

KAJIAN PERGANTIAN PENGGERAK MESIN BANDSAW DARI MOTOR KONVENSIONAL KE MOTOR INDUKSI 3 FASA DI CV. WANA INDO RAYA

Yusuf Adi Sumariyanto¹, Ir. Gatut Budiono, MT.²
Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118
E-mail: sumariyanto2323@gmail.com

ABSTRAK

Di era industry 4.0 para pelaku bisnis dituntut untuk terus berinovasi, salah satunya pada mesin-mesin produksi. Mesin produksi yang efisien adalah mesin yang mampu bekerja secara optimal dan cost produksinya rendah. CV. Wana Indo Raya berinisiatif melakukan pergantian penggerak pada mesin bandsaw Pandan-YT36 dari mesin berbahan bakar fosil menjadi motor induksi tiga fasa. Tujuan dari pergantian ini selain efisiensi namun juga untuk menjaga lingkungan menjadi lebih baik. Jenis motor induksi yang terpasang saat ini menggunakan Teco 15 HP 2945 Rpm menggantikan solar engine Amec S-1115 24 HP 2400 Rpm. Pergantian yang dilakukan oleh CV. Wana Indo Raya belum dilengkapi kajian secara teknis, yang menunjukkan apakah motor induksi dan sistem transmisinya sudah memenuhi spesifikasi dari besaran cutting force yang diperlukan oleh bandsaw supaya bisa memotong dengan sempurna. Pengkajian ini berdasarkan penentuan besaran cutting force [1] mesin bandsaw yang selanjutnya diolah untuk menentukan besaran dari torsi dan daya motor. Berdasarkan analisis lapangan, studi literatur dan pendekatan melalui perhitungan mesin bandsaw Panda- YT36 besaran cutting force yang diperlukan minimal 58 Newton, sehingga torsi motor yang di perlukan sebesar 58 N.m, dan daya motor minimal 24 HP. Hasil analisa menunjukkan bahwa motor induksi terpasang saat ini masih dibawah spesifikasi yang diperlukan mesin bandsaw Pandan-YT36.

Kata Kunci: bandsaw, cutting force, daya motor, efisiensi, motor induksi 3 fasa, torsi motor

1. Pendahuluan

1.1 Latarbelakang

Perkembangan teknologi di dunia industri semakin ketat setiap tahunnya, tidak terkecuali pada industri kayu. Hal ini menuntut industri harus tetap eksis dengan melakukan inovasi di setiap bagian alur produksi. Sebagai usaha untuk mencapai peningkatan efisiensi produksi perlu adanya improvement pada bagian kinerja mesin.

Salah satu *improvement* yang diterapkan di CV. Wana Indo Raya adalah dengan melakukan pergantian penggerak konvensional pada mesin bandsaw menjadi motor listrik. Bandsaw sendiri adalah mesin pemotong kayu dari *log (kayu gelondongan)* ke bentuk kayu gergajian, melalui proses pembelahan dan pemotongan atau biasa disebut balok.

Proses pemotongan pada mesin bandsaw yang saat ini digerakan oleh motor konvensional sangat beresiko bagi lingkungan, karena menimbulkan polusi suara dan polusi udara akibat hasil dari pembakaran solar. Selain faktor lingkungan, secara ekonomi pemakaian penggerak jenis ini mengeluarkan biaya yang relatif tinggi dari segi perawatan dan operasinya.

Dalam prosesnya pemotongan log di plan sawmill ini berperan penting sebagai awal dari supply balok ke plan selanjutnya. Oleh karena itu untuk memenuhi

kebutuhan tersebut, penulis merancang penelitian berjudul Kajian Pergantian Motor Penggerak Bandsaw dari mesin konvensional ke motor induksi 3 fasa di CV. Wana Indo Raya. Dengan adanya penelitian ini diharapkan improvement yang di terapkan sesuai dengan hal yang direncanakan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa ukuran daya motor induksi 3 fasa yang tepat sebagai pengganti motor konvensional?
2. Berapa besar perbandingan konsumsi energi yang dibutuhkan sebelum dan sesudah dilakukan konversi motor penggerak?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk membuat kajian perencanaan pergantian motor penggerak bandsaw dari mesin konvensional ke motor induksi 3 fasa.
2. Untuk mengetahui perbandingan biaya operasi setelah dilakukan konversi motor penggerak pada mesin bandsaw.

