

**ANALISA SISTEM KERJA PADA SWING MOTOR EXCAVATOR TAKEUCHI
TB250**



**Disusun Sebagai Syarat Untuk Memenuhi Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Oleh :

RIZKY ADRIAN FIRMANDO

D200130197

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA SISTEM KERJA PADA *SWING MOTOR EXCAVATOR*
*TAKEUCHI TB250***

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

RIZKY ADRIAN FIRMANDO

D 200 130 197

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop followed by a horizontal line and a small vertical stroke.

Supriyono, S.T., M.T., Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA SISTEM KERJA PADA *SWING MOTOR EXCAVATOR*
*TAKEUCHI TB250***

OLEH

RIZKY ADRIAN FIRMANDO

D 200 130 197

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jumat, 23 Agustus 2019

dan dinyatakan memenuhi syarat

Dewan Penguji :

- | | |
|--|---|
| 1. Supriyono, S.T., M.T., Ph.D.
(Ketua Dewan Penguji) | () |
| 2. Ir. Sartono Putro, M.T.
(Anggota I Dewan Penguji) | () |
| 3. Ir. Tri Tjajono, M.T.
(Anggota II Dewan Penguji) | () |

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 23 Agustus 2019

Penulis



RIZKY ADRIAN FIRMANDO

D 200 130 197

ANALISA SISTEM KERJA SWING MOTOR EXCAVATOR TAKEUCHI TB250

Abstrak

Excavator adalah alat berat yang digunakan dalam industri, pertambangan, konstruksi, kehutanan dan pertanian. Swing pada excavator adalah komponen yang berguna untuk menggerakkan upperstructure unit sebesar 360°. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme kerja dari masing-masing komponen pada swing motor dan besarnya gaya-gaya yang bekerja. Swing motor merupakan komponen yang merubah pressure dari main pump menjadi gerakan mekanis, Swing brake berfungsi untuk engaged dan disengage clutch dan disk yang berfungsi untuk release cylinder block dan lock cylinder block pada swing motor dan untuk mencegah agar swing tidak bermasalah dan menghindari rusaknya komponen-komponennya, maka pada swing menggunakan beberapa valve. Hasil analisa, gaya-gaya yang bekerja pada swing motor seperti torsi sebesar 532,544 Nm didapatkan efisiensi mekanis sebesar 75,87%, flow rate sebesar 0,0283 m³/menit didapatkan efisiensi volumetris sebesar 60,99 %, dan efisiensi keseluruhan pada swing motor sebesar 68,08 %.

Kata Kunci : Excavator, Swing Motor, Swing Brake, Valve

Abstract

Excavators are heavy equipment used in industry, mining, construction, forestry and agriculture. Swing on the excavator is a useful component to move upperstructure unit to rotate by 360°. This analysis aims to determine the working mechanism of each component on the swing motor and the magnitude of the forces that work. Swing motor is a component that converts pressure from main pump to mechanical movement, Swing brake functions to engage and disengage clutch and disk that serves to release cylinder block and lock cylinder block on swing motor, and to prevent the swing from being problematic and avoid damaging its components, the swing uses several valves. The results of the analysis, the forces that work on motor swing like torque of 532,544 Nm obtained mechanical efficiency of 75,87%, flow rate of 0,0283 m³/ minute obtained volumetric efficiency of 60,99%, and overall efficiency in motor swing equal to 68,08%.

Key Words : Excavator, Swing Motor, Swing Brake, Valve

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alat berat merupakan salah satu hal yang sangat dibutuhkan untuk mempercepat dan mempermudah suatu pekerjaan. Untuk itu penulis

melakukan analisa pada alat berat yaitu . Excavator adalah Alat berat yang biasa digunakan dalam industri Pertambangan, Konstruksi, Kehutanan, Pertanian dan lain-lain. Excavator sangat serba guna, bergantung dari *attachment*-nya, dapat digunakan untuk menggali tanah (*Digging*), memuat material ke Dump Truck (*Loading*), mengangkat material (*Lifting*), mengikis tebing (*Scrapping*), meratakan (*Grading*), memecahkan batu atau membongkar aspal (*Breaking*). Dilihat dari strukturnya, Excavator terdiri dari tiga bagian, yaitu : *Upperstructure*, *attachment*, dan *undercarriage*. *Upperstructure* merupakan tempat duduk dari dari attachment pada excavator, sehingga fungsi dari attachment sangat dipengaruhi oleh kondisi dan gerakan berputar (*Swing*) sebesar 360°.

