

**ANALISA SISTEM *HYDRAULIC* UNTUK MENGETAHUI
DAYA *HYDRAULIC PUMP* PADA KOMPONEN KERJA
*EXCAVATOR KOMATSU PC 130_F-7***



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

OKA MAHENDRA

D 200 160 167

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA SISTEM *HYDRAULIC* UNTUK MENGETAHUI
DAYA *HYDRAULIC PUMP* PADA KOMPONEN KERJA
*EXCAVATOR KOMATSU PC 130F-7***

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

OKA MAHENDRA

D200160167

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen

Pembimbing

Amin Sulistyanto, ST., MT.

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA SISTEM *HYDRAULIC* UNTUK MENGETAHUI
DAYA *HYDRAULIC PUMP* PADA KOMPONEN KERJA
*EXCAVATOR KOMATSU PC 130F-7***

Oleh :
OKA MAHENDRA
D200160167

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 22 Desember 2020
dan dinyatakan memenuhi syarat**

Dewan Penguji

- 1. Amin Sulistyanto, S.T.,M.T
(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Wijianto, S.T.,M.Eng.Sc
(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. Supriyono, S.T.,M.T.,Ph.D
(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Dr. Sri Sutandono, M.T, PhD

PERNYATAAN

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

Apabila terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 28 Januari 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Oka Mahendra', with a date '28/01/21' written below it.

Oka Mahendra

D200160167

**ANALISA SISTEM *HYDRAULIC* UNTUK MENGETAHUI DAYA
HYDRULIC PUMP PADA KOMPONEN KERJA
*EXCVATOR KOMATSU PC130F-7***

Abstrak

Pengoperasian sebuah excavator membutuhkan berbagai macam operasi dari komponen kerja. Operasi pada komponen kerja *excavator* membutuhkan daya *hydraulic*. Komponen kerja *excavator* terdiri dari *swing motor*, *travel motor*, *boom*, *arm* dan *bucket*. Pada dasarnya sistem *hydraulic* adalah suatu sistem pemindah dan pengontrolan gaya dan gerakan dengan fluida cair. Oli bertekanan dari pompa di distribusikan ke berbagai macam komponen kerja *excavator*. Untuk mengetahui daya yang terjadi membutuhkan besar nya *flow rate* dan tekanan pada komponen kerja. Daya dalam satuan kW, *flow rate* dalam satuan m^3/second , dan tekanan dalam satuan N/m^2 . Daya yang dihasilkam oleh satu *buah variable displacement pump* sebesar 130,848 kW. Daya yang dihasilkan *Hydraulic Pump* kemudian di distribusikan ke komponen kerja meliputi *hydraulic swing motor* sebesar 7,586 kW, *hydraulic travel motor* sebesar 26,512 kW, *hydraulic cylinder boom* sebesar 32,888 kW, *hydraulic cylinder arm* sebesar 18,209 kW, dan *hydraulic cylinder bucket* sebesar 15,273 kW. Jumlah keseluruhan daya yang di distribusikan ke komponen kerja sebesar 100,468 kW. Jika dibandingkan dengan daya *hydraulic pump* sebesar 130,848 kW, maka daya yang digunakan sebesar 77,952 % dari daya *hydraulic pump*

Kata Kunci : *daya, excavator, flow rate, hydraulic, motor, cylinder*

Abstract

The operation of an excavator requires a variety of operations from work components. Operation of the excavator work components requires hydraulic power. Excavator work components consist of swing motor, travel motor, boom, arm and bucket. Basically, the hydraulic system is a system for transferring and controlling force and movement with liquid fluid. Pressurized oil from the pump is distributed to various kinds of excavator work components. To find out the power that occurs requires a large flow rate and pressure on the work components. Power is in kW, flow rate is in m^3/second , and pressure is in N/m^2 . The power produced by a variable displacement pump is 130.848 kW. The power generated by the Hydraulic Pump is then distributed to work components including a hydraulic swing motor of 7,586 kW,

a hydraulic travel motor of 26,512 kW, a hydraulic cylinder boom of 32,888 kW, a hydraulic cylinder arm of 18,209 kW, and a hydraulic cylinder bucket of 15,273 kW. The total amount of power distributed to the work components is 100,468 kW. When compared with the hydraulic pump power of 130,848 kW, the power used is 77,952% of the hydraulic pump power.