1.4 Kontribusi Penelitian

Dalam penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat bagi Cv. Wana indoraya untuk meningkatkan efisiensi dalam pengoperasian mesin bandsaw.

1.5 Batasan Masalah

1. Kajian teknis perencanaan pergantian motor penggerak ini hanya terbatas pada mesin bandsaw (Plan Sawmill) CV. Wana Indo Raya.
2. Analisis biaya operasi diamati melalui penggunaan energi disetiap per m³ log sengon yang terpotong.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Bandsaw

Mesin *bandsaw* atau biasa disebut gergaji pita adalah mesin gergaji kayu yang mempunyai mata potong berbentuk pita. Mesin gergaji jenis ini cukup banyak dipakai di industri manufaktur khususnya pada industri kayu, yang fungsi utamanya untuk membelah kayu log menjadi balok. Mesin *bandsaw* dapat memotong lebih dengan lebih cepat dan lebih presisi. Kecepatan penggergajian cukup baik karena mata gergaji tidak terputus dan terus berputar [2].

2.2 Faktor Efisiensi

Secara garis besar efisiensi pada mesin *bandsaw* ada beberapa, dalam pembahasan ini di fokuskan pada faktor motor penggerak. faktor ini sangat besar mempengaruhi efisiensi khususnya pada jenis energi yang digunakan dan jenis motor penggerak yang digunakan. Motor penggerak yang baik adalah yang menggunakan energi paling efisien, memperhatikan faktor lingkungan dan memenuhi minimum spesifikasi yang diperlukan [2].

2.3 Tegangan Tarik Kayu Sengon

Kayu sengon merupakan kayu yang terbilang cukup kuat, karena kayu ini termasuk kedalam golongan kayu kuat kelas II seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tegangan tarik kayu

Tegangan	Kelas Kuat			
	KI I	KI II	KI III	KI IV
$\sigma_{it} (kg/cm^2)$	150	100	75	50
$\sigma_{tk II} = \sigma_{tr II} (kg/cm^2)$	130	85	60	45
$\sigma_{tk II} (kg/cm^2)$	40	25	15	10
$\tau_{II} (kg/cm^2)$	20	12	8	5

Dari tabel diatas dijelaskan bahwa kayu sengon mempunyai nilai tegangan tarik sebesar $25 \frac{kg}{cm^2}$. Nilai tersebut terbilang cukup besar, sehingga diperlukan gaya potong yang besar juga saat proses pembelahan kayu log [3].

2.4 Gaya Potong Total (*cutting force*)

Gaya pemotongan adalah gaya yang diperlukan pada mesin bandsaw khususnya untuk bisa memotong kayu sengon, agar hasil potongan dapat sesuai dengan yang diharapkan. Besaran nilai dari gaya potong ini dihitung menggunakan rumus.

$$F_c = F_{cz} \cdot Z \quad (1)$$

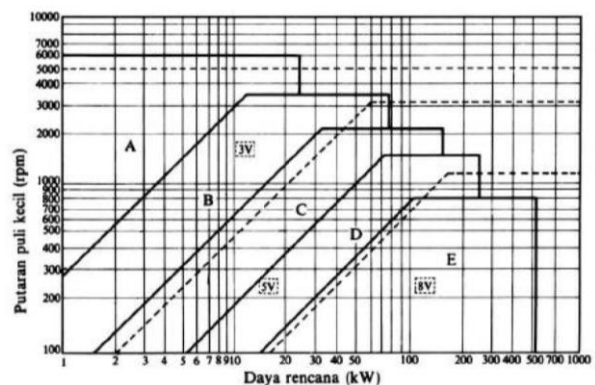
Dimana F_c menyatakan gaya potong total (N), F_{cz} menyatakan gaya potong per gigi (N) dan Z menyatakan jumlah gigi pemotongan [4].

