

RANCANGAN MESIN BRIKET BIOMASSA TENAGA DIESEL DI PT HIDRO DAYA KINEJA

Lakrisman S. Mardika, Hendro Prasetyo , Yuniar

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: LSMardika@gmail.com

ABSTRAK

Mesin briket biomassa adalah sebuah mesin penghasil briket dengan menggunakan bahan baku dasar ampas gergaji. Untuk mengoperasikan mesin ini dibutuhkan daya energi listrik sebesar 20.000 watt/jam. Konsumen terbanyak mesin bricket biomassa ini berada pada di Lampung Selatan, Provinsi Lampung dan daerah Sampit, Kalimantan Tengah. Namun, daerah ini masih belum mendapatkan pasokan sumber energi listrik dari PT. PLN PERSERO dengan daya yang besar. Daya yang dibutuhkan untuk daerah lampung selatan sekitar 15,92 MW, sedangkan daya yang terpasang sekitar 13,85 MW dan untuk daerah Sampit kebutuhan listrik sekitar 12,88 MW dengan daya terpasang 8,90 MW. Pada penelitian ini perusahaan mencoba merekaya mesin briket biomassa yang asalnya bertenaga listrik menjadi mesin briket biomassa tenaga diesel. Dengan kondisi seperti ini maka perusahaan akan mencoba meneliti bahan bakar diesel sebagai pengganti energi listrik yang diharapkan akan lebih murah dari energi listrik.

Kata kunci: Briket Biomassa, Mesin Briket Biomassa Tenaga Listrik, Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel

ABSTRACT

Briquette machine is a machine producing biomass briquette using basic raw material pulp saws. To operate this machine is needed electrical energy power of 20,000 watts / hour. Most consumers biomass bricket machine is located in South Lampung, Lampung and Sampit Distric, Central Kalimantan. However, this region is still not getting supply source of electrical energy from PT. PLN Persero with great power. The power needed for the area around the southern Lampung 15.92 MW, while installed power of about 13.85 MW and for the Sampit area electricity needs of about 12.88 MW with an installed power of 8.90 MW. In this study, the company tries to design biomass briquette machine originally powered electricity into biomass briquette machine diesel power. With these conditions, the company will try to examine diesel fuel as a substitute for electrical energy is expected to be more cheaper than electricity.

Keywords: Biomass Briquettes, Briquette Biomass Machine with Electricity Power, Biomass Briquette Machine with Diesel Power

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Mesin briket biomassa adalah mesin yang digunakan untuk memproses limbah residu usaha kehutanan menjadi briket. Bahan baku briket berupa partikel kecil dan memiliki kadar air yang rendah sekitar 12-15% agar didapatkan briket dengan nilai kalori tertinggi. Sumber energi yang digunakan untuk mengoperasikan mesin briket biomassa hasil rancangan PT. HADEKA adalah energi listrik. Daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin briket biomassa tersebut adalah 20.000 watt.

Konsumen terbanyak mesin bricket biomassa ini berada pada di Lampung Selatan, Provinsi Lampung dan daerah Sampit, Kalimantan Tengah. Banyaknya konsumen di daerah tersebut dikarenakan bahan baku untuk membuat briket adalah serbuk kayu dari ampas gergaji, dan daerah tersebut merupakan daerah perhutanan yang memiliki pasokan yang banyak untuk serbuk kayu dari gergaji. Namun, daerah ini masih belum mendapatkan pasokan sumber energi listrik dari PT. PLN PERSERO dengan daya yang besar. Daya yang dibutuhkan untuk daerah lampung selatan sekitar 15,92 MW, sedangkan daya yang terpasang sekitar 13,85 MW dan untuk daerah Sampit kebutuhan listrik sekitar 12,88 MW dengan daya terpasang 8,90 MW(PT. PLN PERSERO., 2014).

Jika pasokan listrik terbatas bahkan kurang dari yang dibutuhkan maka proses pengoprasian mesin akan terhambat, karena sumber energi penggerak mesin tersebut adalah listrik. Dengan supply energi yang tidak dapat dikontrol ini, maka produktivitas mesin briket biomassa ini akan rentan tidak mencapai target produksi, karena permintaan pasar untuk produk briket baik dari dalam maupun luar negeri cukup besar yaitu 200-250 ton perbulan.

1.2 Identifikasi Masalah

Saat ini PT HADEKA menggunakan energi listrik sebagai sumber energi penggerak mesin bricket biomassa. Daya yang digunakan untuk menggerakkan mesin tersebut yaitu 20.000 watt. Dengan konsumsi energi yang besar ini menyebabkan rentannya pengoperasian mesin karena mesin akan ditempatkan pada daerah yang dekat dengan sumber bahan baku briket yaitu kayu yang berada di kabupaten dengan supply listrik yang terbatas dari PLN.

Pada penelitian ini perusahaan mencoba merekaya mesin briket biomassa yang asalnya bertenaga listrik menjadi mesin briket biomassa tenaga diesel. Dengan kondisi seperti ini maka perusahaan akan mencoba meneliti bahan bakar diesel sebagai pengganti energi listrik yang diharapkan akan lebih murah dari energi listrik.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Briket

Briket adalah bahan bakar alternatif yang menyerupai arang tetapi terbuat/tersusun dari bahan non kayu. Briket dibuat dengan proses pirolisis (pembakaran an aerobik). Banyak bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket, contohnya sekam padi, jerami, batok kelapa, serbuk gergaji, dedaunan dan lain-lain(Chohfi, 2014).