Keywords : excavators, power, flow rate, hydraulic, motor, cylinder

1. PENDAHULUAN

Excavator adalah alat berat yang dipergunakan untuk menggali dan mengangkut (*Loading and Unloading*) suatu material (tanah, batubara, pasir dan lain-lain). *Excavator* beroperasi dengan menggunakan sistem *Hydraulic*. Sistem. *Hydraulic* adalah suatu bentuk pemindah tenaga dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk menggerakkan *Actuator*. Mekanisme kerja dari sistem *Hydraulic* pada *Excavator* yaitu *Engine* memutar *Hydraulic Pump* yang kemudian mengalirkan fluida dari *Hydraulic Tank* ke dalam sistem dan kembali lagi ke *Hydraulic Tank*, dimana fluida ini dinaikkan tekanannya oleh *Hydraulic Pump* yang kemudian disalurkan ke beberapa komponen kerja meliputi : *Hydraulic Swing Motor*, *Hydraulic Travel Motor*, *Hydraulic Cylinder Boom*, *Hydraulic Cylinder Arm* dan *Hydraulic Cylinder Bucket* untuk menghasilkan suatu kondisi kerja tertentu.

Hydraulic Swing motor adalah komponen yang berada diantara *upperstructure* dan *undercarriage* yang memiliki fungsi menggerakkan *swing* sehingga *excavator* dapat berputar sampai 360°. *Hydraulic Travel Motor* berfungsi sebagai *system steering* dan *rem* untuk menggerakkan unit bergerak maju, mundur, kekiri dan kekanan. *Hydraulic Cylinder boom* merupakan *Actuator* sistem *Hydraulic* yang berfungsi menggerakkan *Boom* naik dan turun. *Hydraulic Cylinder Arm* merupakan *Actuator* sistem *Hydraulic* yang berfungsi menggerakkan *Arm* agar dapat mengayun. *Hydraulic Cylinder Bucket* merupakan *Actuator* sistem *Hydraulic* yang berfungsi menggerakkan *Bucket* agar bisa menggali dan memuat material. Pengoperasian pada

komponen *Hydraulic Excavator* dipengaruhi oleh besarnya daya *Hydraulic*. besarnya daya *Hydraulic* pada komponen kerja *Excavator* sangat berpengaruh terhadap produktifitas dari *Excavator*.

Maka dari itu penulis mengambil judul “Analisa Sistem *Hydraulic* Untuk Mengetahui Daya *Hydraulic Pump* Pada Komponen Kerja *Excavator Komatsu PC130_F-7*”.

2. METODE

Mengetahui Mengetahui mekanisme kerja sistem *Hydraulic* pada *Excavator Komatsu PC130_F-7*, Mengetahui daya *Hydraulic Pump* yang dihasilkan *Excavator Komatsu PC130_F-7*, Mengetahui daya dari komponen kerja *Excavator Komatsu PC130_F-7* meliputi *Hydraulic Swing Motor*, *Hydraulic Travel Motor*, *Hydraulic Cylinder Boom*, *Hydraulic Cylinder Arm*, dan *Hydraulic Cylinder Bucket*. Mengetahui perbandingan antara daya *Hydraulic Pump* dengan daya yang digunakan komponen kerja *Excavator PC130_F-7*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

