

## ANALISA PERFORMA TEKANAN DAN RPM PADA KOMPONEN SWING HIDROLIK PADA ALAT PERAGA MINI EXCAVATOR

Angga Prasetio Aji<sup>1</sup>, Galuh Bahari<sup>1</sup>✉, Felixtianus Eko Wismo Winarto<sup>1</sup>, Braam Delfian Prihadianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, Vocational College, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281, Indonesia

✉galuh.bahari@ugm.ac.id

Received 14 July 2023, Revised 12 September 2023, Accepted 10 January 2024

### ABSTRAK

Sebuah metode pembelajaran sangat penting untuk mencapai standar kurikulum yang ada. Untuk keberhasilan dalam proses pembelajaran, diperlukan media atau alat peraga yang dapat mempertinggi proses dan hasil belajar yang berkenaan dengan taraf berpikir siswa (Suwardi dkk, 2014). Alat peraga mini *excavator* menjadi salah satu solusi untuk membantu menjadi media pembelajaran sistem hidrolik. 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 m<sup>2</sup> dan tekanan maksimal pada alat peraga mini *excavator* adalah 150 kgf/cm<sup>2</sup> yang menghasilkan 11,17 rpm sedangkan tekanan yang diizinkan untuk mengoperasikan komponen *swing* hidrolik pada alat peraga mini *excavator* adalah 100 kgf/cm<sup>2</sup> yang menghasilkan 8,54 rpm.

*Kata Kunci:* Alat peraga, mini *excavator*, motor hidrolik, sistem hidrolik

### 1. PENDAHULUAN

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 maupun peningkatan kualitas generasi muda.

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. Berbagai macam kurikulum dalam program studi ini sudah dilakukan penyusunan sesuai dengan kebutuhan, salah satunya pada sistem penggerak *swing* hidrolik *excavator*. *Swing* hidrolik *excavator* digerakan oleh motor *swing* yang berfungsi merubah tekanan fluida dari pompa menjadi gerakan mekanis berupa putaran, dimana putaran akan direduksi sehingga dapat menghasilkan torsi yang dibutuhkan untuk memutar *upperstructure* dan *undercarriage* [1]. 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.

Pada prinsipnya alat peraga ini akan dibuat semirip mungkin sesuai dengan aslinya sehingga diperlukan perencanaan yang cukup matang. Melalui uraian diatas, diperlukan langkah-langkah pembuatan alat yang baik dan benar sehingga dapat menghasilkan alat peraga yang maksimal. Dari sini, peneliti menentukan judul penelitian “Pembuatan dan analisa performa tekanan dan rpm pada komponen *swing* hidrolik di Alat Peraga Mini *Excavator*”. Harapannya proyek alat peraga mini *excavator* ini dapat berjalan lancar sesuai dengan kebutuhan tim peneliti dan penulis.

Tujuan dari penelitian ini meliputi pembuat komponen *swing* hidrolik pada alat peraga mini *excavator* dan melakukan analisa performa tekanan dan rpm pada komponen *swing* hidrolik.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang rancang bangun *excavator* sederhana merupakan penelitian yang membahas perancangan dan pembuatan *excavator* sederhana dengan menggunakan penggerak sistem hidrolik [2]. Pada penelitian ini membahas tentang perancangan desain komponen-komponen pada sistem penggerak *excavator* sederhana dan perhitungan beban rangka dan efisiensi sistem hidrolik pada pembuatan *excavator* sederhana. Dari penelitan tersebut memperoleh nilai efisiensi keseluruhan pada *excavator* sederhana yaitu 64%. Nilai tersebut

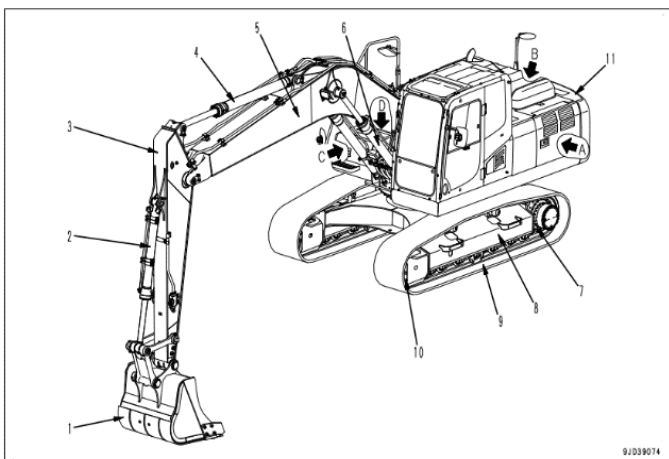
berdasarkan perhitungan seluruh sistem penggerak *excavator* sederhana. Sehingga dapat digunakan untuk media peraga pembelajaran pada sistem hidrolik di *excavator* sederhana ini.

