

Pembuatan dan Analisa Performa Tekanan dan RPM pada Komponen Swing Hidrolik di Alat Peraga Mini Excavator

¹⁾Angga Prasetio Aji, ¹⁾Benidiktus Tulung Prayoga, ¹⁾Felixtianus Eko Wismo Winarto, ¹⁾Braam Delfian Prihadianto, ^{1)*}Galuh Bahari

⁽¹⁾Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada
Jalan Yacaranda, Sekip Unit IV Yogyakarta
*Email: galuh.bahari@ugm.ac.id

Diterima: 14.11.2023, Disetujui: 29.04.2024, Diterbitkan: 22.05.2024

ABSTRACT

The Vocational School Education is a university-level higher education program that places greater emphasis on practical fieldwork relevant to industry needs rather than academic theoretical knowledge. In Indonesia, vocational school programs or diplomas play a crucial role in the development and scientific research. The creation of a mini excavator model is a research and innovation project aimed at supporting students' practical training activities. The development of hydraulic swing components is used to enhance the components of the mini excavator model, which will later be expanded for educational purposes in the hydraulic drive system. The ultimate goal of this research is to manufacture hydraulic swing components that will be installed in the mini excavator model, with the final objective being to determine the pressure and rpm performance of these hydraulic swing components. Based on the conducted research, operating the mini excavator model requires a radius dimension or distance from the center point to the warning line of 3 m², and the maximum pressure for the mini excavator model is 150 kgf/cm², resulting in 11.17 rpm. Meanwhile, the allowable pressure for operating the hydraulic swing components in the mini excavator model is 100 kgf/cm², resulting in 8.54.

Keywords: hydraulic system, hydraulic motor, swing mechanism, instructional tool, mini excavator

ABSTRAK

Pendidikan Sekolah Vokasi adalah program pendidikan tinggi tingkat universitas yang menekankan lebih banyak praktik lapangan sesuai bidang yang dibutuhkan oleh industri daripada teori keilmuan akademisi. Di Indonesia program sekolah vokasi atau diploma ini memiliki peran penting dalam pengembangan dan penelitian ilmiah. Pembuatan alat peraga mini excavator adalah penelitian dan inovasi untuk mendukung kegiatan praktikum mahasiswa. Pembuatan komponen swing hidrolik digunakan untuk menyempurnakan komponen pada alat peraga mini excavator yang nantinya akan dikembangkan untuk alat peraga pembelajaran sistem penggerak hidrolik. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah pembuatan komponen swing hidrolik yang akan dipasang di alat peraga mini excavator dan yang terakhir adalah mengetahui performa tekanan dan rpm pada komponen swing hidrolik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk mengoperasikan alat peraga mini excavator membutuhkan radius dimensi atau jarak dari titik pusat dengan warning line sejauh 3 m² dan tekanan maksimal pada alat peraga mini excavator adalah 150 kgf/cm² yang menghasilkan 11,17 rpm sedangkan tekanan yang diizinkan untuk mengoperasikan komponen swing hidrolik pada alat peraga mini excavator adalah 100 kgf/cm² yang menghasilkan 8,54 rpm.

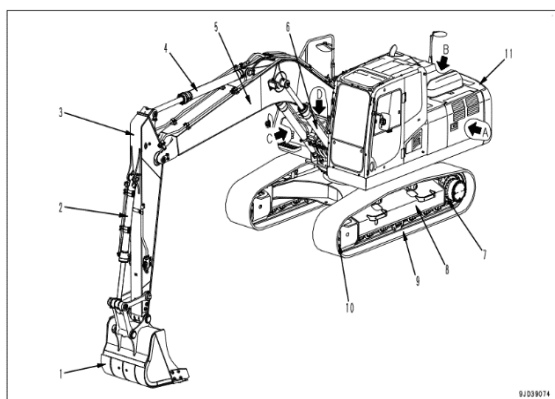
Kata Kunci: Sistem hidrolik, motor hidrolik, swing, alat peraga, mini excavator

