{aligned} \tau_i &= \frac{\sigma_b}{s_f} \\ \tau_a &= \frac{\sigma_b}{s_f} = \frac{5}{6 \times 2} = 4,4 \frac{\text{k}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Menentukan diameter poros yang akan digunakan maka :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(cl)^2 + (K_t T)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \left[\frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(cl)^2 + (K_t T)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= \left[\frac{5,1}{4,4} \sqrt{2,7^2 + 4,1^2} \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= [3,1]^{1/3} = 1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tegangan geser yang terjadi:

$$\tau_g = \frac{1 \cdot M}{\pi d^3}$$

Momen puntir yang terjadi 10,26 kgmm dan diameter poros, dp = 5 mm, maka :

$$\tau_g = \frac{1 \cdot 1,2}{\pi(5)^3} = 0,4 \text{ k/m}$$

Menurut hasil perhitungan yang telah dilakukan diatas terlihat bahwa tegangan geser yang terjadi $\tau_g < \tau_t$ tegangan geser yang diizinkan.

3.6 Perhitungan Daya Motor Penggerak

Daya motor yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{T \times 2 \times f \times n}{60} \\
 P &= \frac{10,26 \times 2 \times 3,14 \times 65}{60} \\
 P &= 128 \text{ watt} \\
 P &= \frac{128}{746} \\
 P &= 0,17 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

3.7 Perhitungan Transmisi

Perhitungan Transmisi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{n_1}{n_2} \\
 &= \frac{1400}{65} = 1:21
 \end{aligned}$$

3.8 Perhitungan Gaya Potong

Dalam perancangan diketahui modulus elastisitas briket yaitu sebesar 0,0128 kg/cm², dan tebal pelet yang akan dipotong adalah 17mm dengan demikian didapat gaya potong pisau adalah

$$\begin{aligned}
 F &= 0,5 \times \left(\frac{s^2}{t \cdot \varphi} \right) \tau_p \\
 &= 0,5 \times \left(\frac{1,7^2}{3} \right) 0,0 \text{ k/c}^2 = 0,0 \text{ k}
 \end{aligned}$$

4. Kesimpulan

Dari perhitungan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Silinder tabung bahan Baja ST 37 dengan dimensi : Panjang = 40 cm, Luas = 340,5 cm², Volume = 13623,98 cm³, Diameter dalam = 21 cm, dan Diameter luar = 21,03 cm.
2. Screw, bahan Baja ST 37 dengan dimensi : Pith = 5,25 cm, Diameter luar= 21 cm, Diameter dalam = 6,31 cm. Jumlah lilitan = 7,6 lilitan, Lebar daun = 7,36 cm, dan Panjang = 40 cm.
3. Wadah pengaduk bahan Baja ST 37 dengan dimensi Panjang = 30cm, Diameter bawah = 25cm, Tinggi = 30cm, Panjang atas = 20cm, dan Panjang bawah = 10cm.
4. Pengaduk bahan Baja ST 37 dengan dimensi Panjang = 30cm, Diameter = 25cm, Blade = 2 buah, dan Putaran = 65Rpm.
5. Poros bahan Baja JIS SKD 11 dengan dimensi Diameter = 1cm, Panjang = 33 cm, $\tau_b = 53$ kg/mm², $i = 4,41$ kg/mm², dan $g = 0,418$ kg/mm². Motor tipe b3, 0,205 HP 1400 Rpm dengan dimensi 1 HP = 746 Watt dan Daya = 0,17 HP= 126,82 Watt