Penelitian membahas tentang pembuatan alat peraga sistem hidrolik [3]. Penelitian ini melakukan perancangan dan pembuatan alat peraga sistem hidrolik dengan metode investigasi ke lapangan untuk pemilihan komponen sistem hidrolik. Pembuatan alat peraga sistem hidrolik ini lebih fokus terhadap cara kerja dari sistem hidrolik. Penelitian ini menjabarkan pembuatan rangkaian sistem hidrolik dan proses produksi alat peraga sistem hidrolik. Dari penelitian ini menghasilkan alat peraga sistem hidrolik dengan aktuator silinder hidrolik yang diharapkan dapat membantu dalam pembelajaran mahasiswa.

Penelitian oleh [4] 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.

Pengertian 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 [2].

Secara umum menurut [5] konstruksi alat berat *excavator* memiliki 3 bagian utama seperti pada Gambar 1, 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* [6]

Keterangan :

1. *Bucket*
2. *Bucket cylinder*
3. *Arm*
4. *Arm cylinder*
5. *Boom*
6. *Boom cylinder*
7. *Sprocket*
8. *Track frame*
9. *Track shoe*
10. *Idler*
11. *Counterweight*

a. *Swing Device Excavator*

*Swing device* adalah komponen yang berada pada alat berat *excavator* yang berfungsi untuk melakukan gerak putar sebesar  $360^\circ$  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* [5]. *Swing device* memiliki beberapa komponen untuk melakukan pekerjaannya seperti :

- i. Motor hidrolik adalah bentuk lain dari aktuator yang memiliki mekanisme mengubah tekanan hidrolik dari pompa menjadi tenaga mekanis berupa putaran [7]. 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) [8]. Kecepatan dan torsi motor hidrolik bergantung pada *displacement* motor, yaitu banyaknya aliran fluida bertekanan setiap putarannya [5]. Motor hidrolik dapat bekerja dengan dua arah putaran disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dengan cara mengubah arah aliran pada inputan motor hidrolik.
- ii. *Swing Reducer*  
*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*.
- iii. Pompa hidrolik  
Pompa hidrolik merupakan komponen sistem hidrolik yang berfungsi untuk merubah energi mekanis menjadi energi hidrolik atau fluida bertekanan [9]. 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.
- iv. Katup (*control valve*)  
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 [10].
  - v. Aktuator  
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 hidrolik dan penggerak lurus (*linier actuator*) adalah bentuk dari aktuator yang *output* gerakanya lurus seperti silinder hidrolik.
  - vi. *Tapered bearing*  
*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 *friction bearing* yang memiliki konstruksi untuk menahan beban berat berupa beban aksial.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian pembuatan dan analisa performa tekanan dan rpm pada komponen *swing* hidrolik di alat peraga mini *excavator* 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.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan yaitu :

Peralatan bengkel yang digunakan untuk penelitian :

- a) *Tool set*
- b) Mesin bor duduk dan bor tangan
- c) Mesin las listrik dan elektroda
- d) Jangka sorong (*vernier caliper*), roll meter, dan Busur derajat
- e) Alat potong besi berupa gerinda duduk dan gerinda tangan
- f) Mesin bubut
- g) Catok C atau Klem penjepit dan ragum
- h) Alat ukur kerataan permukaan (*water pass*)
- i) *Hand tap*
- j) Kompresor
- k) Alat pengecatan (dempul, *epoxy*, dan cat)

- l) Alat untuk penelitian (*thermogun*, *stopwatch*, Timbangan, *Vibration meter*)

Bahan – bahan yang digunakan untuk menunjang penelitian seperti :