I. Pendahuluan

Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada memiliki salah satu program studi Teknik Pengolaan dan Perawatan Alat Berat yang menggunakan kurikulum dengan persentase 60% praktik dan 40% teori keilmuan. Dengan begitu mahasiswa memiliki keterampilan bekerja lebih dibidang alat berat yang nantinya menjadi bekal untuk bersaing di

dunia kerja. Melihat program studi Teknik Pengelolaan dan Perawatan Alat Berat yang masih tergolong baru, penulis melihat permasalahan tersebut sehingga penulis melakukan penelitian ini untuk memberikan fasilitas penunjang praktikum sistem penggerak hidrolik dengan cara membuat alat peraga mini excavator khususnya pada komponen swing hidrolik.

Hidrolik excavator merupakan jenis alat berat yang berfungsi untuk penggalian (*excavating*), pengangkatan (*lifting*), pengikisan (*scraping*), perataan (*grading*), dan pemindahan tanah (*earthmoving*). Untuk melakukan pekerjaannya excavator menggunakan sistem hidrolik. Sistem hidrolik merupakan bentuk pemindahan daya fluida bertekanan yang akan dikonversikan menjadi daya mekanis (Syaefudin, 2014). Alat berat excavator sering digunakan pada industri-industri, pertambangan, konstruksi, dan perkebunan. Excavator merupakan alat berat yang memiliki berbagai macam jenis *front attachment* sehingga excavator dapat melakukan beberapa macam kondisi pekerjaan sesuai yang dibutuhkan. Macam-macam *front attachment* excavator yaitu bucket, breaker, ripper, trencher, dan lain sebagainya. Secara umum menurut (Majid, 2021) konstruksi alat berat excavator memiliki 3 bagian utama, yaitu lower structure, upper structure, dan *attachment*. Bagian bawah (*lower structure*) merupakan komponen yang letaknya dibagian bawah alat berat, seperti idler, track shoe, sprocket, motor travel, dan lain-lain. Bagian atas (*upper structure*) merupakan bagian alat berat yang letaknya dibagian atas alat berat, seperti kabin, mesin, pompa hidrolik, control valve, dan lain-lain.



Gambar 1. Bagian Excavator, bucket (1), bucket cylinder (2), arm (3), arm cylinder (4), boom (5), boom cylinder (6), sprocket (7), track frame (8), track shoe (9), idler (10), counterweight (11)
Sumber. (Komatsu, 2021)

Swing device adalah komponen yang berada pada alat berat excavator yang berfungsi untuk melakukan gerak putar sebesar 360° pada bagian atas (*upper structure*) pada excavator. Cara kerja dari swing ini adalah gerakan putar dihasilkan oleh swing machinery yang merubah tekanan dari pompa menjadi putaran, dimana putaran yang dihasilkan akan direduksi kembali

agar menghasilkan torsi yang lebih besar untuk memutar upper structure (Pradita, 2020). *Swing device* memiliki beberapa komponen untuk melakukan pekerjaannya, yaitu motor hidrolik, swing reducer, pompa hidrolik, katup, actuator, dan tapered bearing.

Motor hidrolik adalah bentuk lain dari aktuator yang memiliki mekanisme mengubah tekanan hidrolik dari pompa menjadi tenaga mekanis berupa putaran (Firmando, 2019). Prinsip kerja dari motor hidrolik berlawanan dengan prinsip kerja pompa hidrolik yaitu dengan cara meneruskan aliran fluida bertekanan lalu mengubahnya menjadi tenaga mekanik berupa gerakan rotasi atau putaran (torsi dan perpindahan sudut) (Hunt & Vaughan, 1997). Kecepatan dan torsi motor hidrolik bergantung pada displacement motor, yaitu banyaknya aliran fluida bertekanan setiap putarannya (Pradita, 2020). Motor hidrolik dapat bekerja dengan dua arah putaran disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dengan cara mengubah arah aliran pada inputan motor hidrolik.