2.2 Metode Pembuatan Briket

Proses pembuatan briket cukup sederhana dan dapat dikerjakan sendiri tanpa membutuhkan peralatan khusus dan tidak membutuhkan banyak tenaga. Gambaran mudahnya adalah bahan baku briket ditekan sesuai bentuk yang diinginkan kemudian

panaskan dalam tempat yang vakum sehingga menghitam(Chohfi, 2014).

2.3 Mesin Briket Biomassa

Mesin pembuat briket adalah mesin yang digunakan untuk memproses limbah dan residu usaha kehutanan dan pertanian menjadi briket. Sebelum dijadikan briket, bahan mentah harus diberikan perlakuan tertentu seperti pemurnian dan pengecilan ukuran partikel. Mesin press briket bekerja dengan tiga mekanisme dasar:

1. Tipe ulir (*screw type*). Briket ditekan dengan memanfaatkan mekanisme ulir archimedes. Umumnya digerakkan oleh motor.
2. Tipe *stamping*, yaitu mekanisme menekan dengan tuas sehingga seolah bahan baku briket "terinjak" dan membentuk briket yang padat. Tipe ini memungkinkan briket dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran.
3. Tipe hidrolik yang bekerja dengan mekanisme hidrolik.

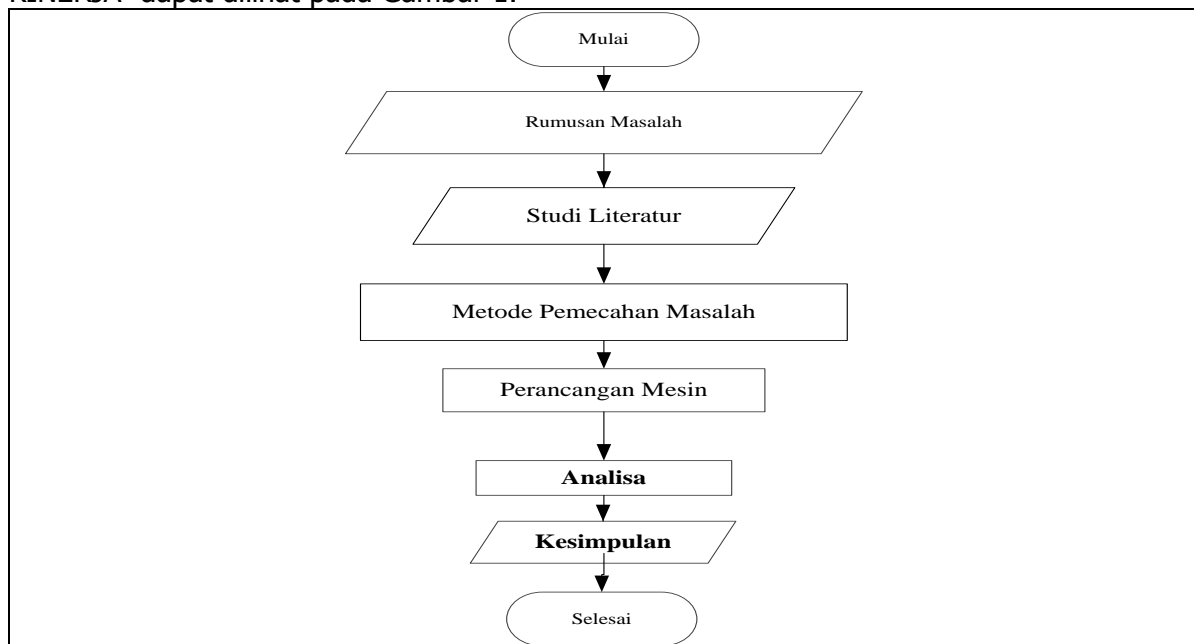
Fasilitas pembuatan briket harus memiliki berbagai langkah dalam pembuatan bahan baku hingga selesai menjadi briket. Perlakuan awal yang biasanya diberikan dalam pembuatan briket adalah *debarking* (penghilangan kulit kayu, *bark*), pengecilan ukuran partikel, pengeringan, dan pengayakan. Kadar air harus rendah untuk mendapatkan nilai kalori tertinggi, namun pengeringan lebih lanjut umumnya menjadi tidak efisien. Kadar air antara 12-15% diperkirakan angka yang ideal, tergantung bahan baku yang digunakan (Chohfi, 2014).

2.4 Mesin Diesel

Mesin diesel termasuk mesin dengan pembakaran dalam atau disebut dengan motor bakar, ditinjau dari cara memperoleh energi termalnya (energi panas). Untuk membangkitkan listrik, sebuah mesin diesel dihubungkan dengan generator dalam satu poros (poros dari mesin diesel dikopel dengan poros generator)(Sularso,2004).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram langkah-langkah penelitian yang dilakukan dalam penelitian di PT. HIDRO DAYA KINERJA dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart

- **Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini perusahaan mencoba mencari alternatif energi lain yang bisa meminimalisir biaya oprasi dan energi lain yang mudah didapat.

