



Analisis Efisiensi Energi Sistem Hidrolik pada Unit Semiside Tipper Trailer 100 Berbasis Power Pack

Abimanyu Nuswantoro^{1*}, Jenny Ria R², Aries Abbas³, Nurkim⁴

^{*1,2,3,4} Prodi Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia

Corresponding author: ^{*1} abiimanyunuswantoro@gmail.com

ABSTRACT

Sistem hidrolik berbasis power pack merupakan komponen utama pada mekanisme tipping semi side tipper trailer 100 yang berfungsi mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik. Evaluasi efisiensi energi sistem hidrolik menjadi penting untuk mengetahui karakteristik kinerja energi sistem, khususnya pada unit yang masih baru dan berada dalam kondisi layak operasi sesuai standar pabrikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya hidrolik yang dihasilkan, konsumsi energi listrik, serta efisiensi energi total sistem hidrolik, termasuk peran efisiensi motor listrik dan pompa, pada Unit Semi Side Tipper Trailer 100 berbasis power pack berdasarkan data teknis komponen dan kondisi operasi aktual. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan analitis melalui perhitungan debit aliran fluida, daya hidrolik, daya input motor listrik, serta efisiensi energi sistem selama satu siklus proses tipping. Hasil analisis menunjukkan bahwa daya hidrolik yang dihasilkan oleh sistem berada pada kisaran 4,05–5,4 kW, sedangkan daya listrik masukan dari motor penggerak sebesar 31,89 kW. Efisiensi motor listrik yang digunakan mencapai 94,1%, sementara efisiensi energi total sistem hidrolik berada pada kisaran 12,7–16,9%. Konsumsi energi listrik sistem hidrolik selama satu siklus proses tipping dengan waktu operasi 65 detik adalah sebesar 0,575 kWh. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem hidrolik mampu memenuhi kebutuhan gaya angkat pada proses tipping, dengan karakteristik pemanfaatan energi yang dipengaruhi oleh kinerja motor listrik dan pompa hidrolik. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis dalam evaluasi dan pengembangan sistem hidrolik pada unit sejenis.

Keyword

*sistem hidrolik,
efisiensi energi,
power pack,
semi side tipper trailer*

1. PENDAHULUAN

Sistem hidrolik merupakan salah satu rangkaian utama dalam aplikasi teknik modern, khususnya pada peralatan berat yang memerlukan tenaga besar dalam ruang yang relatif kecil. Dalam Semi Side Tipper Trailer 100, sistem hidrolik berbasis power pack digunakan untuk menggerakkan aktuator (cylinder) yang bertanggung jawab atas proses tipping bak. Energi listrik dari motor listrik dikonversi menjadi energi mekanik melalui pompa hidrolik, kemudian disalurkan melalui fluida untuk menghasilkan tekanan dan debit yang diperlukan untuk melakukan kerja angkat secara efisien (Tedja Bhirawa, 2017).

Mengingat bahwa produksi unit Semi Side Tipper Trailer 100 dalam konteks industri manufaktur bersifat produk baru, kemungkinan kegagalan fungsi operasional relatif kecil. Meski demikian, keberhasilan fungsi tidak otomatis menunjukkan bahwa sistem telah bekerja dengan efisiensi energi yang optimal. Energi yang diperoleh dari motor listrik dapat mengalami berbagai kerugian pada setiap tahapan konversi energi misalnya dalam bentuk gesekan pada pompa, kerugian aliran di hose, serta kehilangan tekanan saat melintasi katup kendali sehingga menurunkan energi efektif yang akhirnya digunakan untuk kerja mekanis pada aktuator. Pengertian ini sejalan dengan pendekatan ikut serta di berbagai penelitian energi hidrolik yang menekankan pentingnya evaluasi energi dan kerugian energi dalam sistem hidrolik industri, serta kebutuhan untuk menganalisis kinerja energi secara komprehensif (Левченко, 2017).

Berdasarkan uraian pada, sistem hidrolik pada Semi Side Tipper Trailer 100, penelitian ini difokuskan untuk menjawab beberapa pertanyaan teknis berikut: Berapakah besar daya hidrolik yang dihasilkan oleh sistem hidrolik?, Berapa nilai efisiensi energi total sistem hidrolik pada Unit Semi Side Tipper Trailer 100 berbasis power pack?, Bagaimana kontribusi efisiensi motor listrik dan efisiensi pompa terhadap efisiensi energi sistem hidrolik secara keseluruhan?. Penelitian ini bertujuan Menganalisis daya hidrolik keluaran sistem berdasarkan tekanan dan debit kerja. Menentukan efisiensi energi total sistem hidrolik pada Unit Semi Side Tipper Trailer 100 berbasis power pack. Mengkaji efisiensi motor listrik dan pompa hidrolik berdasarkan data teknis komponen sebagai bagian dari evaluasi kinerja sistem..

2. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan data teknis komponen sistem hidrolik sebagai dasar perhitungan. Tujuan dari metode ini adalah untuk menilai efisiensi energi dan kinerja sistem hidrolik pada Semi Side Tipper Trailer 100 secara sistematis berdasarkan parameter desain dan karakteristik fluida kerja. Secara umum, tahapan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut: (1) Metode Penelitian Teoritis. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teori dan konsep yang berkaitan dengan sistem hidrolik, efisiensi energi, daya hidrolik, serta kinerja komponen sistem hidrolik. Sumber literatur yang digunakan berupa jurnal ilmiah nasional dan internasional serta buku teks teknik yang relevan. Hasil studi literatur digunakan sebagai landasan dalam penyusunan kerangka teori dan penentuan rumus perhitungan yang digunakan dalam analisis. (2) Metode Penelitian Rekayasa. Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi terhadap data teknis komponen sistem hidrolik pada Semi Side Tipper Trailer 100. Data yang dikumpulkan meliputi spesifikasi motor listrik, pompa hidrolik, hose, katup kendali, dan silinder hidrolik yang diperoleh dari data sheet, name plate, dan dokumen teknis internal perusahaan. Data ini digunakan sebagai dasar perhitungan parameter energi sistem hidrolik..

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Motor listrik induksi tiga fasa banyak digunakan sebagai penggerak pompa dalam sistem hidrolik industri, karena kemampuannya menghasilkan torsi awal tinggi dan efisiensi konversi energi yang memadai untuk beban konstan.

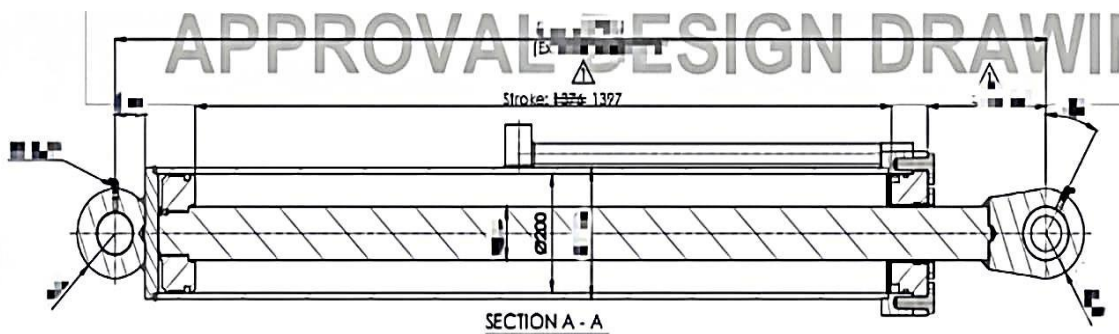


Gambar 1. Motor Listrik

Spesifikasi motor listrik dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 1 spesifikasi motor Listrik

3~MOT. 1LE0102-2AB4 3-3AA4			200 L/M B3 IP 55		LMH-1607/8000136258/017		
V	Hz	kW	A	EPF.	cos \emptyset	T/min	EFF.CI
380/660 Δ/Y	50	30	59/34.0	90.70%	0.85	1470	IE1
440 Δ	60	33.5	56	92.40%	0.85	1765	IE1
BRG DE 6212 Z C3			BPG NDE 6212 ZC3		TH CI 155 (F) AMB 400		
Net: 235 KG							



Gambar 2. Spesifikasi ukuran silinder hidrolik *semi side tipper trailer 100*

1. Perhitungan Daya Hidrolik

Perhitungan daya hidrolik dilakukan untuk mengetahui besarnya energi hidrolik yang dihasilkan oleh sistem pompa berdasarkan tekanan kerja fluida dan laju aliran fluida yang mengalir di dalam sistem (Parr, 2003)(Wirawan sumbodo, Rizki Setiadi, 2017). Besarnya daya hidrolik dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Ph = p \times Q \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: Ph = Daya pompa (watt)

p = Tekanan (N/m^2)