Pergerakan swing pada unit tidak lepas dari swing system dari excavator yang menggunakan swing motor. Swing motor berfungsi untuk merubah pressure dari main pump menjadi gerakan mekanis. Pergerakan dari swing motor sangat berpengaruh terhadap produktivitas excavator tersebut. Untuk itu penulis mengambil judul untuk tugas akhir “Analisa Sistem Pada Swing Motor Excavator Takeuchi TB250”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sistem kerja dari swing motor pada excavator Takeuchi TB250.
2. Berapakah besar torsi, flow rate dan effieciency dari swing motor excavator Takeuchi TB250.

1.3 Tujuan Masalah

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

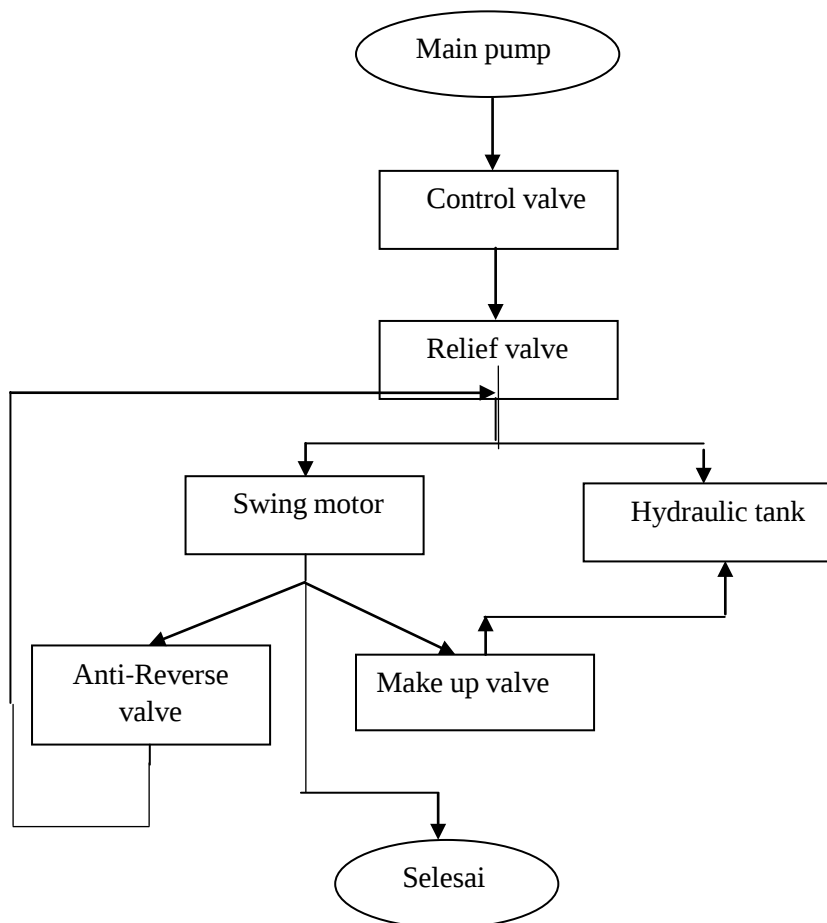
1. Mengetahui sistem kerja dari *swing motor* pada excavator Takeuchi TB250.
2. Mengetahui torsi, flow rate dan effeciency dari swing motor excavator Takeuchi TB250.

1.4 Batasan Masalah

1. Komponen dan sistem pada swing motor Takeuchi TB250.
2. Swing motor yang dibahas pada laporan ini adalah *swing motor* pada excavator Takeuchi TB250.