- **Studi Literatur**

Literature yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pengertian mesin briket biomassa, kriteria mesin diesel, teori pengujian motor bakar, efisiensi, dan teori kelayakan finansial.

- **Perancangan Mesin**

Perancangan mesin merupakan tahap untuk mencapai tujuan penelitian. Langkah-langkah yang dilakukan adalah pengumpulan data mengenai briket biomassa, metode pembuatan briket biomassa, dan mesin briket biomassa menggunakan energi listrik.

- **Analisis**

Pada bagian ini berisikan analisa dari hasil pengolahan data berupa analisis mengenai rancangan mesin briket biomassa tenaga diesel, analisis mengenai penggunaan bahan bakar pada mesin briket biomassa tenaga diesel, analisis secara ekonomis dari mesin briket biomassa tenaga diesel, dan analisis polusi dari mesin briket biomassa tenaga diesel

- **Kesimpulan Dan Saran**

Pada bagian ini berisikan kesimpulan dari penelitian dimana akan diambil energi alternatif yang paling efisien untuk menunjang rancangan yang akan diusulkan untuk PT. HIDRO DAYA KINERJA.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 PENGUMPULAN DATA

Pada bab ini berisikan data-data yang akan di olah yang kemudian akan digunakan dalam pengolahan data.

4.1.1 Briket Biomassa

Briket adalah bahan bakar alternatif yang menyerupai arang tetapi terbuat/tersusun dari bahan non kayu. Sedangkan briket biomassa merupakan briket yang dibuat dari biomassa sebagai pengganti arang dan batu bara. Banyak bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket biomassa, contohnya sekam padi, jerami, batok kelapa, serbuk gergaji, dedaunan dan lain-lain. Pemanfaatan limbah pertanian ataupun limbah industri merupakan salah satu alternatif pengganti bahan bakar dengan mengubahnya menjadi briket biomassa. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat briket akan melalui proses pembakaran tidak sempurna sehingga tidak sampai menjadi abu. Gambar produk dari briket biomassa itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Briket Kayu Biomassa

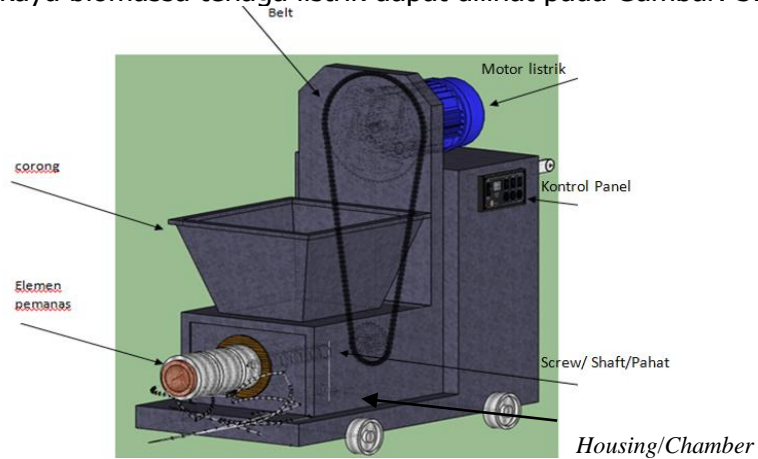
4.1.2 Metode Pembuatan Briket Biomassa

Proses pembuatan briket cukup sederhana. Gambaran mudahnya adalah bahan baku briket ditekan sesuai bentuk yang diinginkan kemudian panaskan dalam tempat yang vakum sehingga menghitam. Proses lebih jelasnya adalah sebagai berikut.

1. Pemadatan
2. Pemanasan

4.1.3 Mesin Briket Biomassa Tenaga Listrik

Gambar mesin briket kayu biomassa tenaga listrik dapat dilihat pada Gambar. 3.



Gambar 3. Mesin Briket Kayu Biomas menggunakan energi listrik

Berikut ini adalah spesifikasi mesin briket biomassa;

Dimensi : 170 cm x 80 cm x 128cm

Power Heater: 3 x 1.500 watt

Power Motor: 15.000 watt

Kapasitas : 200-250 kg/jam

Berat : 850 kg

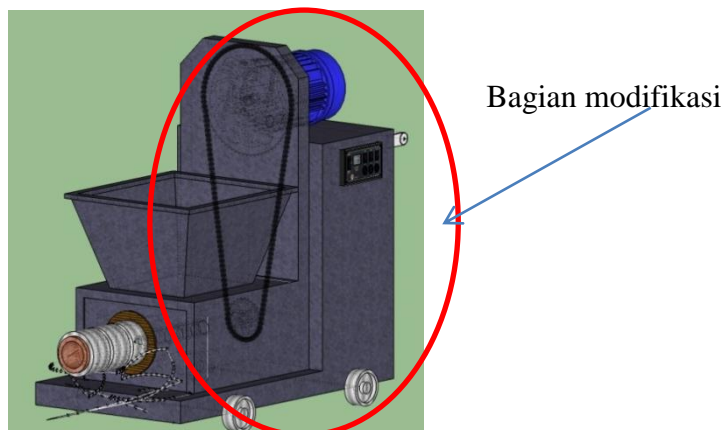
Harga : Rp. 60.000.000,00 – Rp. 70.000.000,00

4.2 PENGOLAHAN DATA

Pada sub bab ini akan menjelaskan pengolahan data berdasarkan hasil pengumpulan data. Dari sistem kerja mesin yang ada, mesin memang tidak memiliki hambatan. Namun, dilihat dari energi sumber daya yang dibutuhkan (energi listrik), sumber energi tersebut masih terbatas dan tidak dapat dikontrol.