- a) Motor listrik 1 *Phase*, 1,5 HP
- b) *Pully dan Van belt*
- c) Kabel listrik dan colokan
- d) Tangki hidrolik (*power pack*)
- e) Pompa hidrolik GPH2A12P2NO 12 cc (tipe roda gigi internal)
- f) Selang hidrolik
- g) *Hand valve (control valve)* OLEO PBD/2-GKZI
- h) Motor hidrolik Omer 50 cc (tipe roda gigi internal)
- i) Oli hidrolik dan *grease*
- j) Baja pejal diameter 100 mm
- k) *Pressure gauge*
- l) Plat baja dengan ketebalan 4 mm
- m) Pipa baja dengan ketebalan 7 mm dan diameter 1750 mm
- n) *Tapered roller bearing*

Selain alat dan bahan, dalam penelitian ini juga membutuhkan Alat Pelindung Diri (APD) untuk menghindari kecelakaan akibat kerja seperti :

- a) *Wearpack*, *Helm safety*, dan *Ear plug*
- b) *Safety shoes* dan *Safety glasses*
- c) *Safety gloves* dan *Safety mask*

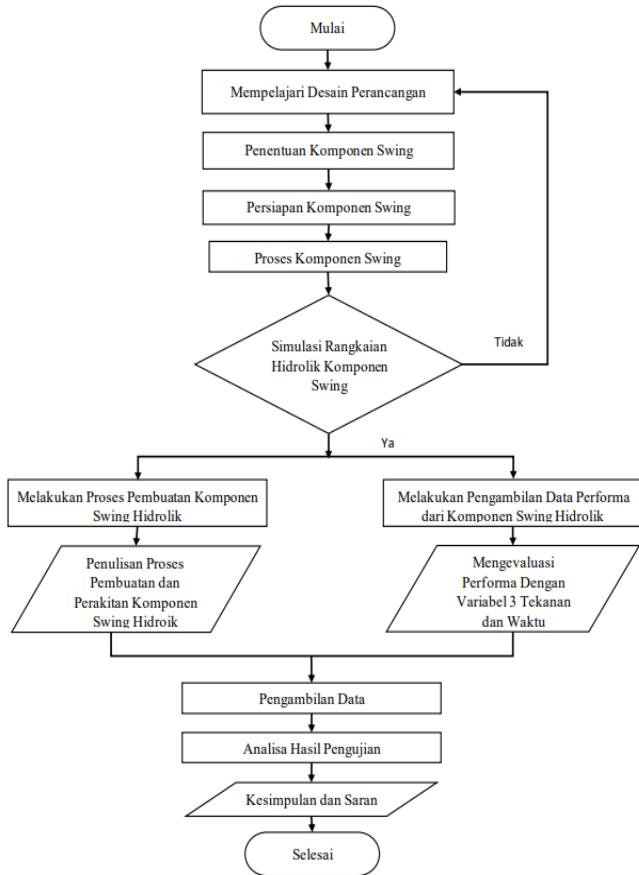
#### 3.3 Diagram Pembuatan dan Analisa Performa Tekanan dan RPM Komponen *Swing* Hidrolik

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

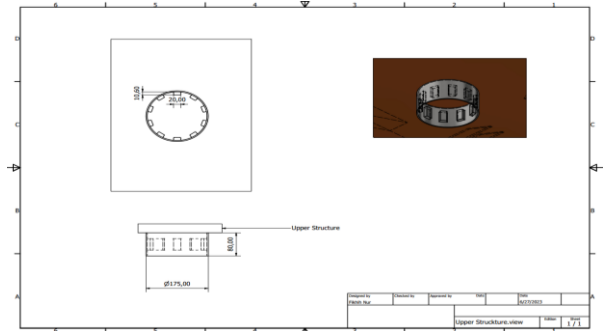
#### 3.4 Proses Pembuatan Komponen *Swing* Hidrolik

Proses pembuatan komponen *swing* hidrolik dibagi menjadi ke dalam 3 tahapan, yaitu :