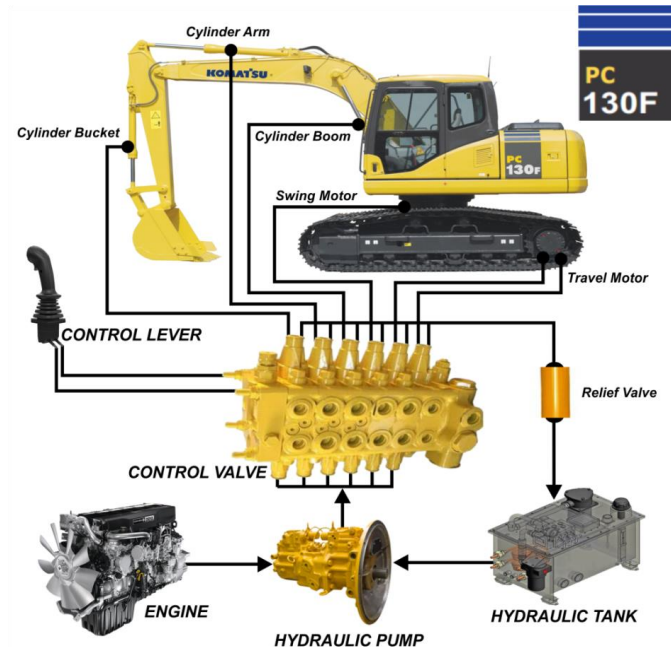
Sistem *hydraulic* adalah sistem pemindah tenaga dengan menggunakan zat atau fluida sebagai perantara, dimana fluida dinaikan tekanannya oleh pompa kemudian diteruskan ke komponen kerja.

Prinsip dasar dari *hydraulic* adalah sifatnya yang sangat sederhana. Zat cair tidak mempunyai bentuk yang tetap, zat cair hanya dapat membuat bentuk menyesuaikan dengan yang ditempatinya. Zat cair memiliki sifat tak dapat dikompresi (*incompressible*). Karena fluida yang digunakan harus bertekanan, akan diteruskan ke segala arah secara merata dengan memberikan arah gerakan yang halus. Ini didukung dengan sifatnya yang selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya dan tidak dapat dikompresi. Kemampuan yang diuraikan di atas akan menghasilkan

peningkatan kelipatan yang besar pada gaya kerjanya. Karena sifat cairan yang selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya, maka fluida akan mengalir ke segala arah dan dapat melewati berbagai ukuran dan bentuk. Untuk menjamin bahwa komponen *hydraulic* harus aman dalam operasinya, dapat dipenuhi oleh sifat zat cair yang tidak dapat dikompresi. Apabila gaya di tekan ke arah silinder yang tertutup rapat maka pada silinder akan terjadi tekanan di permukaan dalam. Tempat terjadinya tekanan itu tentu akan merata ke seluruh bagian dalam silinder, disebabkan sifat zat cair yang meneruskan gaya ke segala arah.

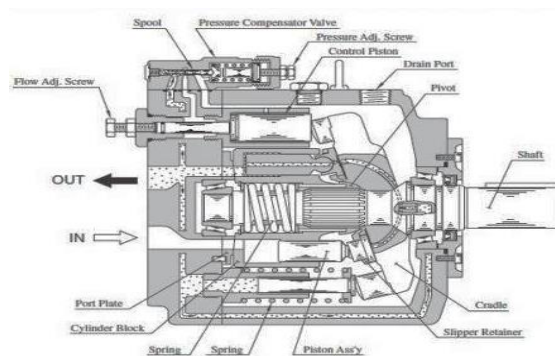
Hydraulic diartikan sebagai alat yang memindahkan tenaga dengan mendorong sejumlah cairan tertentu. Komponen pembangkit fluida bertekanan disebut pompa, dan komponen pengubah tekanan fluida (oli bertekanan) menjadi gerak mekanik disebut dengan elemen kerja. Prinsipnya elemen kerja akan menghasilkan gerak mekanis. Gerakan mekanis lurus (*linear*) dihasilkan dari elemen kerja berupa *hydraulic cylinder*, dan gerakan mekanis putar (*rotary*) dihasilkan oleh elemen kerja berupa *hydraulic motor*. Sebagai penggerak *hydraulic pump* dapat digunakan engine sebagai penggerak utama. Setelah oli *hydraulic* dipompa pada tekanan tertentu, kemudian disalurkan ke katup kontrol arah yang bertugas mengatur kemana cairan hidrolik itu dialirkan.