2.5 Torsi dan Daya Motor

Kebutuhan torsi dan daya motor dipengaruhi oleh besaran nilai gaya potong yang diperlukan mesin bandsaw, sehingga gaya potong berbanding lurus dengan torsi dan daya motor [5].

2.6 Sistem Transmisi

Transmisi yang digunakan pada mesin *bandsaw* dalam pembahasan ini menggunakan *pulley* dan *belt*. Pemilihan transmisi khususnya *belt* disesuaikan kebutuhan yang berdasarkan dari besar putaran (n) dan daya (kW) yang di transmisikan seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram pemilihan tipe V-Belt

Sabuk tipe B sangat cocok untuk sistem transmisi bandsaw karna mampu mencapai putaran 3000 Rpm dan daya yang di transmisikan mampu melebihi 10 kw. Untuk pemilihan tipe pulley sendiri disesuaikan juga dengan jenis *v-belt* yang digunakan, untuk tipe B sendiri minimum diameternya 125mm.

3. Metode

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan bulan Juni 2022 yang berlokasi di CV. Wana Indo Raya Lumajang. Studi lapangan berfokus di Plaw Sawmill Klumpit.

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam tugas akhir ini diantaranya:

1. Perumusan masalah yang diangkat dalam pembahasan penelitian.
2. Mengumpulkan data spesifikasi mesin
3. Menghitung kebutuhan besaran torsi dan daya motor yang dibutuhkan bandsaw sebagai bahan kajian.
4. Melakukan uji coba untuk mengetahui besaran efisien setelah pergantian.

3.3 Data Desain Mesin

- a. Spesifikasi bandsaw seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi mesin bandsaw

Vendor / Model	Pandan YT-36
Ø Roda	900mm
Lebar Roda	100mm
Max. Tinggi Pemotongan	750mm
Max. Lebar Pemotongan	300mm
Ukuran Meja Kerja	770 x 690 mm
Kecepatan Putaran	700 – 800 Rpm

- b. Spesifikasi motor penggerak bandsaw seperti yang terlihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Spesifikasi motor diesel

Vendor / Model	AMEC S-1115
Rating Output	25 Hp
Rating Speed	2400 Rpm
Number	230003767

- Besaran torsi motor diesel :

$$T = \frac{5252 \times P}{n}$$

$$T = \frac{5252 \times 25}{2400} = 55 Nm$$

Tabel 4. Spesifikasi Motor Induksi Terpasang

Vendor / Model	Teco
Daya Motor	11 Kw
Arus	21,4-19,6 A
Tegangan	380-415 V
Putaran Motor	2945 Rpm
Frekuensi	50/60 Hz
Pole	2

- Besaran torsi motor :

$$T = \frac{5252 \times P}{n}$$

$$T = \frac{5252 \times 15}{2945} = 26,7 Nm$$

- Slip Motor :

$$Ns = \frac{120 \times f}{p} \quad [6]$$

$$Ns = \frac{120 \times 50}{2} = 3000 Rpm$$

$$\%Slip = \frac{ns - n}{ns} \times 100\%$$

$$\%Slip = \frac{3000 - 2945}{3000} \times 100\% = 1,83\%$$

3.4 Sampel Kayu Percobaan Pemotongan

Uji coba pemotongan untuk mendapatkan besaran konsumsi energi menggunakan 3 ukuran kayu log yang detail dimensinya seperti Tabel 5.