Swing Reducer adalah komponen yang berada pada *swing device* yang berfungsi untuk mereduksi putaran pada swing motor sehingga menghasilkan torsi yang lebih besar untuk menggerakkan *upper structure*. Torsi yang besar ini memiliki kerugian yaitu kecepatan gerak putar menjadi lebih lambat. Sistem kerja dari swing reducer menggunakan planetary gear. Planetary gear memiliki tiga bagian utama, yaitu sun gear, planetary gear, dan ring gir.

Pompa hidrolik merupakan komponen sistem hidrolik yang berfungsi untuk merubah energi mekanis menjadi energi hidrolik atau fluida bertekanan (Rahmani, 2020). Prinsip kerja dari pompa ini adalah dengan meneruskan putaran yang terhubung dengan poros motor listik sehingga membangkitkan tekanan dan aliran fluida hidrolik yang kemudian diteruskan pada sistem.

Katup merupakan komponen sistem hidrolik yang berfungsi untuk mengatur arah aliran dan tekanan yang masuk ke dalam sistem hidrolik, bisa berupa silinder hidrolik dan motor hidrolik (Rizal, 2017).

Aktuator adalah unit penggerak yang memiliki fungsi mengkonversikan tenaga hidrolik atau tekanan fluida menjadi tenaga mekanis. Penggerak putar adalah bentuk dari

aktuator yang output gerakanya putaran seperti motor hidrolis dan penggerak lurus (linier actuato) adalah bentuk dari aktuato yang output gerakanya lurus seperti silinder hidrolis.

Bearing merupakan komponen mekanik yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua komponen agar gerakannya sesuai arah yang diinginkan, bearing dapat membantu mengurangi gesekan pada komponen yang berputar, dan menjaga gerak komponen linier pada jalurnya. Tapered roller bearing adalah jenis anti frication bearing yang memiliki konstruksi untuk menahan beban berat berupa beban aksial.

Penelitian tentang rancang bangun excavato sederhana merupakan penelitian yang membahas perancangan dan pembuatan excavato sederhana dengan menggunakan penggerak sistem hidrolis (Majid, 2021). Pada penelitian ini membahas tentang perancangan desain komponen-komponen pada sistem penggerak excavato sederhana dan perhitungan beban rangka dan efisiensi sistem hidrolis pada pembuatan excavato sederhana. Dari penelitian tersebut memperoleh nilai efisiensi keseluruhan pada excavato sederhana yaitu 64%. Nilai tersebut berdasarkan perhitungan seluruh sistem penggerak excavato sederhana. Sehingga dapat digunakan untuk media peraga pembelajaran pada sistem hidrolis di excavato sederhana ini.