4.2.1 Konsep Perancangan Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel

Perancangan yang akan dilakukan berupa modifikasi dari rancangan mesin briket biomassa tenaga listrik. Modifikasi akan dilakukan pada bagian sumber penggerak mesin briket tersebut yaitu motor listrik dan kontrol panel. Bagian yang akan mengalami perubahan dapat dilihat pada Gambar 4.

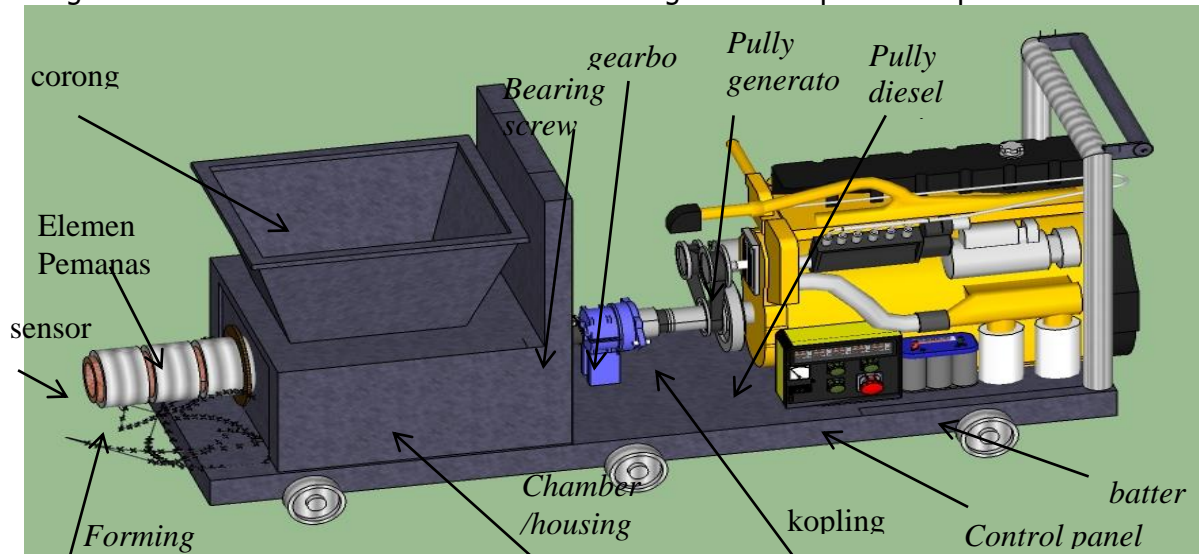


Gambar 4. Bagian Mesin Briket Biomassa Tenaga Listrik Yang Akan Mengalami Perubahan

Secara umum, rancangan mesin briket biomassa tenaga diesel terbagi menjadi 2 bagian yaitu, secara mekanikal dan elektrikal. Pada bagian mekanikal terdapat konsep mengenai pergerakan *screw* yang akan menekan bahan baku. Dan pada bagian elektrikal terdapat konsep mengenai arus listrik yang akan menjalankan elemen pemanas untuk proses pemanasan di *forming tube*.

4.2.2 Rancangan Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel

Berdasarkan konsep mesin briket biomassa tenaga diesel yang telah dirancang, konsep tersebut kemudian dapat dituangkan kedalam gambar rancangan mesin briket biomassa tenaga diesel. Gambar mesin briket biomassa tenaga diesel dapat dilihat pada Gambar 5.



tube **Gambar 4.5 Rancangan Mesin Briket Kayu Biomassa Tenaga Diesel**

Komponen utama pada rancangan mesin briket kayu biomassa tenaga diesel adalah sebagai berikut:

- a. mesin diesel
- b. Kopling
- c. Gearbox
- d. Corong
- e. Housing
- f. *Screw & Bearing Screw*
- g. Forming Tube (Cetakan)
- h. Elemen Pemanas
- i. Sensor
- j. Pisau Pemotong

Sistem kerja dari mesin briket biomassa tenaga diesel adalah sebagai berikut :

