

[KE-17] ANALISIS KARAKTERISTIK MODEL SISTEM HIDRAULIK ALAT ANGKAT

Nasaruddin Salam¹, Rustan Tarakka^{*1}, Rachmat Suhendro¹

¹Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

*email : rustan_tarakka@yahoo.com

Abstrak

Sistem hidraulik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip Pascal. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja yang dapat dihasilkan oleh sistem hidraulik sebagai alat angkat. Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimen. Pengujian dilakukan dengan 7 variasi pembebanan yaitu 0 N, 9.8 N, 19.6 N, 29.4 N, 39.2 N, 49 N, 58.8 N serta 7 variasi pembukaan katup aliran yaitu 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 100%. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan pada sistem hidraulik alat angkat akan mengakibatkan nilai kecepatan piston silinder semakin rendah. Selain itu, juga menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai tekanan maka nilai daya mekanis dan daya fluida serta efisiensi sistem hidraulik alat angkat akan mengalami peningkatan. Efisiensi maksimum sebesar 34.13% diperoleh pada pembebanan 58.8 N dan pembukaan katup aliran 100% dengan daya mekanis dan daya fluida masing-masing 1.601 Watt dan 4.690 Watt.

Abstract

The hydraulic system is a technology that utilizes liquid to perform linear motion or rotation. This system works on Pascal's principle. This research was conducted to analyze the performance that can be generated by the hydraulic system as a lifting tool. The research was performed with an experimental approach. The tests were carried out in 7 variations of loading: 0 N, 9.8 N, 19.6 N, 29.4 N, 39.2 N, 49 N, 58.8 N, and in 7 variations of valve opening flow that is 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, and 100%. The results obtained indicate that the higher the pressure exerted on the hydraulic system as a lifting tool, the lower the cylinder piston velocity value. In addition, it also shows that higher pressure value will increase the mechanical power and fluid power values as well as the hydraulic system efficiency of the lifting tool. The maximum efficiency of 34.13% is obtained at 58.8 N loading and 100% valve opening with mechanical power and fluid power respectively 1.601 Watt and 4.690 Watt.

Kata Kunci: Daya fluida, daya mekanis, efisiensi, sistem hidraulik, tekanan.

1. Pendahuluan

Alat angkat berperan penting dalam mekanisme transportasi suatu barang dari satu tempat tempat lain. Proses ini tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia melainkan teknologi permesinan yang mengambil alir dalam proses transportasi ini. Dewasa ini, banyak sekali alat angkat dan angkut yang diproduksi dalam berbagai bentuk. Pemilihan alat yang tepat tidak hanya memerlukan pengetahuan khusus tentang desain dan karakteristik operasi suatu mekanisme mesin tetapi juga memerlukan pengetahuan yang menyeluruh tentang peralatan tersebut dalam suatu lokasi tertentu [1].

Sistem hidraulik sudah banyak digunakan di beberapa industri besar, pemanfaatan hidraulik dalam kegiatan perindustrian sangat membantu jalannya kegiatan perindustrian terkait. Penerapan sistem hidraulik biasanya

digunakan dalam berbagai macam bidang industri makanan, industri minuman, industri permesinan, industri otomotif, hingga industri pembuatan robot. Oleh karena itu, pengetahuan tentang komponen dari sistem hidraulik sangat penting dalam semua cabang industri [2].

Berdasarkan analisis tahun 2018 perkembangan industri Indonesia mengalami peningkatan yaitu pada tahun 2018 perekonomian Indonesia tumbuh sebesar 5,17% lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan tahun 2017 yang sebesar 5,07% [3]. Untuk menyeimbangkan produksi yang dihasilkan sesuai dengan permintaan konsumen maka industri-industri dituntut untuk menaikkan atau meningkatkan hasil produksi serta untuk memperlancar pendistribusian produknya baik itu dengan kapasitas kecil maupun dengan kapasitas yang besar. Di dalam pendistribusian produk yang berkapasitas besar sangat diperlukan suatu mesin pemindah bahan untuk

memperlancar gerakan produk dari satu tempat ke tempat lain yang sangat tidak mungkin dilakukan secara manual dengan tenaga manusia.