Tabel 5. Sampel kayu log

Sampel	Dimensi (mm)	
	Diameter	Panjang
Kayu 1	130	1310
Kayu 2	220	1020
Kayu 3	310	1035

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Perhitungan Motor Penggerak

4.1.1 Gaya Potong Total

$$Fc = 0,33 \cdot 195$$

$$Fc = 58 N$$

4.1.2 Torsi dan Daya Motor

- $T = 58 N \cdot 1000 mm$

$$T = 58.000 \text{ N. mm}$$

$$\text{Torsi} = 58 \text{ N. m}$$

- $P = 58 \text{ Nm} \cdot \frac{2.314.2945 \text{ rpm}}{60}$
 $P = 17.878,113 \text{ Watt}$
 $P = 17,8 \text{ kW}$
 $P = 24 \text{ HP}$

4.2 Perbandingan Perangkat Terpasang dan Perangkat Hasil Perhitungan

Dari hasil analisa lapangan dan perhitungan maka didapatkan data perbandingan, terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan spesifikasi

	Motor (HP)	Pulley	Belt	n ₁	n ₂
Terpasang	15	100 mm	B138	2945	818
Hasil Perhitungan	24	125 mm	B140	2945	1023

4.3 Arus Starting Motor

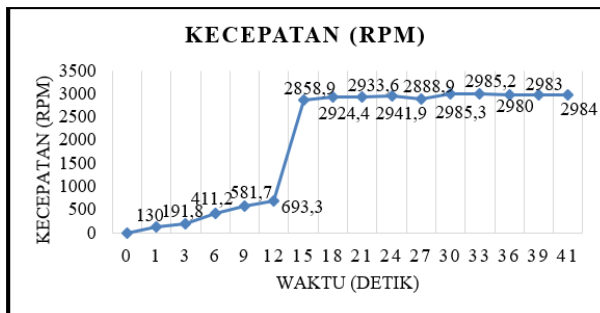
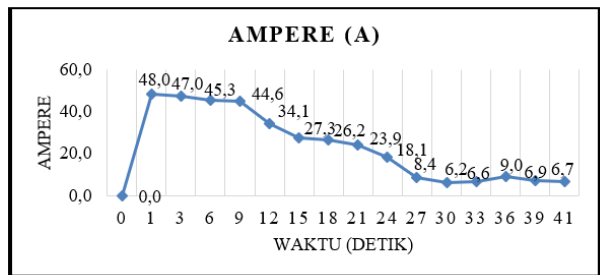
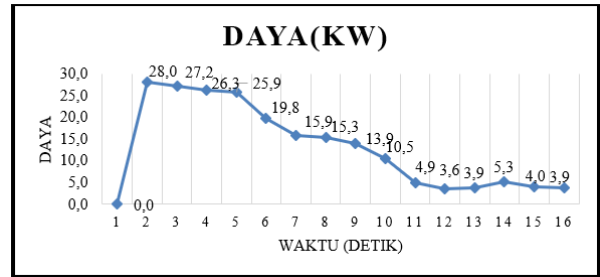
Data ini diambil berdasar dari motor yang terinstal pada mesin bandsaw seperti tabel 4.2 [7].

Tabel 7. Pengukuran starting motor

Waktu (Detik)	Voltage (V)	Ampere (A)	Kecepatan (Rpm)	Daya (kW)
0	397	0,0	0	0,0
1	392	48,0	130	28,0
3	393	47,0	191,8	27,2
6	394	45,3	411,2	26,3
9	394	44,6	581,7	25,9
12	395	34,1	693,3	19,8
15	396	27,3	2858,9	15,9
18	396	26,2	2924,4	15,3
21	396	23,9	2933,6	13,9
24	395	18,1	2941,9	10,5
27	397	8,4	2888,9	4,9
30	397	6,2	2985,3	3,6
33	397	6,6	2985,2	3,9
36	397	9,0	2980	5,3
39	398	6,9	2983	4,0
41	397	6,7	2984	3,9

- $\text{Biaya starting} = \frac{208,4 \times \text{Rp.}972}{15}$
 $= \text{Rp.}13.504/\text{jam}$
 $= \frac{\text{Rp.}13.504}{3600} \times 30 \text{ (Waktu starting)}$
 $= \text{Rp.}112,536/\text{Starting}$

- $\text{Biaya per hari} = \text{Biaya} \times \text{Jumlah} \frac{\text{starting}}{\text{hari}}$
 $= \text{Rp.}112,536 \times 3$
 $= \text{Rp.}337,6/\text{hari}$



Gambar 2. Grafik Tegangan, Arus dan Kecepatan Motor

4.4 Analisa Konsumsi Energi

- Sampel log pertama, volume 0,0172 m³.