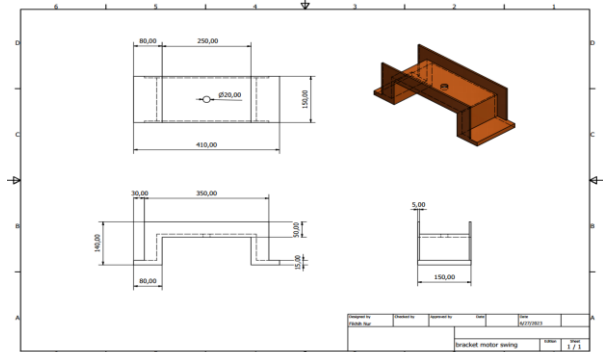
- a) Tahap Persiapan  
Pada tahap ini dimulai dengan mempersiapkan alat pelindung diri, alat yang digunakan pada proses produksi atau permesinan, dan bahan yang digunakan untuk pembuatan komponen *swing* hidrolik.
- b) Tahap Pelaksanaan Proses Pengerjaan  
Tahap ini dimulai dengan mempelajari desain perancangan lalu dilanjutkan dengan melakukan proses produksi atau proses permesinan dan dilanjutkan proses perakitan mekanisme komponen *swing* dan sistem hidrolik pada komponen *swing*.
- c) Tahap Akhir  
Tahap akhir adalah tahap terakhir atau tahap penyempurnaan sebelum dilakukan pengambilan data penelitian.



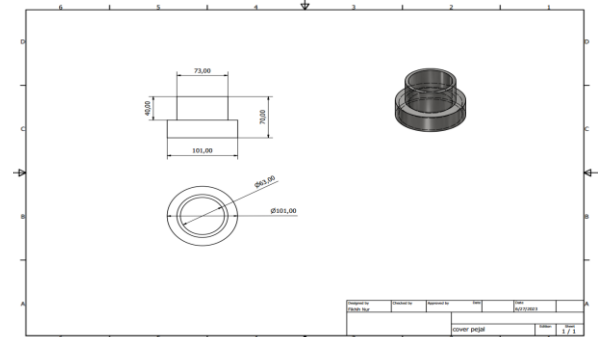
Gambar 2 Diagram Pembuatan dan analisa performa



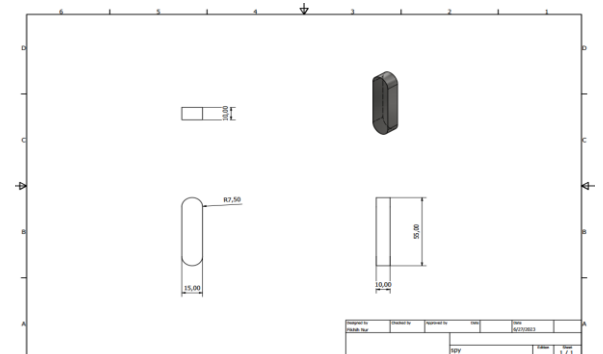
Gambar 4 Hosing taper bearing



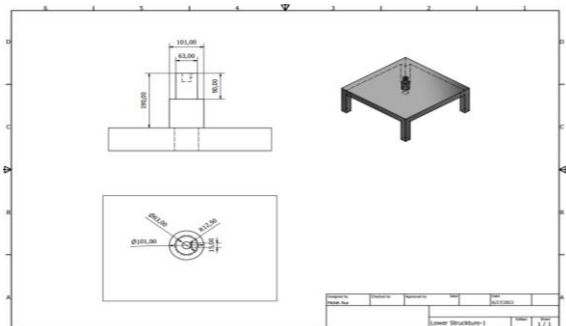
Gambar 5 Hosing motor hidrolik



Gambar 6 Stopper taper bearing



Gambar 7 Spei



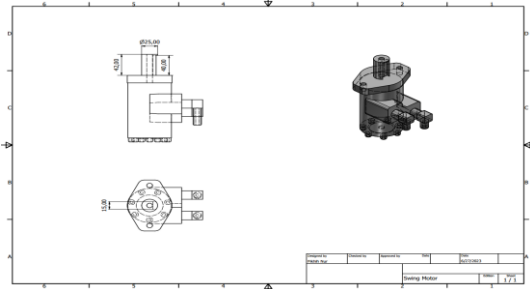
Gambar 3 Center swing

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

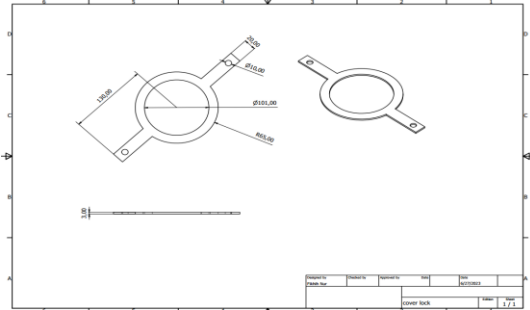
### 4.1 Pembuatan Komponen *Swing* Hidrolik

Pengerjaan atau pembuatan pada komponen *swing* hidrolik dilakukan dengan 4 proses tahapan, yaitu :

1. Tahap persiapan
  - a. Menyiapkan alat, bahan, serta APD.
  - b. Memahami desain perancangan komponen *swing* hidrolik, seperti pada Gambar 3 sampai Gambar 9.