2. METODE

2.1 Diagram alir swing motor

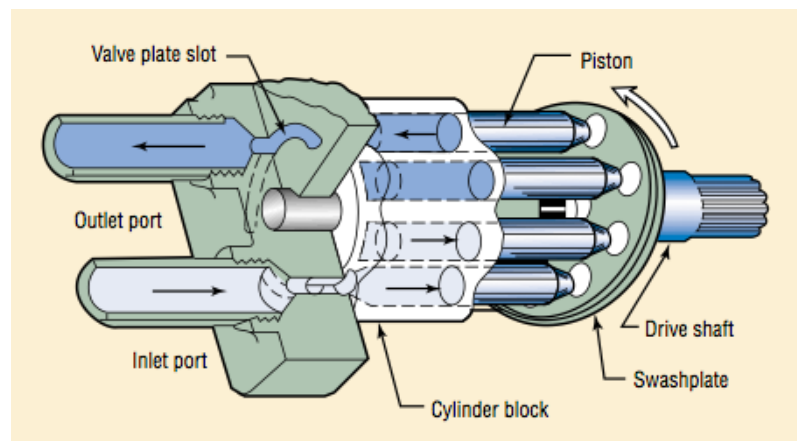


Gambar 1. Diagram alir swing motor

2.2 Hydraulic Motor

Hydraulic Motor adalah sebuah *actuator* mekanis yang mengubah

tekanan dan aliran hidrolik menjadi torsi dan perpindahan sudut (rotasi). Motor hidrolik adalah pasangan putaran silinder hidrolik sebagai aktuator linier. *Hydraulic motor* memiliki cara kerja yang berlawanan dengan pompa dimana Pompa merubah gerak mekanis (Putaran) menjadi gerak hidrolik sedangkan motor merubah gerak hidrolik menjadi gerak mekanis (Putaran). *Hydraulic motor* yang digunakan pada swing motor excavator Takeuchi TB250 yaitu axial hydraulic piston motor.



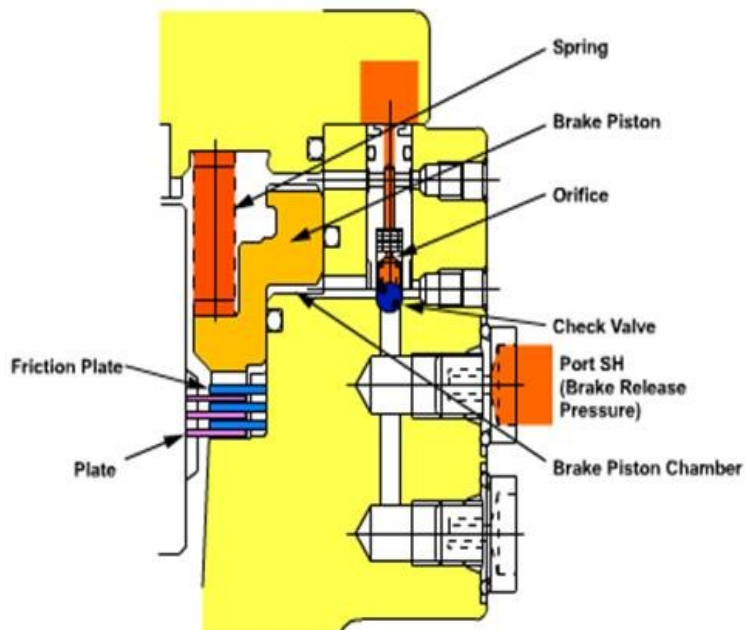
Gambar 2. Sketsa Axial hydraulic piston motor

Axial Hydraulic Piston motor tersusun atas beberapa piston yang terpasang sejajar terhadap sumbu putar. Piston akan terdorong keluar dari silinder blok ketika zat cair disalurkan melalui sisi *inlet* yang masuk ke *cylinder block*, sehingga akan berakibat *cylinder block* berputar seiring dengan piston menggerakkan *drive shaft* kemudian oli akan terdorong keluar melalui sisi *outlet*. Jumlah torsi yang dihasilkan oleh motor dipengaruhi tekanan dari oli dan sudut dari *swashplate*.