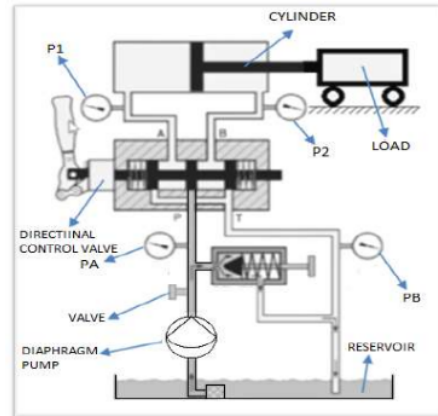
Salah satu alat pemindah bahan tersebut adalah dengan menggunakan sistem hidraulik. Sistem hidraulik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip Pascal, yaitu jika suatu zat cair dikenakan tekanan, tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan sama besar. Prinsip dalam rangkaian hidraulik adalah menggunakan fluida kerja berupa zat cair yang dipindahkan dengan pompa hidraulik untuk menjalankan suatu sistem tertentu.

Sistem hidraulik menggunakan energi kinetik dari cairan yang dipompa pada suatu kolom dan energi tersebut diberikan pukulan yang tiba-tiba menjadi energi yang berbentuk lain (energi tekan). Pompa hidraulik berfungsi untuk mentransfer energi mekanik menjadi energi hidraulik. Pompa hidraulik bekerja dengan cara menghisap oli dari tangki hidraulik dan mendorongnya ke dalam sistem hidraulik dalam bentuk aliran (flow). Aliran ini yang dimanfaatkan dengan cara merubahnya menjadi tekanan. Tekanan dihasilkan dengan cara menghambat aliran oli dalam sistem hidraulik. Hambatan ini dapat disebabkan oleh orifice, silinder, motor hidraulik, dan aktuator. Pompa hidraulik yang biasa digunakan ada dua macam yaitu *positive* dan *nonpositive displacement pump* [4].

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimen. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pompa, tangki/reservoir, silinder hidraulik *double acting*, *directional control valve*, *relieve valve*, pipa/hose, beban, manometer Bourdon, gelas ukur, *stop watch*, fluida cair [5].

Desain model sistem hidraulik yang digunakan pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain model sistem hidraulik

Keterangan :

- *Reservoir* sebagai tempat menampung fluida cair.
- *Diaphragm pump* sebagai penghisap fluida cair dari tangki dan mendorongnya ke seluruh sistem hidrolik.
- *Valve* sebagai pengontrol pembukaan aliran.
- PA manometer Bourdon sebagai alat ukur tekanan fluida cair yang terjadi dari katup aliran ke *directional control valve*.
- *Directional control valve* sebagai pengatur jalur fluida cair untuk menggerakkan silinder hidraulik.
- P1 & P2 manometer Bourdon sebagai alat ukur tekanan fluida cair yang terjadi dari *directional control valve* ke silinder hidraulik.
- Silinder hidraulik sebagai pendorong dan penarik beban.
- *Load/Beban*.
- PB manometer Bourdon sebagai alat ukur tekanan fluida cair yang terjadi dari *directional control valve* ke tangki.

Pengujian dilakukan dengan 7 variasi pembebanan yaitu 0 N, 9.8 N, 19.6 N, 29.4 N, 39.2 N, 49 N, 58.8 N serta 7 variasi pembukaan katup aliran yaitu 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 100%.