Energi yang dihasilkan dari mesin diesel berupa energi kinetik berupa putaran yang akan keluar melalui putaran pada *pully engine* sebesar **2000rpm**. Putaran pada *pully engine* ini kemudian akan disalurkan ke *pully generator* dan kopling. Energi kinetik yang mengalir pada kopling kemudian akan mengalir ke *gearbox*. Dimana pada gearbox ini putaran akan direduksi untuk mendapatkan torsi yang cukup. Reduksi yang dilakukan adalah perbandingan **1 :3**. Besaran putaran hasil reduksi adalah **666,667rpm** dengan torsi **236Nm**. Putaran yang keluar dari gearbox kemudian akan mempengaruhi kecepatan putaran pada *screw* / pahat yang berkedudukan pada bearing. Dengan besar putaran pada *screw* menjadi **666,667rpm**, maka output briket akan menjadi

KapProduksi= $f \times a \times Vc \times \text{densitas kayu}$

Dimana; Vc = kecepatan pahat | $Vc = (3,14 \times n \times D)$

$Vc = (3,14 \times 666,667 \times ((7\text{cm}+4\text{cm})/2)) = 11.513,3909 \text{ cm/min}$

f = jangkauan pahat (cm)
 a = tinggi ulir pahat (cm)
 densitas serbuk kayu = $0,48\text{gr/cm}^3 = 0,480\text{gr/cm}^3$
 KapProduksi = $1\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 8635\text{ cm/min} \times 0,480\text{gr/mm}^3$
 = $5562,403\text{ gr/min}$
 = **333,69kg/jam**

4.2.3 Bahan Bakar Penggerak Mesin Diesel

Untuk menjalankan mesin briket biomassa tenaga diesel dibutuhkan bahan bakar jenis diesel. Berikut ini adalah macam-macam bahan bakar yang dapat digunakan untuk menjalankan mesin diesel.

- a. Minyak solar (HSD)
- b. Minyak Diesel (MDF)
- c. Minyak Bakar (MFO)

Spesifikasi masing-masing bahan bakar dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Spesifikasi Bahan Bakar

Nama Minyak	Harga	Spesific Gravity	Massa Jenis (kg/m ³)
Minyak Solar (HSD)	Rp 4.421,40	0,84	840
Minyak Diesel (MDF)	Rp 4.292,00	0,87	870
Minyak Bakar (MFO)	Rp 3.878,40	0,99	990

4.2.4 Perhitungan Teknis Mesin

Pada sub bab ini berisikan perhitungan secara teknis dari mesin dengan menggunakan energi alternatif. Energi alternatif disini terbagi menjadi 3 skenario, yaitu Minyak Solar (HSD), Minyak Diesel (MDF), dan Minyak Bakar (MFO). Perhitungan teknis mesin yang dilakukan adalah perhitungan laju pemakaian bahan bakar (m_f), konsumsi bahan bakar spesifik (SFC), dan efisiensi termal (η_{th}). Hasil Perhitungan untuk masing-masing skenario dapat dilihat pada Tabel. 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Teknis Mesin

Nama Minyak	n(rpm)	Ne	Spesific Gravity	Massa Jenis (kg/m ³)	m_f	SFC	CV	η_{th}
Minyak Solar (HSD)	2000	30	0.84	840	7.467	0.2489	10.8	37%
Minyak Diesel (MDF)	2000	30	0.87	870	7.733	0.2578	10.8	36%
Minyak Bakar (MFO)	2000	30	0.99	990	8.8	0.2933	10.8	32%

Contoh perhitungan teknis mesin menggunakan minyak solar (HSD)

- Daya (N_e)
 Daya dari mesin diesel ini sebesar 30 HP.
 $N_e = 30$ (Hp)
- Laju Pemakaian Bahan Bakar (m_f)

$$m_f = \frac{v_{bb} \times \rho_{bb}}{t}$$

$$\rho_{bb} = \text{SG Minyak Solar} \times \rho_{\text{air}} ; \text{SG Minyak Solar} = 0,84$$

$$= 0,84 \times 1000\text{ kg/m}^3$$

$$= 840\text{ kg/m}^3$$

$$m_f = \frac{v_{bb} \times \rho_{bb}}{t}$$

$$= \frac{32 \times 840}{3600}$$

$$= 7,467\text{ kg/jam}$$
- Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC)

$$\text{SFC} = \frac{m_f}{N_e}$$

$$= \frac{7,467}{30}$$

$$= 0,2489$$

- Efisiensi Thermal (η_{th})

$$\begin{aligned}\eta_{th} &= \frac{Ne}{m_f CV} \times 100\% \\ &= \frac{30}{7,467 \times 10800} \times 100\% \\ &= 37\%\end{aligned}$$

4.2.5 Biaya Bahan Bakar Mesin Briket Biomassa

Pada sub bab ini berisikan perhitungan biaya bahan bakar untuk mesin briket biomassa tenaga listrik dan mesin briket biomassa tenaga diesel. Biaya bahan bakar mesin briket biomassa tenaga diesel dapat dilihat pada Tabel. 3 dan biaya bahan bakar mesin briket biomassa tenaga listrik Tabel 4.