**Gambar 8** Motor Hidrolik



**Gambar 9** Cover Taper bearing

Tahap pembuatan atau pengerjaan, pengerjaan komponen *swing* hidrolik ini dibagi menjadi 6 part, yaitu :

1. Pembuatan *center swing*
  - a. Menyiapkan alat dan bahan.
  - b. Mempelajari desain *center swing* yang sudah dirancang.
  - c. Melakukan pembubutan pada *center swing* sesuai dengan ukuran pada Gambar 3.
  - d. Melakukan pembubutan untuk pembuatan lubang *saft* motor hidrolik dan *spei* pengunci.
  - e. Melakukan pembuatan lubang baut 10 mm dengan menggunakan *hand tap* untuk pengunci *tapper bearing*.
  - f. Setelah proses permesinan selesai dilanjutkan pengelasan pada *under carriage*, pastikan pada proses pengelasan dalam keadaan *center* atau tegak lurus.
2. Pembuatan *hosing bearing*
  - a. Menyiapkan alat dan bahan.
  - b. Mempelajari desain *hosing bearing* yang sudah dirancang.
  - c. Melakukan pemotongan pipa silinder dengan blender las sesuai ukuran yang sudah ditentukan pada Gambar 4, dilanjutkan untuk perataan dan penghalusan pipa yang sudah dipotong dengan menggunakan gerinda.
  - d. Melakukan pengelasan *stopper bearing* atau penyekat *bearing* bawah dan *bearing* atas didalam *hosing bearing*, pastikan pada pemasangan harus rata.
3. Pembuatan *hosing* motor hidrolik
  - a. Menyiapkan alat dan bahan.
  - b. Melakukan pemotongan plat dengan gerinda potong sesuai pada pola desain *hosing* motor hidrolik seperti pada Gambar 5.

- c. Dilanjutkan melakukan pengelasan sesuai dengan pola desain *housing* motor hidrolik.
- d. Melakukan pembuatan lubang dengan menggunakan *hand tap* untuk *saft* motor hidrolik dan baut pengunci 17 mm.
- e. Melakukan pembuatan lubang baut 19 mm untuk pengunci *housing* motor hidrolik dengan *upper structure*.
4. Pembuatan *stopper bearing*
  - a. Menyiapkan alat dan bahan.
  - b. Melakukan pemotongan pipa dengan menggunakan gerinda potong sesuai desain pada Gambar 6 *stopper bearing*.
  - c. Melakukan penyambungan dengan plat yang sudah dipotong dengan mesin blender las.
  - d. Dilanjutkan penyambungan dengan menggunakan mesin las.
  - e. Membuat lubang baut 10 mm menggunakan bor duduk untuk penguncian pada *center swing* sesuai ukuran pada gambar desain.
5. Pembuatan *spei*
  - a. Menyiapkan alat dan bahan.
  - b. Melakukan pembubutan besi pejal atau *spei* sesuai ukuran yang sudah ditentukan pada Gambar 7.
6. Pembuatan penutup *tapper bearing*
  - a. Menyiapkan alat dan bahan.
  - b. Melakukan pemotongan plat besi dengan menggunakan blender las sesuai ukuran desain penutup *tapper bearing* pada Gambar 8.
  - c. Melakukan pembuatan lubang baut 10 mm untuk pengunci dengan menggunakan *hand tap*.