Dalam menganalisis kinerja model sistem hidrolik alat angkat, debit fluida cair yang mengalir pada setiap variasi pembukaan katup aliran diukur menggunakan gelas ukur dengan volume 1 liter. Debit aliran dapat dinyatakan dengan persamaan (1).

$$Q = V/t \quad (1)$$

dimana :

Q = debit (m³/s)

V = volume (m³)

t = waktu (s)

Kecepatan yang dihasilkan saat piston silinder mendorong atau menarik beban dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2).

$$u = s/t \quad (2)$$

dimana :

u = kecepatan piston silinder (m/s)

s = jarak (m)

t = waktu (s)

Daya mekanis adalah daya output sistem hidrolik. Daya mekanis dapat dinyatakan dengan persamaan (3).

$$N_a = F.u \quad (3)$$

dimana :

N_a = daya mekanis (Watt)

F = beban (N)

u = kecepatan piston silinder (m/s)

Daya fluida adalah daya input yang dihasilkan pompa hidrolik yang dapat dinyatakan dengan persamaan (4).

$$N_h = P.Q \quad (4)$$

dimana :

N_h = daya Fluida (watt)

Q = kapasitas pompa (m³/s)

P = tekanan (Pa)

Efisiensi hidrolik adalah perbandingan antara daya mekanis dan daya fluida yang dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (5).

$$\eta_h = N_a/N_h \times 100\% \quad (5)$$

dimana :

η_h = efisiensi hidrolik (%)

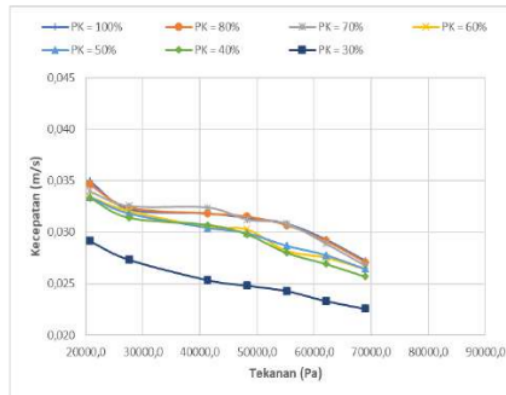
N_h = daya mekanis (watt)

N_a = daya fluida (watt)

3. Hasil dan Pembahasan

a. Hubungan kecepatan terhadap tekanan pada sistem hidrolik

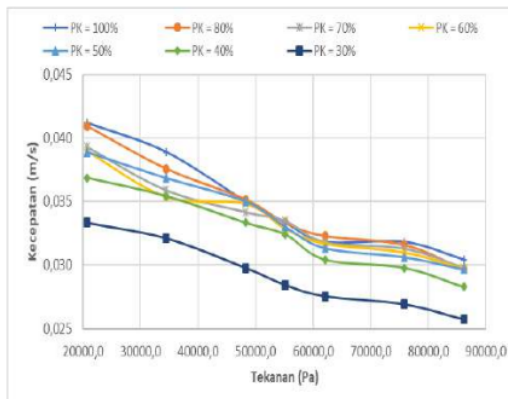
Hubungan antara kecepatan terhadap tekanan saat piston silinder mendorong beban ditampilkan pada gambar 2. Sementara, hubungan antara tekanan terhadap kecepatan saat piston silinder menarik beban diberikan pada gambar 3. Pada gambar 2, diperoleh informasi bahwa hubungan antara kecepatan terhadap tekanan saat piston silinder mendorong beban mengalami perubahan yang cukup signifikan. Dimana semakin tinggi tekanan dalam sistem hidrolik maka nilai kecepatan saat piston silinder mendorong beban mengalami penurunan. Nilai kecepatan tertinggi terjadi pada pembukaan katup aliran 100% dengan tekanan 20684.28 Pa dan beban 0 N sebesar 0.0350 m/s. Sementara, untuk nilai kecepatan terendah terjadi pada pembukaan 30% dengan tekanan 68947.6 Pa dan beban 58.8 N sebesar 0.0226 m/s.