Tabel 3. Biaya Bahan Bakar Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel

Nama Minyak	Konsumsi Bahan Bakar Per Jam (Liter)	Jam Kerja	Harga Bahan Bakar Per Liter	Total Biaya Bahan Bakar Perhari	Total Biaya Bahan Bakar Perbulan
Minyak Solar (HSD)	7,467	10	Rp 4.421,40	Rp 330.131,20	Rp 9.903.936,00
Minyak Diesel (MDF)	7,733	10	Rp 4.292,00	Rp 331.914,67	Rp 9.957.440,00
Minyak Bakar (MFO)	8,8	10	Rp 3.878,40	Rp 341.299,20	Rp 10.238.976,00

Tabel 4. Biaya Bahan Bakar Mesin Briket Biomassa Tenaga Listrik

Jenis Energi	Kebutuhan Daya Perjam (kwh)	Jam Kerja	Tarif Listrik Per kwh	Total Biaya Bahan Bakar Perhari	Total Biaya Bahan Bakar Perbulan
Listrik	25	10	Rp 1.465,89	Rp 366.472,50	Rp 10.994.175,00

Contoh Perhitungan

Total Biaya Bahan Bakar Perhari (HSD) = Konsumsi Bahan Bakar Perjam x jam kerja x Harga Bahan Bakar
 = 7.467 Liter/Jam x 10 jam x Rp. 4.421,40
 = Rp. 330.131,20

Total Biaya Bahan Bakar Pjrbulan (HSD) = Total Biaya Bahan Bakar Perbulan x 30 Hari
 = Rp. 330.131,20 x 30 Hari
 = Rp. 9.913.936,00

4.2.6 Perhitungan Biaya Produksi Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel

Pada sub bab ini berisikan rincian investasi yang harus dikeluarkan untuk melakukan produksi mesin briket biomassa tenaga diesel. Biaya produksi yang harus dikeluarkan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Daftar Biaya Produksi

Nama Komponen	Harga
Mesin Diesel	Rp 10.000.000
Kopling	Rp 600.000
Gearbox	Rp 750.000
Plat Baja Untuk Corong, Housing, dan Body	Rp 5.000.000
Screw	Rp 2.500.000
Forming Tube	Rp 2.000.000
Elemen Pemanas (3pcs)	Rp 4.500.000
EGR	Rp 5.000.000
Sensor & Pemetong	Rp 1.750.000
Total Biaya	Rp 32.100.000

Dari total biaya di atas, kebijakan dari PT. HADEKA untuk menentukan harga jual dari mesin briket biomassa adalah dua kali lipat dari biaya produksi. Jadi, harga jual untuk mesin briket biomassa tenaga diesel adalah Rp. 32.100.000,00 x 2 = **Rp. 64.200.000,00.**

4.2.7 Polusi Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel

A. Emisi Gas Rumah Kaca (GHG)

Berdasarkan limbah yang dihasilkan oleh mesin briket biomassa tenaga diesel, maka perlu diadakannya identifikasi dampak lingkungan beserta penanggulangan limbah tersebut. Permasalahan limbah industri, khususnya mesin diesel adalah jumlah emisi yang dihasilkan. Berdasarkan perhitungan secara teknis mesin pada aspek teknis didapatkan jumlah bahan bakar yang digunakan perharinya adalah 74,67 Liter, yang berarti emisi yang dihasilkan adalah $74,67 \text{ liter} \times 0,0028 \text{ ton CO}_2\text{e /liter} = 0.209 \text{ ton CO}_2\text{e}$

Untuk menanggulangi hasil buangan dari mesin diesel dapat menggunakan teknologi EGR (**Exhaust Gas Recirculation**). Dengan pemasangan EGR ini dapat mengurangi emisi keluaran dari mesin diesel sebesar 50%. Untuk instalasi EGR ini dibutuhkan biaya tambahan sebesar Rp. 5.000.000,-. Dengan adanya EGR maka besarnya emisi dari mesin diesel dapat direduksi menjadi 0,1045 ton perhari.

B. Kebisingan

Menurut surat edaran Meteri Tenaga Kerja, Transmigrasi, Koperasi No.SE 01/MEN/1978 mendefinisikan bahwa nilai ambang batas untuk kebisingan ditempat kerja adalah intensitas tertinggi dan merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan menurunnya daya dengar yang tetap untuk waktu kerja terus menerus tidak boleh lebih dari 8 jam sehari. Tabel Ambang Batas Kebisingan dapat Dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Ambang Batas Kebisingan

Satuan	Lama Pekerjaan	dBA
Jam	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
	1	94
Menit	30	97
	15	100
	7,5	103
	3,75	106
	1,88	109
	9,94	112

Dari data diatas didapat bahwa batas kebisingan untuk mesin briket biomassa ini adalah 82dBA karena mesin akan dioperasikan selama 10 jam (lebih besar dari 8jam). Dari hasil pengujian pada mesin diesel 30HP yang sejenis didapatkan besar *noise level* (kebisingan) adalah 78dBA, maka mesin diesel tersebut tidak akan mengganggu kinerja operator karena tingkat kebisingannya rendah.