2.3 Swing Brake

2.3.1 Swing Brake Lock

Pada *swing motor excavator Takeuchi TB250* menggunakan *spring loaded* untuk *hydraulic brake*-nya. Cara kerja *Swing brake* pada saat *engaged*, *Spring* yang terpasang pada *brake piston* menekan *disc* dan *plate* yang mana gigi-gigi *gear* pada *plate* terhubung dengan gigi *gear* pada *cylinder block*. Sehingga *disc* dan *plate* yang saling bersinggungan (*engaged*) akan mengunci *cylinder block* sehingga tidak mengalami putaran.

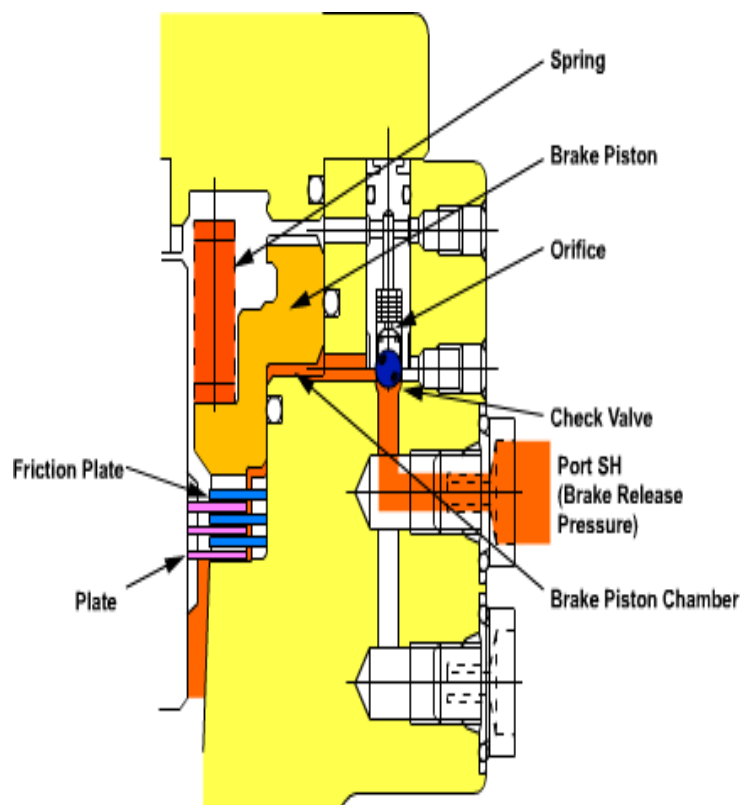


Gambar 3. Skema kerja *engaged swing brake*

2.3.2 *Swing Brake Release*

Cara kerja *swing brake disengaged*. Ketika *swing* dan *attachment control lever* di gerakan atau beroperasi, tekanan dari *handle* akan mendorong spool yang ada di *signal control*

valve. Lalu tekanan oli dari pompa pilot akan mengalir ke *port swing parking brake* yang ada di *swing motor*. Tekanan pilot yang masuk akan membuka *check valve* dan mengalir ke *brake piston chamber*. Setelah itu *brake piston* akan terangkat oleh tekanan pilot tadi. Kontak antara *disc plate* dan *friction plate* akan terbuka dan mengakibatkan *release* nya pengereman.