Urutan proses kerja dari sistem *Hydraulic Excavator* yaitu energi mekanis dari gerak *Engine* diubah menjadi energi *Hydraulic* dengan menggunakan *Hydraulic Pump* yang berkerja menghisap fluida berupa oli dari dalam *Hydraulic Tank*. Kemudian fluida oli dialirkan menuju *Control Valve*. Kerja dari *Control Valve* diatur oleh *Control Lever* (tuas kendali *excavator*). Didalam *Control Valve* terdapat tiga katup yang mempunyai fungsi dan tugas berbeda-beda, katup-katup bekerja sesuai arah gerak dari lever, kemudian diteruskan menuju komponen kerja (*Attachment*).



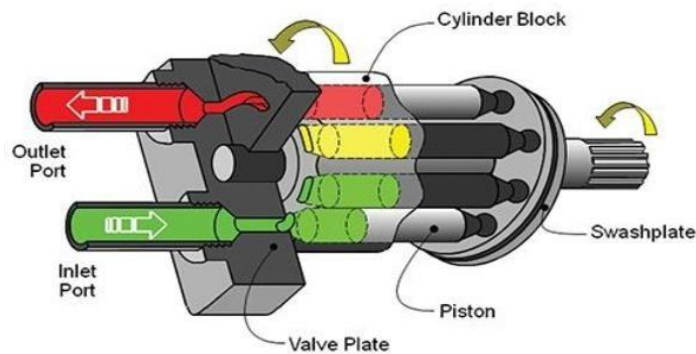
Gambar 1. Sistem Hydraulic Excavator Komatsu PC 130_F-7

Hydraulic *Pump* berfungsi untuk mengubah energy gerak dari engine menjadi energy tekanan oli. *Hydraulic Pump* yang digunakan *Excavator Komatsu PC130_F-7* adalah tipe *In line axial piston pump- variable displacement* . Pada pompa tipe ini, langkah piston dapat berubah karena swash plate (kemiringan swash plate dapat berubah-ubah), dimana piston ditumpu dapat bergerak sehingga menentukan langkah piston. Kemiringan swash plate berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan.



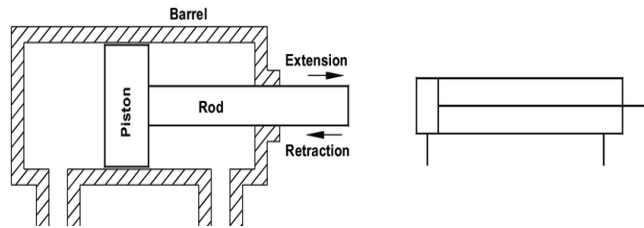
Gambar 2. *In Line Axial Piston Pump – Variable Displacement*

Hydraulic Motor adalah sebuah actuator mekanik yang mengkonversi aliran dan tekanan *hydraulic* menjadi torsi atau tenaga putaran. *Hydraulic Motor* yang digunakan pada *Excavator Komatsu PC130F-7* adalah model *Axial Plunger Hydraulic Motor*. *Hydraulic Motor* jenis ini menggunakan beberapa buah piston yang terpasang secara aksial mengelilingi poros motor. Pada ujung yang satu terdapat plat yang miring sehingga membuat piston memiliki ruang yang bervariasi pada saat berputar. Fluida *hydraulic* masuk melalui sisi inlet yang berada pada piston dengan volume ruangan kecil, dan tekanan pada fluida serta plat miring pada motor menghasilkan energi putar pada poros. *Hydraulic motor* ini terdapat pada *Swing Motor* dan *Travel Motor*.



Gambar 3. *Axial Plunger Hydraulic Motor*

Hydraulic Cylinder berfungsi untuk menggerakkan perlengkapan kerja (attachment). Prinsip kerjanya adalah merubah tenaga *Hydraulic* menjadi tenaga mekanis. Di dalam *Hydraulic Cylinder* terdapat piston yang terhubung dengan rod yang dapat bergerak maju dan mundur bergantung pada sisi mana yang di idi oleh fluida hydraulic bertekanan. Terdapat 3 tipe, yaitu Single Acting, Double Acting, dan Telescopic. Pada *Excavator Komatsu PC 130F-7* menggunakan tipe *double acting* untuk menggerakkan *boom*, *arm*, dan *bucket*.