Tabel 8. Pengukuran log pertama

Waktu (S)	Voltage (V)	Ampere (A)	Kecepatan (Rpm)	Daya (kW)
0	396	6,7	2985	3,91
1	402	7,2	2965	4,26
3	401	7,2	2910	4,25
6	401	9,7	2880	5,73
9	402	8,8	2889	5,21
12	401	7,8	2990	4,60
15	401	7	2950	4,13
18	402	7,4	2990	4,38
21	401	7,6	2973	4,49
Total				37,05

b. Sampel log kedua, volume $0,0387 \text{ m}^3$.

Tabel 9. Pengukuran log kedua

Waktu (S)	Voltage (V)	Ampere (A)	Kecepatan (Rpm)	Daya (kW)
0	396	6,7	2977	3,91
1	401	14,1	2860	8,32
3	402	6,9	2863	4,08
6	402	7,7	2899	4,56
9	402	9,2	2870	5,44
12	401	8,4	2930	4,96
15	401	8,2	2861	4,84
18	401	8,9	2875	5,25
21	401	7,2	2940	4,25
24	401	9,5	2934	5,61
27	401	7,4	2888	4,37
30	401	6,5	2937	3,84
33	401	8,5	2883	5,02
36	401	7,7	2910	4,55
39	401	7,2	2922	4,25
42	400	8,4	2913	4,95
45	400	7,3	2915	4,30
48	400	8,0	2920	4,71
Total				83,30

c. Sampel log ketiga, volume $0,0781 \text{ m}^3$

Tabel 10. Tabel pengukuran log ketiga

Waktu (s)	Voltage (V)	Ampere (A)	Kecepatan (Rpm)	Daya (kW)
0	397	7,0	2980	4,09
1	401	15,0	2810	8,86
3	401	8,0	2812	4,72
6	402	8,0	2815	4,73
9	401	9,2	2811	5,43
12	401	8,4	2820	4,96
15	402	8,2	2816	4,85
18	401	8,9	2817	5,25
21	401	9,0	2798	5,31
24	401	9,5	2797	5,61
27	402	7,4	2820	4,38
30	401	7,0	2810	4,13
33	401	9,0	2796	5,31
36	402	8,0	2813	4,73
39	401	7,8	2819	4,60
42	401	8,4	2821	4,96
45	401	7,3	2823	4,31
48	401	8,3	2809	4,90
51	402	9,0	2820	5,33
54	400	9,1	2816	5,36
57	401	8,0	2817	4,72

60	401	9,0	2810	5,31
63	402	8,9	2813	5,27
66	401	8,8	2806	5,20
69	401	9,1	2813	5,37
72	401	9,0	2818	5,31
75	402	8,6	2803	5,09
78	401	8,8	2820	5,20
81	402	8,5	2850	5,03
Total				144,25

Jadi besaran daya dan biaya pemotongan per kubik Tabel 8,9, dan 10 bisa dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji coba pemotongan

	Log 1	Log 2	Log 3
Biaya/m³	Rp. 1.526	Rp. 1.562	Rp. 1.443
Daya (kW)	37,05	83,30	144,25

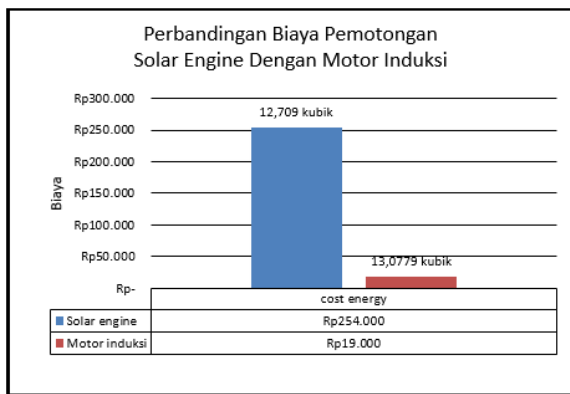
4.5 Perbandingan Biaya Konsumsi Energi

Presentase efisiensi didapatkan dengan membandingkan bandsaw penggerak solar engine dengan bandsaw penggerak motor induksi. Hasil produksi terlihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Produksi Mesin bandsaw