Gambar 4. Skema kerja disengaged swing brake

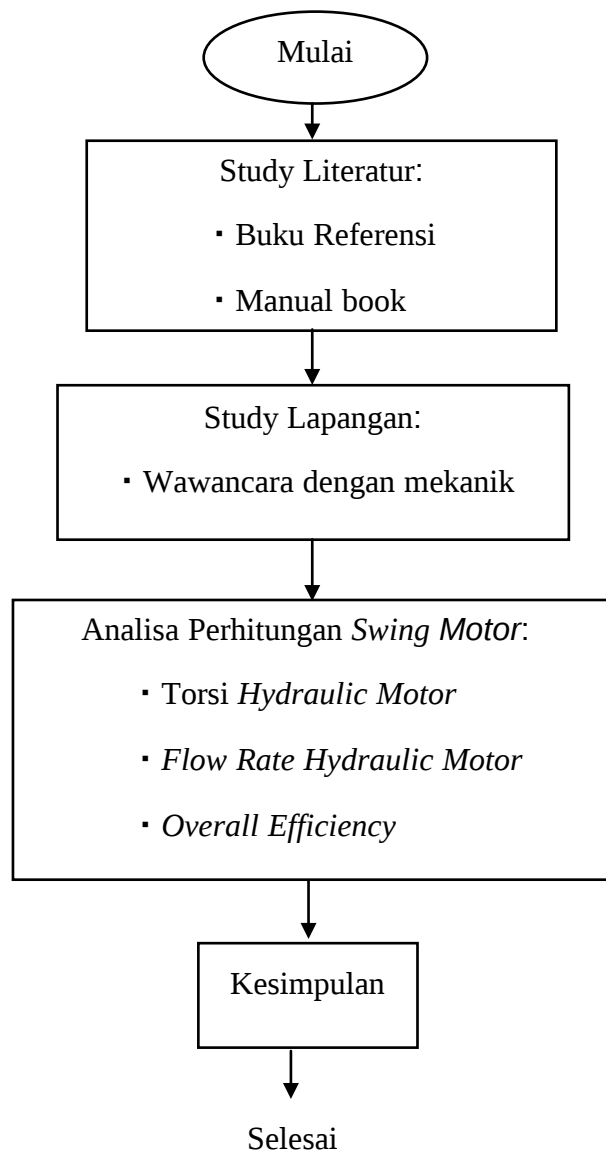
2.4 Valve

Untuk mencegah agar *swing* tidak bermasalah dan menghindari rusaknya komponen-komponennya, maka pada *swing* menggunakan beberapa valve yaitu *relief valve*, *Make up valve*, *Anti-Reverse valve*, *Parking brake* dan *Brake release valve*.

Relief valve digunakan untuk mengatur tekanan pada oli yang akan menuju *swing motor*, *Make up valve* pada *swing motor* bertujuan untuk menghindari adanya kekosongan ruang pada *swing motor* yang nantinya dapat menyebabkan kavitasi, *Anti-reverse valve* merupakan *valve* yang berguna sebagai *safety valve* ketika unit berhenti melakukan *swing*. Sistem kerja *brake valve* sama dengan *make up valve*, sedangkan *parking brake* dan *brake release valve* berfungsi untuk *engaged* dan *disengaged clutch* dan *disk* pada *swing brake*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Diagram Alir Analisa Perhitungan



3.2 Analisa Swing Motor

3.2.1 Analisa perhitungan Torsi Hydraulic Motor

a) Displacement(Vd)

$$D = 2.n.A.R \sin \gamma \dots\dots\dots^1$$

Dimana: n = Jumlah Piston pada motor hidrolik

A = Luas area piston

R = Jarak pusat shaft dengan pusat piston
(Pitch Circle)

γ = Sudut swashplate

b) Torsi aktual(T_A)

$$T_A = \frac{D \cdot \Delta P}{2\pi} [c_1 + c_2 |\cos(n\theta)|] \quad \text{jika } n = 2k+1 \dots\dots\dots^2$$

$$T_A = \frac{D \cdot \Delta P}{2\pi} [c_1 + c_2 |\cos(\frac{n\theta}{2})|] \quad \text{jika } n = 4k-1 \dots\dots\dots^3$$

$$T_A = \frac{D \cdot \Delta P}{2\pi} [c_1 + c_2 |\sin(\frac{n\theta}{2})|] \quad \text{jika } n = 4k \dots\dots\dots^4$$