Gambar 4. *Hydraulic Cyinder - Double Acting*

Perhitungan Hydraulic Pump

Flow Rate Hydraulic Pump

$$Q_p = \text{Max. Discharge Flow} \times \frac{1}{\text{menit}} \dots\dots\dots(1)$$

Daya Hydraulic Pump (P)

$$P_p = Q_p \cdot P \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

P_p = daya Hydraulic Pump (kW)

Q_p = Flow rate pompa (m³/s)

P = Max Preasure (N/m³)

Perhitungan Hydraulic Motor

Displacement (Vd)

$$Vd = 2nARsiny \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

n = Jumlah Piston pada motor hidrolik

A = Luas area piston (m²)

R = Jarak pusat shaft dengan pusat piston (cm)

γ = Sudut swash plate (°)

Flow Rate Hydraulic Motor (Q_a)

Untuk menghitung *flow rate* aktual pada motor, harus dicari terlebih dahulu nilai dari kecepatan sudut pompa tersebut.

$$\omega = \frac{2\pi}{TP} \dots\dots\dots(4)$$

TP adalah periode dari pompa, nilai periode dari pompa tergantung dari jumlah pistonnya, dimana ($TP = \frac{\pi}{n}$).

$$Q_A = \frac{V_d \cdot \omega}{2\pi} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

Q_A = Flow Rate Aktual ($m^3/second$)

V_d = Theoretical Displacement (m^3/rev)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

n = Jumlah piston

Daya Hidraulik Motor (P_m)

$$P_m = Q_a \cdot P \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

Q_a = Flow rate motor ($m^3/second$)

P = Tekanan yang terjadi (N/m^2)

Perhitungan Hydraulic Cylinder

Flow Rate Hydraulic Cylinder

Dalam menentukan kapasitas aliran pompa, diasumsikan bahwa kapasitas aliran maximum akan terjadi pada saat *cylinder* digerakan (yang terbesar).

$$Q_c = \frac{\pi}{4} \cdot d_0^2 \cdot V_{\text{silinder}} \cdot n \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

Q_c = Flow Rate Cylinder (m^3/s)

d_0 = diameter dalam silinder bucket (cm)

V_{arm} = kecepatan angkat (cm/s)

n = jumlah silinder angkat (1 buah)

Daya Hidraulik *Cylinder* (P_c)

$$P_c = Q_c \cdot P \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

Q_c = Flow rate *cylinder* (m^3/s)

P = Preasure (N/m^2)

Tabel 1 Hasil Perhitungan Daya *Hydraulic Excavator Komatsu PC130_{F-7}*

Nama Komponen	Jumlah	Max Pressure (P) (N/m^2)	Flow Rate (Q) (m^3/s)	Daya (P) (kW)
Hydraulic Pump	2	$3,48 \times 10^7$	$3,76 \times 10^{-3}$	130,848
Swing Motor	1	$2,89 \times 10^7$	$2,625 \times 10^{-4}$	7,586
Travel Motor	2	$3,48 \times 10^7$	$7,618 \times 10^{-4}$	26,512
Cylinder Boom	2	$3,48 \times 10^7$	$9,45 \times 10^{-4}$	32,888
Cylinder Arm	1	$3,48 \times 10^7$	$5,232 \times 10^{-4}$	18,209
Cylinder Bucket	1	$3,48 \times 10^7$	$4,389 \times 10^{-4}$	15,273

Pada unit *Excavator Komatsu PC130_{F-7}* untuk satu buah *Hydraulic Pump* yang menghasilkan *Flow Rate* sebesar $3,76 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ dan Daya sebesar 130,848 kW.