Gambar 2. Hubungan kecepatan terhadap tekanan saat piston silinder mendorong beban pada model sistem hidrolik alat angkat

Pada pengujian saat piston silinder menarik beban seperti yang diperlihatkan pada gambar 3 menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan dan tekanan pengujian saat piston silinder menarik beban mengalami perubahan yang cukup signifikan. Semakin tinggi tekanan yang diberikan maka nilai kecepatan saat piston silinder menarik beban mengalami penurunan. Nilai kecepatan tertinggi terjadi pada pembukaan 100% dengan tekanan 20684.28 Pa dan beban 0 N sebesar 0.0412 m/s. Sementara, nilai kecepatan terendah terjadi pada pembukaan 30% pada tekanan 68947.6 Pa dan beban 58.8 N sebesar 0.0257 m/s.

Kecepatan yang terjadi dapat mewakili kinerja dari sistem hidraulik yang digunakan. Dari hasil pengujian, diperoleh kecepatan kerja hidraulik akan semakin naik jika tekanan yang diberikan semakin rendah, begitu pula sebaliknya bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan maka nilai kecepatan yang dihasilkan akan semakin rendah. Pada pembukaan katup aliran 30%, terjadi perubahan kecepatan terendah seiring dengan meningkatnya tekanan yang diberikan. Hal tersebut disebabkan karena semakin sempit pembukaan katup aliran maka debit aliran yang masuk berkurang sehingga kecepatan piston silinder mendorong beban akan melambat seiring dengan peningkatan tekanan yang diberikan.



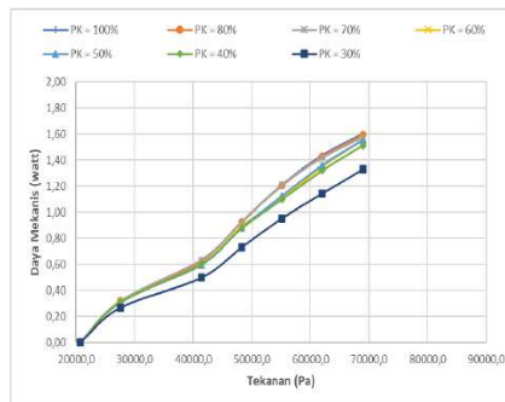
Gambar 3. Hubungan kecepatan terhadap tekanan saat piston silinder menarik beban pada model sistem hidraulik alat angkat

Hasil penelitian yang diperoleh oleh Abidin, K. dan Wagiani, S, menginformasikan bahwa suatu fluida yang dilengkapi dengan sebuah penghisap yang dapat bergerak maka tekanan di suatu titik tertentu tidak hanya ditentukan oleh berat fluida di atas permukaan air tetapi juga oleh gaya yang dikerahkan oleh penghisap yang sesuai dengan Prinsip Bernoulli, dimana apabila kecepatan aliran fluida itu tinggi, maka tekanan fluida akan menjadi rendah. Sebaliknya, jika kecepatan aliran fluida rendah, tekanannya menjadi tinggi [6].

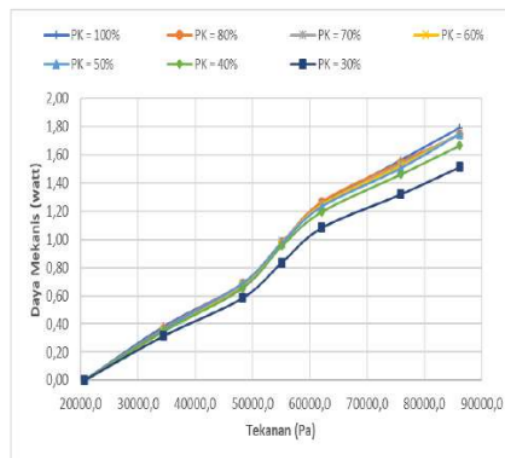
b. Hubungan daya mekanis terhadap tekanan pada sistem hidraulik