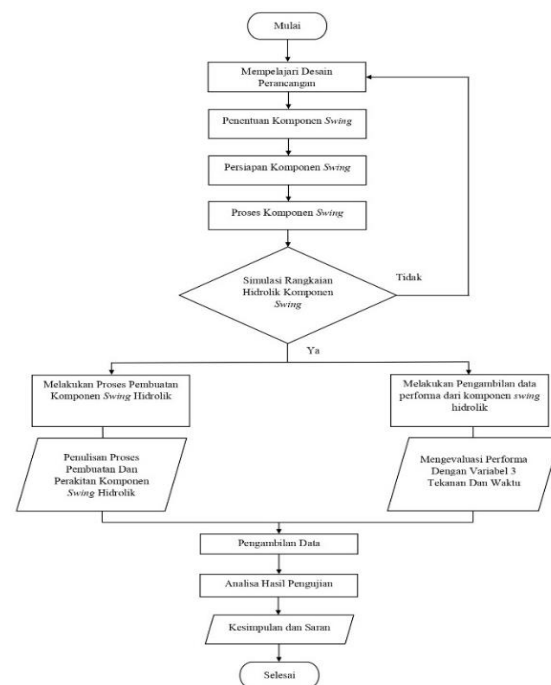
Penelitian oleh (Syaefudin, 2014) tentang pembuatan alat peraga planetary gear set merupakan penelitian yang membahas tentang pembuatan alat peraga planetary gear set sebagai pembelajaran power train atau sistem penggerak. Penelitian ini melakukan perancangan, penentuan bahan komponen, pembuatan komponen, dan dilanjutkan perakitan komponen pemindah daya. Penelitian ini menghasilkan alat peraga planetary gear set, yang terdiri dari sun gear, planetary gear, ring gear, and shaft. Dari komponen planetary gear set mahasiswa dapat memahami bagaimana prinsip kerja, arah putaran, besar torsi yang dihasilkan, dan proses pentransferan putaran.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk memecahkan permasalahan yang ada diantaranya yaitu membuat komponen swing hidrolis pada alat peraga mini excavato dan melakukan analisa performa tekanan dan rpm pada komponen swing hidrolis. dari bagian pendahuluan berisi deskripsi tujuan penelitian.

II. Bahan dan Metode

Penelitian pembuatan dan analisa performa tekanan dan rpm pada komponen swing hidrolis di alat peraga mini excavato ini dilakukan dengan membentuk tim peneliti yang terdiri dari 5 mahasiswa Teknik Pengelolaan dan Perawatan Berat. Penelitian ini dimulai dari rancangan desain alat, pembuatan alat, pengujian alat, dan yang terakhir adalah penulisan tugas akhir. Penelitian ini dimulai pada bulan Desember 2022 - Juni 2023 dan dilakukan di Laboratorium Alat Berat, Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada serta pada Workshop PT Alberindo Prima Persada selaku perusahaan yang bekerja sama dalam penelitian ini.

Dalam proses pembuatan mekanisme bucket perlu ditentukan sistematika alur yang tepat dan jelas. Gambar 2 merupakan diagram alur pembuatan mekanisme komponen swing hidrolis.

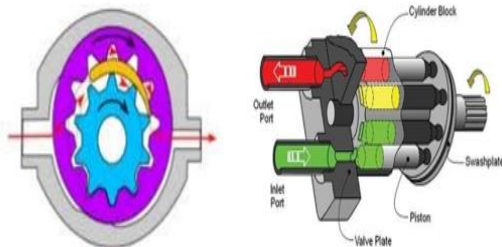


Gambar 2 Diagram pembuatan dan analisa performa

III. Hasil dan Pembahasan

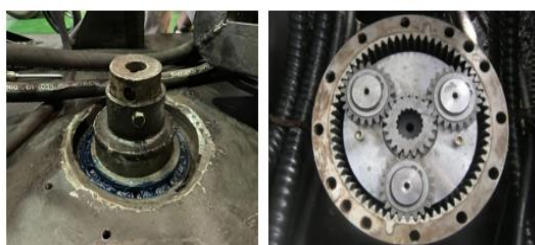
Perbedaan komponen yang berada pada swing hidrolis yang dirancang oleh penulis dan swing hidrolis pada excavato umumnya adalah yang pertama penggerak utama motor hidrolis, pada swing hidrolis yang dirancang oleh penulis menggunakan motor hidrolis tipe roda gigi internal seperti pada Gambar 3a,

sedangkan pada excavator pada umumnya menggunakan motor hidrolis tipe aksial hidrolis piston seperti pada Gambar 3b. Perbedaan tersebut hanya pada mekanisme dari konversi fluida bertekanan menjadi gerak rotasi, untuk outputnya sama, yaitu gerakan rotasi untuk menggerakkan mekanisme swing pada unit.