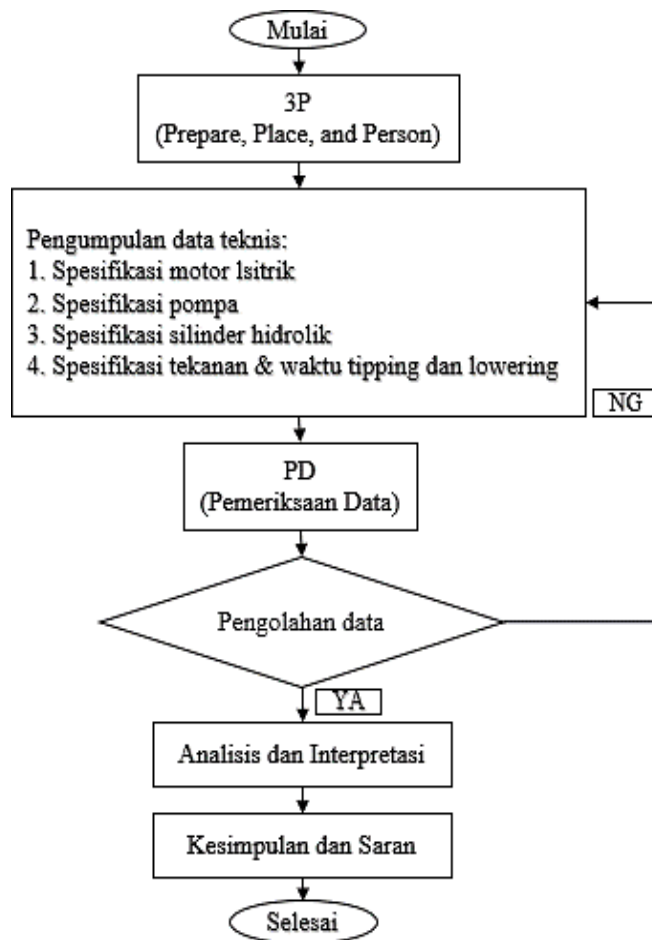
Q = Laju aliran fluida (m^3/s)

Dimana: $Q = V \times A \dots\dots\dots$ (Pustaka 22, hal 149)

Keterangan: Q = Laju aliran fluida

$$V = \frac{\text{Stroke}}{\text{Time}} \quad (m/s) = \text{Kecepatan fluida pada silinder hidrolik}$$

$$A = \frac{(\pi \times D^2)}{4} = \text{Luas penampang pada silinder}$$



Gambar 3 Alur Penelitian

3.2. Pembahasan

Pembahasan difokuskan pada evaluasi daya hidrolik, efisiensi motor listrik, efisiensi pompa, efisiensi energi total sistem, serta konsumsi energi listrik selama proses tipping dan lowering. Seluruh hasil perhitungan diperoleh berdasarkan data teknis komponen dan hasil pengujian unit pada tahap final check, kemudian dianalisis untuk menggambarkan karakteristik pemanfaatan energi sistem hidrolik secara teknis dan terukur.

Data Spesifikasi daya hidrolis

Tabel 2, Data teknis daya hidrolis

Diketahui		Hasil	Satuan
Tekanan		30-40	Bar
Laju aliran		81	L/min

$$Ph = p \times Q \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: Ph = Daya pompa (kW)

p = Tekanan (bar)

Q = Laju aliran fluida (L/min)

Untuk mencari hasil nilai V dan A

$$V = \frac{1,397 \text{ m}}{65 \text{ sec}} = 0,0215 \text{ m/sec}$$

$$A = \frac{(\pi \times 0,20 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi \times 0,04 \text{ m}^2}{4}$$

$$A = \pi \times 0,01 \text{ m}^2$$

$$A = 0,0315 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,0215 \text{ m/sec} \times 0,0315 \text{ m}^2 \times 2$$

$$m^3$$

$$Q = 0,00135 \text{ /second} \times 60$$

$$m^3$$

$$Q = 0,081 \text{ /menit}$$

3

$$Q = 0,081 \text{ m /menit} \times 1000$$

$$= 0,00135 \text{ m}^3/s$$

$$Ph = (4,0 \times 10^6 Pa) \times 0,00135 \text{ m}^3/s$$

Data Spesifikasi Efisiensi Motor Listrik

Tabel 2 Data teknis efisiensi motor listrik

Diketahui	Hasil	Satuan
P_{out}	30	kW
P_{in}	31,89	kW

<i>V</i>	380	<i>Volt</i>
<i>I</i>	59	<i>Ampere</i>
<i>PF</i>	0,85	<i>cos∅</i>

$$\eta_m = P_{out} \times 100\%$$

Keterangan : η_m = Efisiensi motor (100%)