Hubungan antara daya mekanis terhadap tekanan pada saat piston silinder mendorong beban diperlihatkan pada gambar 4 dan

hubungan antara daya mekanis terhadap tekanan saat piston silinder menarik beban diberikan pada gambar 5. Dari gambar 4, diperoleh bahwa seluruh pembukaan katup aliran saat piston silinder mendorong beban dari 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 100%, terjadi perubahan daya mekanis yang berbeda di setiap pembukaan, dimana semua mengalami peningkatan daya mekanis seiring peningkatan tekanan yang terjadi. Nilai tekanan yang diberikan berturut-turut adalah 20684.28 Pa, 27579.04 Pa, 41368.56 Pa, 48263.32 Pa, 55158.08 Pa, 62052.84 Pa dan 68947.6 Pa.



Gambar 4. Hubungan daya mekanis terhadap tekanan saat piston silinder mendorong beban pada model sistem hidraulik alat angkat



Gambar 5. Hubungan daya mekanis terhadap tekanan saat piston silinder menarik beban pada model sistem hidraulik alat angkat

Dari gambar 5 dapat diperoleh bahwa seluruh bukaan katup aliran pada saat piston silinder menarik beban dari 30%, 40%, 50%,

60%, 70%, 80%, dan 100%, terjadi perubahan daya mekanis yg berbeda di setiap pembukaan katup aliran, dimana semua mengalami peningkatan daya mekanis seiring peningkatan tekanan yang diberikan. Nilai tekanan yang digunakan adalah sama seperti pada saat piston silinder menarik beban.

Daya mekanis adalah output yang dihasilkan pada suatu sistem hidraulik yang digerakkan oleh pompa dengan bantuan daya fluida dan tekanan. Hal tersebut berdasarkan beban/gaya dan kecepatan piston silinder yang diberikan sehingga menghasilkan daya mekanis. Apabila gaya yang diberikan pada suatu benda semakin besar, maka tekanan yang dihasilkan juga bertambah besar. Sebaliknya, semakin luas permukaan benda, maka tekanan yang dihasilkan akan semakin kecil, dimana luas permukaan berbanding terbalik dengan tekanan. Gaya yang dimaksud merupakan gaya tegak lurus terhadap permukaan suatu obyek [7].

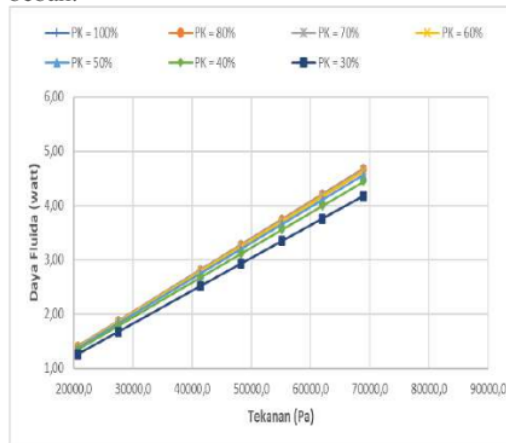
Berdasarkan hasil yang diperoleh pada setiap pembukaan katup aliran, diketahui bahwa nilai daya mekanis yang dihasilkan berbanding lurus dengan tekanan yang dihasilkan. Nilai daya mekanis yang diperoleh akan terjadi peningkatan seiring meningkatnya tekanan yang diberikan [8].