Tahap akhir atau *finishing*, setelah semua komponen selesai proses pengerjaan dilanjutkan untuk dicat hitam agar tidak terjadi korosi pada setiap komponen serta tidak lupa dilakukan pelumasan menggunakan *grease* pada bagian *tapper bearing*. Tahap perakitan ini dilakukan ketika semua *part* dalam komponen *swing* hidrolik sudah selesai proses pengerjaan dan *finishing*. Tahap perakitan ini memiliki 7 langkah, yaitu :

- a. Meletakkan *center swing* yang terpasang pada *under carriage* pada tempat yang rata seperti pada Gambar 10.
- b. Menyiapkan *hosing bearing* yang sudah terpasang pada *upper structure*.



**Gambar 10** Under carriage

- c. Memasang *tapered bearing* pada *housing bearing* pada bagian atas 1 dan pada bagian bawah 1, pemasang *tapered bearing* harus dipastikan dalam posisi yang rata tidak goyang atau bergerak dan lakukan pelumasan menggunakan *grease* pada bagian *tapper bearing*, seperti pada Gambar 11.



**Gambar 11** Pemasangan *Tapper bearing* pada *housing bearing*

- d. Melakukan pemasangan *stoper bearing* atas dan memasang baut 10 mm sebagai penguncinya, seperti pada Gambar 12.



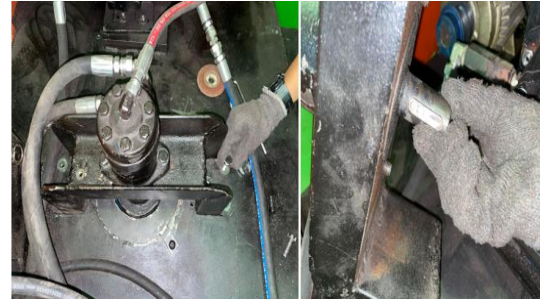
**Gambar 12** Pemasangan *stopper taper bearing*

- e. Melakukan pemasangan penutup pelindung *tapper bearing* dan memasang baut 10 mm untuk pengunci, seperti pada Gambar 13.



**Gambar 13** Pemasangan *cover* penutup

- f. Dilakukan pemasangan motor hidrolik pada *housing* motor hidrolik dan dikunci dengan baut 17 mm pada *housing* motor hidrolik, dilanjutkan dengan melakukan pemasangan *housing* motor hidrolik pada *upper structure* dan mengunci dengan baut 19 mm pada tahap ini dilakukan secara bersamaan untuk penguncian *saft* motor hidrolik pada *center swing* dengan menggunakan *spei*, seperti pada Gambar 14.



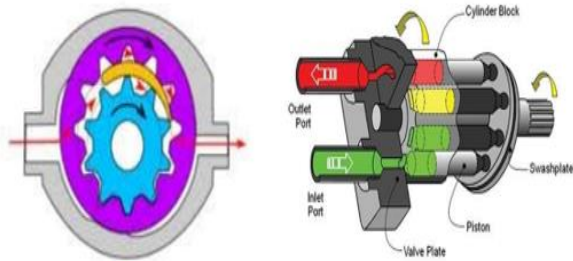
**Gambar 14** Perakitan motor hidrolik dan *spei*

- g. Tahap perakitan mekanisme komponen *swing* hidrolik sudah selesai dilanjutkan untuk pemasangan pada sistem hidroliknya, yaitu pemasangan *hose* dari tangki hidrolik menuju pompa yang akan disalurkan menuju *hand valve* dan dibagi menjadi 2 jenis arah tekanan yang berbeda kemudian pemasangan *hose* menuju motor hidrolik dan pada tahap akhir memasang *hose* buangan oli hidrolik dari motor hidrolik menuju tangki hidrolik, seperti pada Gambar 15.



**Gambar 15** Rangkaian sistem hidrolik komponen *swing* hidrolik

Pembuatan komponen *swing* hidrolik ini memiliki perbedaan dengan komponen *swing* hidrolik pada *excavator* pada umumnya yang ada di lapangan digunakan untuk bekerja. Gambar 16 dan Gambar 17 merupakan perbedaan antara komponen *swing* hidrolik yang dirancang oleh penulis yang digunakan untuk alat peraga pembelajaran dan komponen *swing* hidrolik pada *excavator* umumnya yang digunakan untuk bekerja.