5. ANALISIS

5.1 Analisis Rancangan Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel

Perbandingan mesin briket biomassa tenaga listrik dan mesin briket biomassa tenaga diesel dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Tabel Perbandingan Mesin Briket Biomassa Tenaga Listrik dan Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel

NO	KRITERIA	TENAGA LISTRIK	TENAGA DIESEL
1	Daya	20.000 watt (26,88Hp)	22380watt (30Hp)
2	Torsi MAX	281,4Nm	236Nm
3	<i>Screw Speed</i>	500 rpm	666,667 rpm
4	Produktivitas	250 kg/h	333,33 kg/h
5	Produsen Energi	PLN	Pertamina, Chevron, Total,dll
6	Ketersediaan Energi	Tidak Mencukupi	Tersedia

Dari data pada Tabel 5.4. dapat dilihat bahwa mesin briket biomassa memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah produktivitas yang lebih besar, biaya bahan bakar perhari yang lebih murah, produsen bahan bakar yang lebih banyak, dan ketersediaan energi. Oleh karena itu rancangan mesin briket biomassa tenaga diesel lebih baik dari pada mesin briket biomassa tenaga listrik.

5.2 Analisis Biaya Bahan Bakar Mesin Briket Biomassa

Berdasarkan pengolahan data terdapat 3 jenis bahan bakar yang dapat digunakan.

Tabel 8. Biaya Bahan Bakar Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel

Nama Minyak	Konsumsi Bahan Bakar Per Jam (Liter)	Jam Kerja	Harga Bahan Bakar Per Liter	Total Biaya Bahan Bakar Perhari	Total Biaya Bahan Bakar Perbulan
Minyak Solar (HSD)	7,467	10	Rp 4.421,40	Rp 330.131,20	Rp 9.903.936,00
Minyak Diesel (MDF)	7,733	10	Rp 4.292,00	Rp 331.914,67	Rp 9.957.440,00
Minyak Bakar (MFO)	8,8	10	Rp 3.878,40	Rp 341.299,20	Rp 10.238.976,00

Tabel 9. Biaya Bahan Bakar Mesin Briket Biomassa Tenaga Listrik

Jenis Energi	Kebutuhan Daya Perjam (kwh)	Jam Kerja	Tarif Listrik Per kwh	Total Biaya Bahan Bakar Perhari	Total Biaya Bahan Bakar Perbulan
Listrik	25	10	Rp 1.465,89	Rp 366.472,50	Rp 10.994.175,00

Dari hasil perhitungan di atas, minyak solar (HSD) memiliki biaya bahan bakar paling rendah diantara bahan bakar diesel yang lainnya yaitu Rp. 330.131,20 per hari. Dan jika dibandingkan dengan total biaya bahan bakar dengan menggunakan tenaga listrik, penggunaan minyak solar (HSD) masih lebih rendah. Maka penggunaan bahan bakar yang paling efisien adalah minyak solar (HSD).

5.3 Analisis Ekonomis Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel

Analisis ekonomis mesin briket biomassa tenaga diesel dapat dilihat berdasarkan perbandingan sensitivitas terhadap kenaikan bahan bakar pertahun dan juga perbandingan perkiraan omzet maksimal dari mesin briket biomassa.

i. Analisis Sensitivitas Bahan Bakar

Biaya bahan bakar pertahun adalah total biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan mesin briket biomassa dalam kurun waktu setahun. Untuk melihat sensitivitas kenaikan harga bahan bakar dapat diketahui dengan membandingkan 2 skenario yang mungkin akan terjadi.

A. Skenario 1**Tabel 10. Skenario 1 Perbandingan Biaya Bahan Bakar Perbulan**

Periode	Listrik	Diesel
Tahun ke 0	Rp -	Rp -
Tahun ke 1	Rp 131.930.100	Rp 118.852.538
Tahun ke 2	Rp 131.930.100	Rp 121.823.851
Tahun ke 3	Rp 131.930.100	Rp 124.869.447
Tahun ke 4	Rp 131.930.100	Rp 127.991.184
Tahun ke 5	Rp 131.930.100	Rp 131.190.963

Dari tabel di atas dapat dilihat jika bahan bakar jenis diesel mengalami kenaikan sebesar 2,5 % setiap tahunnya dan harga listrik tidak mengalami kenaikan, maka bahan bakar diesel akan memiliki biaya bahan bakar yang lebih rendah. Jadi, meskipun harga bahan bakar jenis diesel mengalami kenaikan 2,5% setiap tahunnya, biaya bahan bakar jenis diesel akan tetap lebih murah dibandingkan dengan biaya listrik.

B. Skenario 2**Tabel 11. Skenario 2 Perbandingan Biaya Bahan Bakar Perbulan**

Periode	Listrik	Diesel
Tahun ke 0	Rp -	Rp -
Tahun ke 1	Rp 131.930.100	Rp 118.852.538
Tahun ke 2	Rp 135.228.353	Rp 121.823.851
Tahun ke 3	Rp 138.609.061	Rp 124.869.447
Tahun ke 4	Rp 142.074.288	Rp 127.991.184
Tahun ke 5	Rp 145.626.145	Rp 131.190.963

Dari skenario 2, dapat dilihat jika biaya bahan bakar jenis diesel dan harga listrik mengalami kenaikan 2,5% setiap tahunnya, maka bahan bakar jenis diesel akan selalu lebih murah dibandingkan dengan harga listrik.