c. Hubungan daya fluida terhadap tekanan pada sistem hidraulik

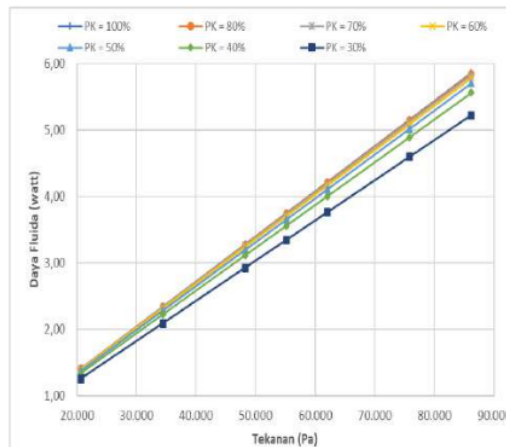
Hubungan daya fluida terhadap tekanan pada saat piston silinder mendorong beban diperlihatkan pada gambar 6. Sementara, hubungan daya fluida terhadap tekanan pada saat piston silinder menarik beban dapat dilihat pada gambar 7. Dari gambar 6, terlihat bahwa pada seluruh pembukaan katup aliran pada saat piston silinder mendorong beban dari 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 100%, terjadi peningkatan daya fluida seiring peningkatan tekanan yang diberikan. Nilai tekanan yang diberikan berturut-turut adalah 20684.28 Pa, 27579.04 Pa, 41368.56 Pa, 48263.32 Pa, 55158.08 Pa, 62052.84 Pa dan 68947.6 Pa.

Dari gambar 7, menunjukkan bahwa pada seluruh pembukaan katup aliran pada saat piston silinder menarik beban dari 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 100%, terjadi peningkatan daya fluida seiring peningkatan tekanan yang diberikan. Nilai tekanan yang diberikan sama

seperti pada saat piston silinder mendorong beban.



Gambar 6. Hubungan daya fluida terhadap tekanan saat piston silinder mendorong beban pada model sistem hidraulik alat angkat

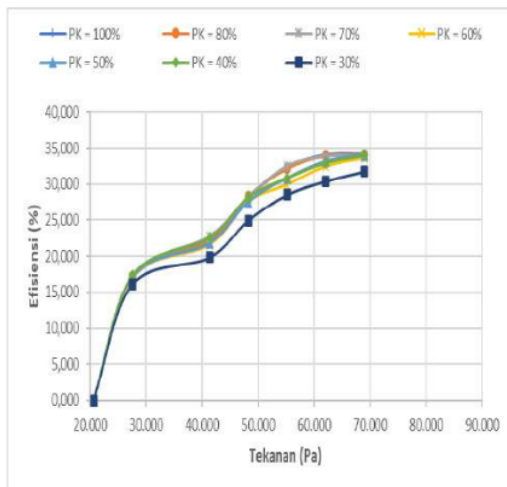


Gambar 7. Hubungan daya fluida terhadap tekanan saat piston silinder menarik beban pada model sistem hidraulik alat angkat

Berdasarkan hasil yang diperoleh, diketahui bahwa nilai daya fluida yang dihasilkan mengalami peningkatan seiring meningkatnya tekanan yang diberikan. Hal tersebut karena tekanan fluida yang ada dalam sistem hidraulik akan terdesak akibat tekanan luar yang diberikan, dimana besarnya tekanan yang diberikan berbanding lurus dengan daya fluida [9]. Hasil penelitian yang diperoleh sejalan dengan yang telah dilakukan oleh Datur, I. et al., dimana tekanan dipengaruhi oleh luas permukaan benda dan massa fluida berbanding lurus dengan tekanan yang diberikan [10].

d. Hubungan efisiensi terhadap tekanan pada sistem hidraulik

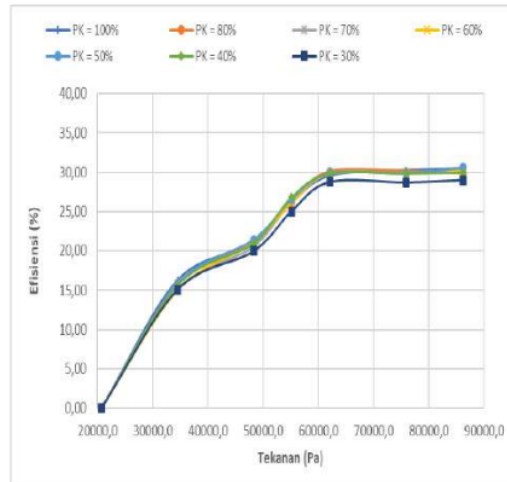
Hubungan antara efisiensi terhadap tekanan pada pengujian saat piston silinder mendorong beban dan menarik beban diberikan pada gambar 8 dan gambar 9