Gambar 16. Tipe roda gigi dan tipe piston aksial



Gambar 17. Mekanisme swing dan planetary gear set

Perbedaan komponen yang berada pada swing hidrolis yang dirancang oleh penulis dan swing hidrolis pada excavator 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 16, sedangkan pada excavator pada umumnya menggunakan motor hidrolis tipe aksial hidrolis piston seperti pada Gambar 16. Perbedaan tersebut hanya pada mekanisme dari konversi fluida bertekanan menjadi gerak rotasi, untuk outputnya sama, yaitu gerakan rotasi untuk menggerakkan mekanisme swing pada unit.

Perbedaan selanjutnya adalah pada komponen swing yang dirancang oleh penulis tidak menggunakan swing reducer planetary gear set seperti pada Gambar 17 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 17. Hal ini mempengaruhi gerakan mekanisme swing dan rpm yang dihasilkan nantinya. Berikut merupakan kelebihan dan kelemahan dari komponen swing hidrolis pada alat peraga mini excavator yang dirancang oleh penulis :

Kelebihan dari komponen swing hidrolis pada alat peraga mini excavator, sebagai berikut :

1. Biaya untuk produksi komponen swing hidrolis lebih murah
2. Komponen swing hidrolis memiliki part yang lebih sedikit
3. Maintenance komponen lebih sederhana
4. Lebih ramah lingkungan karena menggunakan listrik dan tidak memiliki gas buang

Kekurangan dari komponen swing hidrolis pada alat peraga mini excavator, sebagai berikut :

1. Komponen swing hidrolis ini belum menggunakan swing reducer sehingga torsinya relatif kecil
2. Komponen swing hidrolis ini belum dilakukan pengujian secara maksimal dikarenakan ini adalah penelitian pertama

### 1. Analisa Performa Tekanan dan RPM Pada Komponen Swing Hidrolis

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.

1. Tahap persiapan
  - a) Menggunakan APD dan alat ukur yang diperlukan, seperti stopwatch pressure gauge.
  - b) Melakukan observasi tempat alat peraga mini excavator dioperasikan dan memastikan pada pengoperasian gerakan swing untuk pengambilan data dalam keadaan aman.
2. Tahap pengambilan data

Melakukan pengambilan data dengan melakukan pengukuran tekanan hidrolis menggunakan pressure gauge dan data rpm pada komponen swing hidrolis pada alat peraga mini excavator. Tahap pengambilan data ini berfokus pada tekanan oli hidrolis menuju motor hidrolis yang kemudian akan menghasilkan gerakan rotasi per menit. Data tersebut akan diolah dalam bentuk Tabel 1.

Tabel 1 Data pengukuran tekanan dan rpm

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

Data pengukuran tekanan dan rpm pada Tabel 4.3 dapat dianalisa dan dilakukan perbandingan dengan data swing pada unit KOMATSU PC-78US dan PC130F-7. Kemudian dilanjutkan untuk dianalisa dan penyimpulan.

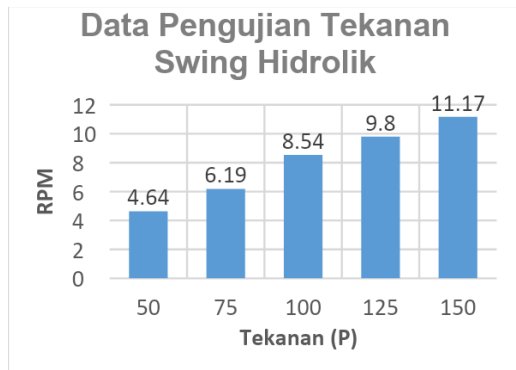
3. Tahap analisa dan penyimpulan

Data pengukuran tekanan dan rpm pada swing hidrolis akan dianalisa untuk mendapatkan hasil data perbandingan dengan persentase grafik. Spesifikasi tekanan hidrolis maksimal dan rpm swing pada PC-78US didapat dari referensi [11], dan spesifikasi tekanan hidrolis maksimal dan rpm swing pada referensi [12].

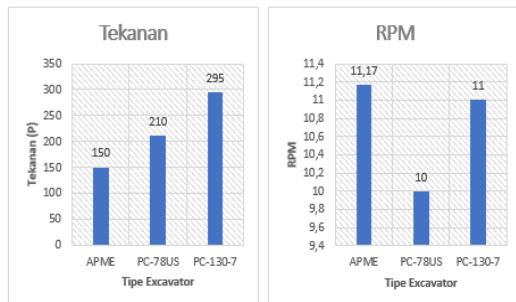
Dari data PC-78US memiliki tekanan maksimal 210 kgf/cm<sup>2</sup> dan dapat melakukan gerakan swing atau rotasi 10 rpm,

sedangkan pada PC-130F-7 memiliki tekanan maksimal 295 kgf/cm<sup>2</sup> dan dapat melakukan gerakan *swing* atau rotasi 11 rpm, sedangkan pada alat peraga mini *excavator* memiliki tekanan maksimal 150 kgf/cm<sup>2</sup> dan menghasilkan 11,17 rpm.