Daftar Pustaka

- [1] M. H. D. Indah Suryani, M. Yusuf Permana U., "Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Buah Bintaro Dan Tempurung Kelapa Menggunakan Perekat Amilum," J. Tek. Kim. No. 1, Vol. 18, Januari 2012, vol. 18, no. 1, pp. 24–29, 2012.
- [2] E. Kelly Orhororo, O. Micheal Chukudi, O. Oghenekevwe, and M. Erhire Onogbotsere, "Design and Fabrication of an Improved Low Cost Biomass Briquetting Machine Suitable for use in Nigeria," Int. J. Eng. Technol. Sci., vol. 4, no. 2, pp. 128–138, 2017, doi: 10.15282/ijets.8.2017.1.11.1086.
- [3] E. K. Orhororo, "The Study of Anaerobic Co-Digestion of Non-Uniform Multiple Feed Stock Availability and Composition in Nigeria," Eur. J. Eng. Technol. Res., vol. 1, no. 1, pp. 39–42, 2018, doi: 10.24018/ejeng.2016.1.1.38.
- [4] O. O. Modestus, A. I. Olabisi, T. E. Boye, and E. O. Benjamin, "Development of Water Hyacinth Briquetting Machine," Int. J. Sci. Res. Inf. Syst. Eng., vol. 2, no. 1, pp. 2380–8128, 2016, [Online]. Available: <http://www.ijrise.com>
- [5] S. Suryaningsih, "Pengaruh Ukuran Butir Briket Campuran Sekam Padi dengan Serbuk Kayu Jati terhadap Emisi Karbon Monoksida (CO) dan Laju Pembakaran," J. Ilmu dan Inov. Fis., vol. 2, no. 1, pp. 15–21, 2018, doi: 10.24198/jiif.v2i1.15377.
- [6] R. Dewi and F. Hasfita, "PEMANFAATAN LIMBAH KULIT JENGKOL (Pithecellobium jiringa) MENJADI BIOARANG DENGAN MENGGUNAKAN PEREKAT CAMPURAN GETAH SUKUN DAN TEPUNG TAPIOKA," J. Teknol. Kim. Unimal, vol. 5, no. 1, p. 105, 2017, doi: 10.29103/jtku.v5i1.83.
- [7] J. Teknik, M. Vol, E. Kustiawan, and E. S. Wijianti, "KARAKTERISTIK BRIKET BERBAHAN CAMPURAN CANGKANG BUAH KARET DAN BATANG SENGGANI DENGAN TEKANAN PENCETAKAN 90 PSI Jurusan Teknik Mesin , Universitas Bangka Belitung Kampus Terpadu Desa Balunijuk Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka Email: saparinpdca@gmail.com," vol. 4, no. 1, pp. 29–33, 2018.
- [8] A. Masyuroh and I. Rahmawati, "modifikasi yang terbuat dari kaleng cat bekas pakai volume 17 , 5 L (Gambar 1). Tungku," vol. 4, no. 1, pp. 95–102, 2022.
- [9] M. Arman and M. Munira, "Produksi Bahan Bakar Alternatif Briket Dari Hasil Pirolisis Bahan Batubara Dan Serbuk Gergaji," J. Chem. Process Eng., vol. 3, no. 2, p. 27, 2019, doi: 10.33536/jcpe.v3i2.260.
- [10] M. T. Hidayah, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Pencetak Briket (Manual) Untuk Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu," Progr. Stud. Diploma III Tek. Jur. Tek. Mesin Fak. Tek. Univ. Jember, pp. 1–67, 2016.
- [11] M. T. Hidayah, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Pencetak Briket (Manual) Untuk Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu," Progr. Stud. Diploma III Tek. Jur. Tek. Mesin Fak. Tek. Univ. Jember, pp. 1–67, 2016.

- [12] S. Y. Putra, "Rancang Bangun Mesin Press Hidrolik Manual Kapasitas 6 Kg/Jam Untuk Briket Limbah Kayu," 2017, [Online]. Available: <https://eprints.umm.ac.id/40456/>
- [13] A. Sarwani, "RANCANG BANGUN ALAT PRESS BRIKET," *Photosynthetica*, vol. 2, no. 1, pp. 1–13, 2018, [Online]. Available: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76887-8>
<http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-93594-2>
<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00007-3>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
<http://dx.doi.org/10.1038/s41559-019-0877-3>