P_{out} = Daya poros (watt)

P_{in} = Input motor (kW)

Untuk mencari P_{out} di dapat dari nameplate pada motor listrik. Sedangkan untuk mencari P_{in} di butuhkan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$P_{in} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (3)$$

Keterangan : V = Tegangan (volt)

I = Arus (Ampere) $\cos \phi$ = Faktor daya

Efisiensi motor listrik ditentukan dari perbandingan antara daya keluaran motor (P_{out}) dan daya masukan listrik (P_{in}). Berdasarkan data nameplate, daya keluaran motor sebesar 30 kW. Daya masukan motor dihitung menggunakan parameter tegangan, arus, dan faktor daya, sehingga diperoleh nilai P_{in} sebesar 31,89 kW.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa efisiensi motor listrik sebesar 94,1%. Nilai ini menunjukkan bahwa sebagian besar energi listrik yang masuk ke motor berhasil dikonversikan menjadi daya mekanik pada poros motor, sedangkan sisanya mengalami rugi-rugi mekanik. Efisiensi motor yang tinggi ini mendukung kinerja sistem hidrolik secara keseluruhan selama proses tipping berdasarkan data aktual diperoleh sebesar 13,5% dari perbandingan daya hidrolik 4,05 kW terhadap daya mekanik masukan pompa 30 kW.

A. Perhitungan Efisiensi Energi Sistem Hidrolik Pada Proses Lowering

$$5,4 \text{ kW}$$

$$\eta_p = 30 \text{ kW} \times 100\%$$

$$\eta_p = 0,18 \times 100\%$$

$$\eta_p = 18 \%$$

Berdasarkan data aktual pengujian unit baru, efisiensi energi sistem hidrolik pada proses lowering diperoleh sebesar 18% dari perbandingan daya hidrolik 5,4 kW terhadap daya mekanik masukan pompa 30 kW.

B. Perhitungan Konsumsi Energi Motor Listrik Selama Satu Siklus Operasi (Tipping)

$$E = 31,89 \text{ kW} \times 65 \text{ sec}$$

$$E = 2.072$$

$$2.072$$

$$E = 3600 = 0,575 \text{ kWh}$$

Konsumsi energi listrik sistem hidrolik pada proses tipping dihitung berdasarkan daya listrik masukan motor dan waktu operasi selama proses pengangkatan bak. Daya input motor yang digunakan sebesar 31,89 kW, dengan waktu operasi proses tipping selama 65 detik. Energi listrik yang dikonsumsi diperoleh dari hasil perkalian daya dan waktu operasi, kemudian dikonversikan dari satuan detik ke jam. Berdasarkan hasil perhitungan, konsumsi energi listrik sistem hidrolik pada proses tipping sebesar 0,575 kWh

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan data teknis perusahaan, sistem hidrolik berbasis power pack pada Unit Semi Side Tipper Trailer 100 menghasilkan daya hidrolik sebesar 4,05 kW pada kondisi tipping dan 5,40 kW pada kondisi lowering, dengan daya listrik masukan motor penggerak sebesar 31,89 kW.

Efisiensi energi total sistem hidrolik, yang dihitung dari perbandingan antara daya hidrolik dan daya mekanik masukan pompa, berada pada kisaran 26,1– 34,8% berdasarkan kondisi operasi aktual.

Efisiensi motor listrik mencapai 94,1%, sehingga kinerja energi sistem hidrolik secara keseluruhan lebih dipengaruhi oleh proses konversi energi pada sistem pompa dan aliran fluida dibandingkan oleh motor penggerak..

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrahman, Antariksa, Bambang Semedi, Slamet Wahyudi. (2025). Redesain Sistem Pendorongan Kapal Laut. Indonesia emas group.
- Adolph, R. (2016). Fluid Power with Applications Anthony Esposito, Seventh Edition.
- Aisa, N. N., & Ramadhan, G. (2024). Perancangan Modul Unit Semi Trailer Side Tipper Menggunakan Metode ADDIE di PT United Tractors Pandu Engineering. *Jurnal Pendidikan Vokasi Raflesia*, 4 (April), 23–34.
- Alvanza Bagus Setianto. (2020). Efisiensi Dan Prinsip Kerja Rem Hidrolik Menurut Hukum Pascal.
- Arifin, M. K. (2022). Fundamental Hydraulic. Poliban Press.
- Costa, G. K., & Sepehri, N. (2024). A New Approach for Measuring and Comparing the Energy Performances in Hydraulic Systems. *Energies*, 17(24). <https://doi.org/10.3390/en17246397>