Tipe Penggerak	Volum e Log	Panjang STBR (cm)	Jumlah STBR Lebar 8-16	Total Volum e
Solar engine	12,7059	130	1170	7,2865
Motor induksi	13,0779	130	807	7,4998
		100	438	

- Biaya solar engine*
 $= (\text{Volume log} \times \text{bbm/kubik}) \times \text{Harga BBM}$
 $= (12,7059 \times 1,141) \times 17.500$
 $= \text{Rp. } 253.705$
- Biaya motor induksi*
 $= \text{Volume log} \times \text{Biaya listrik/kubik}$
 $= 13,0779 \times 1.510$
 $= \text{Rp. } 19.747,629$



Gambar . Perbandingan biaya pemotongan

4.6 Presentase Efisiensi

$$Efisiensi = 100\% - \left(\frac{Cost\ solar\ engine}{Cost\ Motor\ induksi} \times 100 \right)$$

$$Efisiensi = 100\% - \left(\frac{253.705}{19.747,629} \times 100 \right)$$

$$Efisiensi = 92,2 \%$$

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Hasil perhitungan menunjukkan besaran daya motor yang diperlukan bandsaw sebesar 24 HP dengan torsi 58 Newton meter, yang artinya motor terpasang saat ini belum kebutuhan daya dan torsi yang diperlukan mesin bandsaw. Hasil analisa dengan melakukan uji coba pemotongan mendapatkan nilai peningkatan efisiensi 92.2% pada mesin bandsaw berpengerak motor induksi 3 fasa.

Hasil uji coba pemotongan menunjukkan bahwa motor induksi yang terpasang saat ini lebih efisien 92,2% dari segi biaya per meter kubiknya dibandingkan penggerak *solar engine*.

5.2. Saran

Sistem kontrol yang masih menggunakan star delta, sebaiknya di ubah menggunakan VSD/VFD sehingga nilai putarannya bisa disesuaikan dan untuk menekan arus starting, adanya pergantian pada sistem penggerak terpasang saat ini mulai dari motor dan sistem transmisinya karena masih dibawah standar yang diperlukan, proses pengasahan pita gergaji sebaiknya menggunakan oil collant sehingga mata gergaji tidak gosong sehingga lebih tajam dan awet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Chuchala, K. A. Orłowski, A. Sandak, J. Sandak, D. Pauliny, and J. Barański, "The effect of wood provenance and density on cutting forces while sawing Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)," *BioResources*, vol. 9, no. 3, pp. 5349–5361, 2014, doi: 10.15376/biores.9.3.5349-5361.

- [2] Wahyudi, "Dasar-Dasar Penggergajian Kayu," no. December, p. 132, 2013.
- [3] PKKI NI-5, "Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia." p. 62, 1961.
- [4] H. Tschatsch and P. Gerhard, *Advanced Machining Technology*. 2008.
- [5] Z. Kopecký, L. Hlásková, and K. Orłowski, "An innovative approach to prediction energetic effects of wood cutting process with circular-saw blades," *Wood Res.*, vol. 59, no. 5, pp. 827–834, 2014.
- [6] J. Siburian, Jumari, and A. Simangunsong, "Studi Sistem Star Motor Induksi 3 Fasa Dengan Metode Star Delta Pada Pt . Toba Pulp Lestari Tbk," *Tekno. Energi Dua*, vol. 9, no. 2, pp. 84–85, 2020.
- [7] J. Desember, M. Huda, S. B. Utomo, and D. Nugroho, "Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Motor Induksi Di Instalasi Pengolahan Air Produksi II Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumda) Kota Semarang Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah," vol. 13, no. 2, pp. 104–110, 2021.