Flow Rate dan Daya yang dihasilkan oleh *Hydraulic Pump* kemudian di distribusikan ke komponen kerja meliputi *Hydraulic Swing Motor* dengan *Flow Rate* sebesar $2,625 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dan Daya sebesar 7,586 kW. *Hydraulic Travel Motor* dengan *Flow Rate* sebesar $7,618 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dan Daya sebesar 26,512 kW. *Hydraulic Cylinder Boom* dengan *Flow Rate* sebesar $9,45 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dan Daya sebesar 32,888 kW. *Hydraulic Cylinder Arm* dengan *Flow Rate* sebesar $5,232 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dan Daya sebesar 18,209 kW. *Hydraulic Cylinder Bucket* dengan *Flow Rate* sebesar $4,389 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dan Daya sebesar 15,273 kW.

Jumlah keseluruhan *Flow Rate* dan Daya yang di distribusikan ke komponen kerja sebesar $2,931 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ untuk *Flow Rate* dan 100,426 kW untuk Daya. Jika di bandingkan dengan *Flow Rate* dan Daya yang dihasilkan *Hydraulic Pump*, $3,76 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ untuk *Flow Rate* dan 130,848 kW untuk Daya. Maka *Flow Rate* dan Daya yang digunakan sebesar 77,952 % dari keseluruhan. Jadi, jika *Hydraulic Pump* mengalami sedikit kebocoran, Daya yang dihasilkan tetap cukup menggerakkan komponen kerja *Excavator*.

4. PENUTUP

Pada komponen kerja *excavator Komatsu PC 130F-7* pada saat mesin bekerja secara maksimal diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Daya yang dihasilkan oleh satu buah *Variable Displacement Pump* sebesar 130,848 kW, Daya yang distribusikan ke komponen kerja meliputi *hydraulic swing motor* sebesar Daya yang distribusikan *Hydraulic Pump* ke komponen kerja meliputi *Hydraulic Swing Motor* sebesar 7,586 kW, *Hydraulic Travel Motor* sebesar 26,512 kW, *Hydraulic Cylinder Boom* sebesar 32,888 kW, *Hydraulic Cylinder Arm* sebesar 18,209 kW, dan *Hydraulic Cylinder Bucket* sebesar 15,273 kW. Jumlah keseluruhan daya yang didistribusikan pada komponen kerja *excavator* sebesar 100,468 kW. Perbandingan antara daya yang tersedia dan daya yang terjadi sebesar 77,952 %. Daya yang dihasilkan *Hydraulic Pump* mencukupi untuk menggerakkan semua komponen kerja pada *excavator*.

DAFTAR PUSTAKA

- Komatsu Japan. 2004. *"Shop Manual Komatsu PC130F-7"*. Japan:Komatsu Japan Corp.
- Komatsu Japan. 2004. *"Part Book Komatsu PC130F-7"*. Japan: Komatsu Japan Corp.
- Team Pengembangan Vokasi. 2016. *"Hydraulic System"*. Surakarta: Sekolah Vokasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- School, UT. 2008. *"Basic Maintenance"*. Surakarta: Sekolah Vokasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Iza Rizwan, Muhammad. 2019. *"Study Distribusi Daya Hidraulik Pada Attachment Excavator PINDAD EXCAVA 200"*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Khurmi, R.S. 1983 *"A Text Book Of Fluid Mechanics"*. New Delhi : S Chand & Company LTD.
- Bartos,S. 1992. *"Mathematical Modeling of Bent-Axis Hydraulic Piston Motor"*. (http://ipnpr.jpl.nasa.gov/progress_report/42111/111S.PDF, diakses pada tanggal 3 September 2020).
- 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 3 September 2020).
- Jagadeesha,T. *"Analysis of an axial-piston swash-plate type hydrostatic pump"*. (<http://nptel.ac.in/courses/112105046/m5L19.pdf>, diakses pada tanggal 3 September 2020).

Jagadeesha,T. “*Hydraulic Motors*”. (<http://nptel.ac.in/courses/1121106175/module%201/Lecture%2010.pdf>, diakses pada tanggal 3 September 2020).

Jagadeesha,T. “*Hydraulic Motors (continued)*”. (<http://nptel.ac.in/courses/1121106175/module%201/Lecture%2011.pdf>, diakses pada tanggal 3 September 2020).