Data pengujian komponen *swing* hidrolik pada alat peraga mini *excavator* memiliki presentasi grafik seperti pada Gambar 20 dapat diketahui bahwa seiring kenaikan tekanan hidrolik, maka diikuti dengan kenaikan rpm pada gerakan *swing* atau rotasi. Hal tersebut dapat divalidasi dengan data grafik pada Gambar 18 dan 19 dengan catatan memiliki spesifikasi yang sama.



**Gambar 18** Data pengujian tekanan dan rpm alat peraga mini *excavator*



**Gambar 19.** Data pengujian tekanan (kiri) dan data pengujian rpm (kanan)

Berdasarkan grafik tekanan pada Gambar 19 alat peraga mini *excavator* memiliki tekanan maksimal 150 kgf/cm<sup>2</sup>, PC-78US memiliki tekanan maksimal 210 kgf/cm<sup>2</sup>, dan PC-130F-7 memiliki tekanan maksimal 295 kgf/cm<sup>2</sup>. Dari data tekanan tersebut menghasilkan gerakan *swing* atau rpm yang berbeda-beda, seperti pada grafik rpm pada gambar 19 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.

Berdasarkan analisa diatas maka tekanan yang aman untuk mengoperasikan *swing* hidrolik pada alat peraga mini *excavator* menurut penulis adalah 100 kgf/cm<sup>2</sup> 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.

## 5. KESIMPULAN

Pembuatan komponen *swing* hidrolik ini telah selesai dan sampai tahap pemasangan pada unit alat peraga mini *excavator*. Tekanan maksimal pada komponen *swing* hidrolik ini adalah 150 kgf/cm<sup>2</sup> yang menghasilkan gerakan *swing* atau rotasi 11,17 rpm. Tekanan yang disarankan oleh penulis yaitu 100 kgf/cm<sup>2</sup> yang menghasilkan gerakan *swing* atau rotasi 8,54 rpm.

## REFERENSI

- [1] E. K. Majid, “Analisa kerusakan dan perbaikan *excavator* caterpillar 320d2,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2021.
- [2] E. A. Syaefudin, “Rancang Bangun *Excavator* Sederhana Tipe Backhoe Berpenggerak Hidrolik,” *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 1, no. 2, pp. 110–117, 2014, doi: 10.21009/jkem.1.2.8.
- [3] J. Aryoseto, “Pembuatan Alat Peraga Sistem Hidrolik,” Universitas Sebelas Maret, 2019.
- [4] Fachrudin, I. Susanto, and B. Priyanto, “Pembuatan Alat Peraga *Planetary Gear Set* Sebagai Media Pembelajaran *Power Train*,” *Politeknologi*, vol. 10, no. 3, pp. 239–243, 2011.
- [5] E. Y. Pradita, “Analisa Performans *Swing System* Pada *Excavator* KOMATSU PC190LC-8,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2020.
- [6] Komatsu, *Operation & Maintenance Manual PC200-10M0*. 2021.
- [7] R. A. Firmando, “Analisa Sistem Kerja Pada *Swing Motor Excavator* TAKEUCHI TB250,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [8] T. Hunt and N. Vaughan, *the Hydraulic*, 9th ed. The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford: Elsevier Advanced Technology, 1996.
- [9] M. Z. Rahmani, “Turunya Tekanan Hydraulic Oil Menyebabkan Terganggunya Kerja Hydraulic Hatch Cover Dalam Oprasional,” *Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang*, 2020.
- [10] M. S. Rizal, “Perancangan mesin hidrolik press bearing dengan kapasitas 20 Ton,” Universitas Muhammadiyah Malang, 2017.
- [11] KOMATSU, “PC78US-8,” no. 10, Japan, 2008.
- [12] KOMATSU, “PC130f-7,” Japan, 2012.