Gambar 3 Tipe roda gigi internal (a), tipe piston aksial (b)

Perbedaan selanjutnya adalah pada komponen swing yang dirancang oleh penulis tidak menggunakan swing reducer planetary gear set seperti pada Gambar 4a putaran pada motor hidrolis langsung digunakan untuk melakukan mekanisme gerakan swing pada unit, sedangkan excavator pada umumnya menggunakan swing reducer planetary gear set yang mana putaran pada motor hidrolis akan di reduksi sebelum digunakan untuk melakukan gerakan mekanisme swing pada unit, seperti pada Gambar 4b. Hal ini mempengaruhi gerakan mekanisme swing dan rpm yang dihasilkan nantinya.



Gambar 4 Mekanisme swing (a) dan planetary gear set (b)

Kelebihan dari komponen swing hidrolis pada alat peraga mini excavator adalah biaya untuk produksi komponen swing hidrolis lebih murah, komponen swing hidrolis memiliki part yang lebih sedikit, maintenance komponen lebih sederhana, dan lebih ramah lingkungan karena menggunakan listrik dan tidak memiliki gas buang

Kekurangan dari komponen swing hidrolis

pada alat peraga mini excavator adalah komponen swing hidrolis ini belum menggunakan swing reducer sehingga torsinya relatif kecil dan komponen swing hidrolis ini belum dilakukan pengujian secara maksimal dikarenakan ini adalah penelitian pertama.

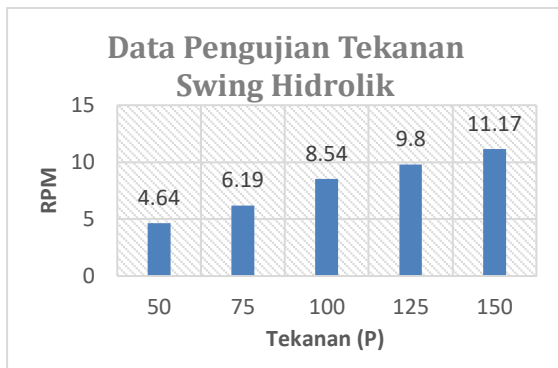
Pengambilan data evaluasi performa komponen swing hidrolis ini berfokus pada gerakan, 5 jenis variabel tekanan, dan rpm yang dihasilkan. Dari pengambilan data tersebut akan dianalisa dan dibandingkan dengan data swing hidrolis excavator PC-78US, PC-130F-7, dan dipresentasikan dalam bentuk grafik. Kemudian menentukan tekanan dan rpm yang aman pada komponen swing hidrolis untuk dioperasikan pada alat peraga mini excavator untuk digunakan sebagai alat pembelajaran di laboratorium alat berat Departemen Teknik Mesin. Data pengukuran tekanan dan rpm dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengukuran Tekanan RPM

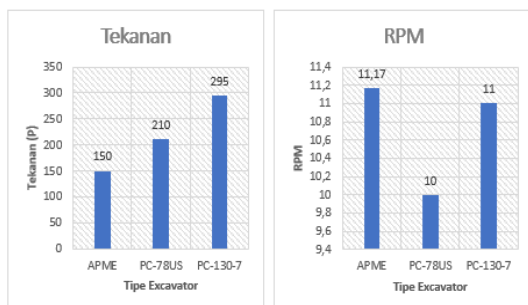
No	Tekanan Hidrolis	RPM
1	50 kgf/cm ²	4,64
2	75 kgf/cm ²	6,19
3	100 kgf/cm ²	8,54
4	125 kgf/cm ²	9,8
5	150 kgf/cm ²	11,17