Dimana: A = Luas area piston

R = Jarak pusat *shaft motor* dengan pusat *shaft piston*

ΔP = Perbedaan tekanan masuk dan tekanan keluar motor

γ = Sudut swashplate

θ = Sudut antar piston berdasarkan pusat *shaft*

c. Torsi teoritis(T_T)

$$T_T = \frac{D \times P}{2\pi} \dots\dots\dots 5$$

Dimana: D = Displacement

P = Pressure yang bekerja pada piston
(29,5Mpa)

d. Tegangan geser pada *valve plate hydraulic motor*

$$\tau = \frac{\mu \omega R}{h} \dots\dots\dots 6$$

Dimana : μ = Celah antara *cylinder block* dan *valve plate*

ω = Kecepatan sudut dari *cylinder block*

R = Jarak pusat *shaft motor* dengan pusat *shaft piston*

h = Nilai kekentalan mutlak dari fluida

e. *Mechanical efficiency*(η_m)

Mechanical efficiency dari motor hidrolik adalah perbandingan dari kerja actual pada motor dan kerja teoritis per-rotasi dari motor. *Output* torsi dari motor lebih kecil dari torsi teoritis dikarenakan gesekan mekanis antara part-part yang berpasangan.

$$\eta_m = \frac{\text{Actual torsi yang dihasilkan motor}}{\text{Torsi yang dihasilkan motor secara teoritis}}$$

$$\eta_m = \frac{T_A}{T_T} \dots\dots\dots 7$$

3.2.2 Analisa perhitungan *flow rate hydraulic motor*

a. *Flow rate* teoritis(Q_T)

$$QT = D \times N \dots\dots\dots 8$$

Dimana : D = *Displacement* dari motor

N = Putaran motor

b. *Flow rate actual*(Q_A)

Untuk menghitung *flow rate actual* pada motor, harus dicari terlebih dahulu nilai dari kecepatan sudut motor tersebut(ω).

$$\omega = \frac{2\pi}{T_p} \dots\dots\dots 9$$

T_p adalah periode dari motor, nilai periode dari motor tergantung dari jumlah pistonnya, dimana jika piston dengan jumlah genap.

$$(T_p = \frac{2\pi}{N}) \text{ sedangkan untuk jumlah piston ganjil } (T_p = \frac{\pi}{N}).$$

$$Q_A = \frac{D \cdot \omega}{2\pi} [c_1 + c_2 |\cos(n\theta)|] \quad \text{jika } n = 2k+1 \dots\dots\dots 10$$

$$Q_A = \frac{D \cdot \omega}{2\pi} [c_1 + c_2 |\cos(\frac{n\theta}{2})|] \quad \text{jika } n = 4k-1 \dots\dots\dots 11$$

$$Q_A = \frac{D \cdot \omega}{2\pi} [c_1 + c_2 |\sin(\frac{n\theta}{2})|] \quad \text{jika } n = 4k \dots\dots\dots 12$$

Dimana: D = *Displacemen* t motor

ω = Kecepatan sudut

θ = Sudut antar piston berdasarkan pusat *shaft*

n = Jumlah piston

c. *Daya hydraulic motor*(P_m)

$$P_m = Q_A \cdot \Delta P_a \dots\dots\dots 13$$

Dimana: Q_A = *Flow rate* actual motor

ΔP_a = Perbedaan tekanan masuk dan tekanan keluar motor

d. *Volumetric efficeincy*(η_v)

$$\eta_v = \frac{\text{flow rate teoritis motor}}{\text{flow rate aktual motor}} = \frac{Q_T}{Q_A} \dots\dots\dots 14$$

Dimana : Q_T = Flow rate teoritis (m³/menit)

Q_A = Flow rate aktual (m³/menit)

3.2.3 Analisa Perhitungan Overall Efficiency (η_o)

Overall efficiency (η_o) pada motor hidrolik adalah perbandingan dari *output power* terhadap *input power* dari motor hidrolik. *Output power* adalah *power* mekanik yang keluar dari *shaft* dan *input power* adalah energi aliran fluida yang disupply ke *inlet* dari motor hidrolik tersebut.