ii. Analisis Perkiraan Omzet Mesin Briket Biomassa**Tabel 12. Perkiraan Omzet**

Mesin	Kapasitas Produksi Perjam	Jam Kerja	Harga Jual	Omzet Perhari
Mesin Briket Biomassa Tenaga Diesel	333	10	Rp 10,000.00	Rp 33,300,000.00
Mesin Briket Biomassa Tenaga Listrik	250	10	Rp 10,000.00	Rp 25,000,000.00

Dari hasil perhitungan perkiraan omzet, mesin briket biomassa tenaga diesel memiliki selisih lebih besar Rp. 8.300.00,00 perhari dari mesin briket biomassa tenaga listrik dengan total omzet maksimal Rp. 33.300.00,00 per hari. Produktivitas mesin briket biomassa tenaga diesel memiliki kapasitas yang lebih besar karena pada mesin briket biomassa tenaga diesel terdapat mesin diesel 30 HP dengan rpm 2000, sedangkan motor listrik pada mesin briket biomassa tenaga listrik hanya memiliki 1500 rpm hal ini mempengaruhi kecepatan *screw* pada mesin sehingga semakin besar kapasitas daya mesin maka produktivitas mesin briket akan semakin besar pula.

5.4 Analisis Polusi Mesin Briket Biomassa

Berdasarkan limbah yang dihasilkan oleh mesin briket biomassa tenaga diesel, maka perlu diadakannya identifikasi dampak lingkungan beserta penanggulangan limbah tersebut. Permasalahan limbah industri, khususnya mesin diesel adalah jumlah emisi yang dihasilkan. Berdasarkan perhitungan secara teknis mesin pada aspek teknis didapatkan jumlah bahan

bakar yang digunakan perharinya adalah 74,67 Liter, yang berarti emisi yang dihasilkan adalah $74,67 \text{ liter} \times 0,0028 \text{ ton CO}_2\text{e /liter} = 0.209 \text{ ton CO}_2\text{e}$. Dengan penggunaan EGR maka emisi tersebut dapat direduksi sebesar 50% menjadi 0,1045ton CO₂e per hari.

Baku mutu untuk emisi sumber tidak bergerak diatur dalam Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 10 tahun 2000 untuk Carbon Dioksida (CO₂) adalah 1500 mg/Nm³. Berarti untuk mesin dengan daya 236Nm, jumlah emisi CO₂ maksimalnya adalah

$$\begin{aligned}\text{CO}_2\text{max/hari} &= 1500\text{mg/Nm}^3 \times 236\text{Nm} \times 60\text{menit} \times 10\text{jam} \\ &= 212.400.000\text{mg} \\ &= 0,2124 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

Selain udara, dengan penggunaan mesin diesel maka mesin briket biomassa memiliki polusi suara yang dihasilkan oleh mesin diesel itu sendiri. Besarnya suara yang dihasilkan oleh mesin diesel adalah 78dBA dan nilai ambang batas kebisingan untuk 10jam kerja adalah 82dBA. Dengan demikian mesin briket kayu biomassa tenaga diesel dapat dinyatakan ramah lingkungan karena memiliki jumlah emisi di bawah batas maksimal jumlah CO₂ untuk mesin diesel dan kebisingan yang lebih kecil dari nilai ambang batas kebisingan.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan rancangan mesin bricket biomassa tenaga diesel ditinjau berdasarkan tujuan penelitian dengan melihat konsep perancangan, biaya bahan bakar, biaya produksi mesin, dan polusi dari mesin briket biomassa tenaga diesel. Kesimpulan dari kelima aspek tersebut dan dari analisis sensitivitas adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan konsep perancangan yang telah diolah, pembangkit mesin briket dapat menggunakan mesin diesel dengan kapasitas 30HP dengan putaran 2000rpm. Hal ini didasarkan pada kapasitas awal mesin briket tenaga listrik yang membutuhkan daya 20.000 watt atau 28,6 HP untuk mengoperasikan mesin bricket biomassa.
2. Dengan menggunakan pembangkit mesin diesel maka untuk melanjutkan transmisi dari mesin diesel maka dibutuhkan kopling dan gearbox. Hal ini didasarkan karena putaran yang tinggi namun memiliki torsi yang kurang sehingga putaran dari mesin diesel perlu di alirkan menggunakan kopling dan direduksi dengan menggunakan gearbox.
3. Bahan bakar jenis minyak bakar (High Speed Diesel/HSD) merupakan bahan bakar paling hemat.
4. Secara ekonomis, rancangan mesin bricket biomassa layak dirancang. Hal ini berdasarkan pada biaya bahan bakar dan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan mesin briket biomassa tenaga listrik sehingga dapat meningkatkan jumlah omzet.
5. Polusi dari mesin briket biomassa tenaga diesel dinyatakan ramah lingkungan. Hal ini didasarkan baku mutu untuk polusi udara mesin briket biomassa lebih rendah dari ketentuan yang berlaku dan juga ambang batas kebisingan yang dimiliki mesin briket biomassa tenaga diesel lebih rendah dari ketentuan yang berlaku.

REFERENSI

Chohfi, Q., 2014, Technology to Produce High Energy Biomass Briquettes, Gramedia Pustaka, Jakarta.

Sularso dan Suga, K., 2004. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Cetakan ke 11, PT Pradnya Paramita, Jakarta.