Data tersebut kemudian dianalisa dan dilakukan perbandingan dengan data swing pada unit KOMATSU PC-78US (Komatsu, 2008) dan PC130F-7 (Komatsu, 2012). Gambar 5 menunjukkan bahwa seiring kenaikan tekanan hidrolis, maka diikuti dengan kenaikan rpm pada gerakan swing atau rotasi. Hal tersebut dapat divalidasi dengan data grafik pada Gambar 6 dengan catatan memiliki spesifikasi yang sama. Berdasarkan grafik tekanan pada Gambar 6 alat peraga mini excavator memiliki tekanan maksimal 150 kgf/cm², PC-78US memiliki tekanan maksimal 210 kgf/cm², dan PC-130F-7 memiliki tekanan maksimal 295 kgf/cm². Dari data tekanan tersebut menghasilkan gerakan swing atau rpm yang berbeda-beda, seperti pada grafik rpm pada gambar 6 yang mana pada alat peraga mini excavator memiliki 11,17 rpm sedangkan pada PC-78US memiliki 10 rpm, dan pada PC-130F-7 memiliki 11 rpm. Pada kondisi ini alat peraga mini excavator memiliki nilai rpm paling tinggi dikarenakan memiliki perbedaan spesifikasi dengan PC-78US dan PC-130F-7 yaitu, pada alat peraga mini excavator tidak menggunakan

swing reduce pada komponen motor hidrolik maka tidak terjadi reduksi putaran, sehingga menghasilkan rpm yang lebih tinggi, sedangkan untuk kondisi yang sama, pada data tekanan PC-78US dan PC-130F-7 menghasilkan seiring kenaikan pada tekanan akan diikuti kenaikan rpm pada gerakan swing atau rotasi.



Gambar 5 data pengujian tekanan dan rpm alat peraga mini excavator



Gambar 6 Data pengujian (kiri) dan data pengujian rpm (kanan)

Berdasarkan analisa diatas maka tekanan yang aman untuk mengoperasikan swing hidrolik pada alat peraga mini excavator menurut penulis adalah 100 kgf/cm² dengan gerakan swing atau rotasi 8,54 rpm, dengan alasan mempertimbangkan safety factor pada saat pengoperasian alat peraga mini excavator dan pada komponen swing hidrolik alat peraga mini excavator ini tidak menggunakan *swing reduce* dan *swing brake* sehingga sangat berbahaya jika dioperasikan dengan tekanan dan rpm yang tinggi.

IV. Kesimpulan

Tekanan maksimal pada komponen swing hidrolik ini adalah 150 kgf/cm² yang menghasilkan gerakan swing atau rotasi 11,17 rpm. Tekanan yang disarankan oleh penulis yaitu 100 kgf/cm² yang menghasilkan gerakan swing atau rotasi 8,54 rpm.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Hibah Penelitian Sekolah Vokasi UGM 2023..

Daftar Pustaka

- Firmando, R. A. (2019). Analisa Sistem Kerja Pada Swing Motor Excavator TAKEUCHI TB250. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Hunt, T., & Vaughan, N. (1997). Hydraulic handbook. 9th edition. In Hydraulic handbook. 9th edition. [https://doi.org/10.1016/0041-2678\(71\)90090-x](https://doi.org/10.1016/0041-2678(71)90090-x)
- Komatsu. (2008). PC78US-8 no. 10. Japan.
- Komatsu. (2012). PC130f-7. Japan.
- Komatsu. (2021). Operation & Maintenance Manual PC200-10M0.
- Majid, E. K. (2021). Analisa kerusakan dan perbaikan excavator caterpillar 320d2. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Pradita, E. Y. (2020). Analisa Performans Swing System Pada Excavator KOMATSU PC190LC-8. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Rahmani, M. Z. (2020). Turunya Tekanan Hydraulic Oil Menyebabkan Terganggunya Kerja Hydraulic Hatch Cover Dalam Oprasional. Politeknik Ilmu Pelayaran, Semarang.
- Rizal, M. (2017). Perancangan mesin hidrolik press bearing dengan kapasitas 20 Ton. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Syaefudin, E. A. (2014). RANCANG BANGUN EXCAVATOR SEDERHANA TIPE BACKHOE BERPENGGERAK HIDROLIK. Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur, 1(2). <https://doi.org/10.21009/jkem.1.2.8>