$$\eta_o = \frac{\text{Actual power yang dihasilkan motor (Mechanical)}}{\text{Actual power yang disupply ke motor (Hydraulic)}}$$

$$\eta_o = \eta_v \cdot \eta_m$$

3.2 Hasil Perhitungan

3.2.1 Hasil Perhitungan *Swing Motor*

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Hydraulic Motor*

No	A (m ²)	Vd (m ³)	T _A (Nm)	T _T (Nm)	τ (kg/m ²)
1	7,065x10 ⁻⁴	1,16x10 ⁻⁴	532,544	701,911	18,4

η_m (%)	Q_T (m ³ /menit)	Q_A (m ³ /menit)	P _m (Kw)	η_v (%)	η_o (%)
75,87	0,0464	0,0283	194,250	60,99%	68.08%

Didapatkan nilai flow rate actual lebih kecil dibandingkan dengan flow rate teoritis. Hal ini diakibatkan karena terdapat *leakage* oli pada komponen *valve plate* yang mengakibatkan sebagian oli mengalir langsung ke sisi *outlet port* dari *valve plate*. Hal ini otomatis akan mengakibatkan torsi pada piston akan turun dikarenakan kurangnya suplai aliran oli.

4. Penutup

3.3 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan pada *swing motor excavator Takeuchi TB250*

Didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem kerja dari Swing Motor adalah sebuah actuator mekanik yang mengkonversi aliran dan tekanan hidrolik menjadi torsi atau tenaga putaran dan untuk mencegah agar swing tidak bermasalah dan menghindari rusaknya komponen – komponennya, maka pada swing menggunakan beberapa valve
2. Didapatkan torsi aktual 532,544 Nm dan torsi teoritis 701,911 Nm sehingga didapatkan efisiensi mekanis dari *hydraulic motor* 75,87%, flow rate aktual 0,0283 m³/menit dan flow rate teoritis 0,0464m³/menit sehingga didapatkan efisiensi volumetris 60,99%, dan efisiensi keseluruhan 68,08%.

3.4 Saran

1. Untuk mempermudah pemahaman tentang komponen-komponen dari *swing motor* disarankan untuk membaca pada *Part book* dan *Operation Manual Maintenance book* dari excavator *Takeuchi TB250*.
2. Sebelum menghitung gaya-gaya pada *swing motor* dibutuhkan ketelitian untuk memahami komponen-komponen dan mekanisme kerjanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartos, S. 1992. “*Mathematical Modeling of Bent-Axis Hydraulic Piston Motor*”. (http://ipnpr.jpl.nasa.gov/progress_report/42-111/111S.PDF, diakses pada tanggal 15 April 2019)
- Eaton Power Business . 2015. “*Fixed Displacement Swing Drive Motor*”. (http://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@eaton/@hyd/documents/content/pct_430500.pdf, diakses pada tanggal 10 April 2019)
- Jagadeesha, T. “*Analysis of an axial-piston swash-plate type hydrostatic pump*”. (<http://nptel.ac.in/courses/112105046/m5L19.pdf>, diakses pada tanggal 10 April 2019)
- Jagadeesha, T. “*Hydraulic Motors*”. (<http://nptel.ac.in/courses/1121106175/module%201/Lecture%2010.pdf>, diakses pada tanggal 12 April 2019)
- Jagadeesha, T. “*Hydraulic Motors (continued)*”. (<http://nptel.ac.in/courses/1121106175/module%201/Lecture%2011.pdf>, diakses pada tanggal 12 April 2019)
- Niemann, G. 1994. “*Elemen Mesin Jilid II*”. Jakarta : Erlangga.
- Sekolah Vokasi. 2010. *Buku Panduan Kerja Praktik Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta*: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Siswanto, Budi Tri. 2008. *Teknik Alat Bera tJilid 2*. Jakarta :Direktorat.
- Sularso. 1997. “*Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*”. Jakarta : PT.Pradya Paramita
- Team Pengembang Vokasi. 2016. “*Hydraulic System*”. Surakarta : Sekolah Vokasi.
- Team Pengembang Vokasi. 2016. “*Torqflow Drive System*”. Surakarta : Sekolah Vokasi.