Gambar 8. Hubungan efisiensi terhadap tekanan saat piston silinder mendorong beban pada model sistem hidraulik alat angkat

Dari gambar 8, diperoleh informasi bahwa hubungan antara efisiensi terhadap tekanan hidraulik pada saat piston silinder mendorong beban mendapatkan hasil yang signifikan dari masing-masing pembukaan katup aliran. Pada pembukaan katup aliran 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 100%, dimana semakin tinggi nilai tekanan yang diberikan maka nilai efisiensi mengalami kenaikan. Nilai efisiensi tertinggi terjadi pada pembukaan 100% dengan tekanan 68947,6 Pa yaitu sebesar 34,133%.

Sementara pada gambar 9, diperlihatkan bahwa hubungan antara efisiensi terhadap tekanan pada saat piston silinder menarik beban juga mendapatkan hasil yang signifikan dari masing-masing pembukaan katup aliran. Pada pembukaan katup aliran 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 100%, dimana semakin tinggi nilai tekanan yang diberikan maka nilai efisiensi mengalami kenaikan. Nilai efisiensi tertinggi terjadi pada pembukaan katup aliran 100% dengan tekanan 86184,5 Pa sebesar 30,524%.



Gambar 9. Hubungan efisiensi terhadap tekanan saat piston silinder menarik beban pada model sistem hidraulik alat angkat

4. Kesimpulan

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan pada sistem hidraulik alat angkat akan mengakibatkan nilai kecepatan piston silinder semakin rendah. Selain itu, juga menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai tekanan maka nilai daya mekanis dan daya fluida serta efisiensi sistem hidraulik alat angkat akan mengalami peningkatan. Efisiensi maksimum sebesar 34,13% diperoleh pada pembenanan 58,8 N dan pembukaan katup aliran 100% dengan daya mekanis dan daya fluida masing-masing 1,601 Watt dan 4,690 Watt.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala dan Staf Laboratorium Mekanika Fluida Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang mengizinkan dan memfasilitasi penelitian ini

Referensi

- [1] Nanda Bhirawa Bagus Prasetyo Perencanaan, "Crane Portable Dengan Kapasitas Angkat 500", Universitas Muhammadiyah Malang, 2014.
- [2] Soleh Anivaluddin, "Analisis Sistem Hydraulic Pada Electrical Portable Hydraulic Jack", 2018.
- [3] Kementerian Perindustrian RI, "Laporan Analisis Perkembangan Industri Edisi 1", 2019.

- [4] Zhang, Qin, "Hydraulik Linear Actuator Velocity Control Using A Feedforward-Pid Control", *Department of Agricultural Engineering University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL* 61801, 1994.
- [5] Indra Sumarwijaya Siagian, "Analisis Sistem Kontrol Servo Hidrolik Pada Mesin Semi Solid Metal Forging Rancangan BPPT-MEPP0", 2014.
- [6] Abidin, K., Wagiani, S. "Studi Analisis Perbandingan Kecepatan Aliran Air Melalui pipa Venturi Dengan Perbedaan Diameter Pipa", *Jurnal Dinamika*, Vol.4(1), 2013, pp. 62-78.
- [7] Russell kuhtz. , "Chemistry: Understanding Substance and Matter", 2015.
- [8] Yanuar, E. E., & Nugroho, S., "Analysis of the Effect of By-pass Pumping System Application on the Efficiency of the Pump and Process", *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan* , 2016.
- [9] Nurcholis L., "Perhitungan Laju Aliran Fluida pada Jaringan Pipa", 2008, pp. 1593-3451.
- [10] Datur, I. S., Yuliati, L., & Mufti, N., "Eksplorasi Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Fisika pada Materi Fluida Statis", *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2016, pp. 294-300.