

TUGAS AKHIR

ANALISA KINERJA MOTOR TERHADAP PEMBERIAN BEBAN PADA MODEL *EXCAVATOR* SISTEM HIDROLIK *DOUBLE ACTING* SILINDER

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD NUR SYAH PUTRA
1407230248



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

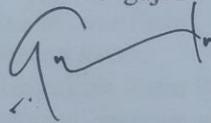
Nama : Muhammad Nur Syah Putra
NPM : 1407230248
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Kinerja Motor Terhadap Pemberian Beban
Pada Model Excavator Sistem Hidrolik *Double Acting* Silinder
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2020

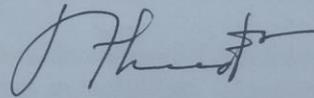
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



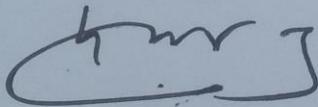
Chandra A Siregar, S.T.,M.T

Dosen Penguji II



Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T

Dosen Penguji III



Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Dosen Peguji IV



H. Muharnif M, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Nur Syah Putra
Tempat /Tanggal Lahir : Pem. Ganjang /08 Mei 1996
NPM : 0407230042
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa kinerja motor terhadap pemberian beban pada model excavator system hidrolik *double acting* silinder”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2020



Saya yang menyatakan,

Muhammad Nur Syah Putra

ABSTRAK

Ekskavator (excavator) merupakan salah satu alat berat yang paling sering digunakan karena fleksibilitasnya yang sangat tinggi serta menjadikannya alat yang tepat untuk melakukan pekerjaan seperti menggali dan mengangkut (loading and unloading), mengeruk, membuka lahan dan lain-lain. Mengingat dengan begitu banyak aplikasi kerja yang dapat dilakukan excavator maka tentu membutuhkan analisis khusus tentang kinerja mesin penggerakannya. Oleh sebab itu dirancanglah sebuah permodelan excavator yang mengambil prinsip kerja excavator aslinya yaitu dengan sistem hidrolis double acting sylinder untuk dapat dianalisis kinerja motor penggerak yang dalam hal ini menggunakan mesin Robin EY15DJ 3,5 HP. Analisa kinerja motor pada model excavator dilakukan dengan menguji langsung motor pada alat uji brake dynamometer serta dengan perlakuan pemberian varian beban angkat model excavator mulai dari 10 kg, 20 kg, 30kg, dan 40 kg. Berdasarkan uraian diatas penulis menguraikan permasalahan yang terjadi dalam pengujian unjuk kinerja motor penggerak model excavator yaitu torsi, daya motor, daya angkat, konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar spesifik serta efisiensi motor excavator. Dari hasil analisis kinerja motor penggerak pada model excavator diperoleh hasil sebagai berikut, nilai torsi “max” 1680 kg.mm , nilai daya motor “ max” 2,2 kw , nilai daya angkat motor “max” 1,96 kw, nilai konsumsi bahan bakar “optimal” 0,4 kg/h, nilai konsumsi bahan bakar spesifik “optimal” 0,33 kg/kw.h serta nilai efisiensi daya motor yaitu rata-rata 90%.

Kata Kunci : Kinerja Motor Excavator, Robin EY15DJ 3,5 HP, Torsi, Daya Motor, Daya Angkat, Konsumsi Bahan Bakar, Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.

ABSTRACT

Excavators (excavators) are one of the most frequently used heavy equipment because of their very high flexibility and make them the right tools to do work such as digging and loading (unloading), dredging, opening land and others. Considering that there are so many work applications that excavators can do, it certainly requires a special analysis of the performance of the driving machine. Therefore, an excavator model was designed that took the original excavator's working principle, namely a double acting cylinder hydraulic system to analyze the performance of the driving motor which in this case used the Robin EY15DJ 3.5 HP engine. The analysis of motor performance on the excavator model is done by directly testing the motor on the brake dynamometer as well as by providing a variant of the excavator model lifting load starting from 10 kg, 20 kg, 30 kg, and 40 kg. Based on the description above, the author describes the problems that occur in testing the performance of the excavator model motor drive, namely torque, motor power, lift power, fuel consumption, specific fuel consumption and the efficiency of the excavator motor. From the results of the analysis of the performance of the driving motor on the excavator model obtained the following results, the torque value of "max" 1680 kg.mm, the value of motor power "max" 2.2 kw, the value of lift motor "max" 1.96 kw, the value of material consumption "optimal" fuel 0.4 kg / h, the value of "optimal" specific fuel consumption of 0.33 kg / kw.h and the value of motor power efficiency is an average of 90%.

Keywords : Excavator Motor Performance, Robin EY15DJ 3.5 HP, Torque, Motor Power, Lift Power, Fuel Consumption, Specific Fuel Consumption.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Kinerja Motor Terhadap Pemberian Beban Pada Model Excavator Sistem Hidrolik *Double Acting* Silinder” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

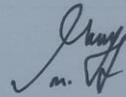
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak H. Muharnif M, S.T.,M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus Sekretaris Program Studi Teknik Mesin yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T.,M.T, yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak / Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
7. Orang tua penulis Hairuddin dan Suriyati Br. Malau, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak / Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis seperjuangan C-1 Teknik Mesin Angkatan 2014 dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebutkan satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, Februari 2020



Muhammad Nur Syah Putra

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Motor Bakar	4
2.1.1 Jenis motor bakar	4
2.1.2 Prinsip kerja motor bakar	8
2.1.3 Hukum termodinamika pada mesin otto 4 langkah	10
2.1.4 Parameter untuk kerja motor bakar	11
2.2 Hidrolik silinder <i>double acting system</i>	15
2.2.1 Fluida	15
2.2.2 Prinsip serta gaya pada hidrolik	15
2.2.3 Jenis-jenis hidrolik	18
2.2.4 Spesifikasi hidrolik <i>double acting</i> yang digunakan	24
2.3 Brake dynamometer	24
2.3.1 Macam-macam peralatan uji brake dynamometer	24
2.3.2 Macam dan cara pengujian brake dynamometer	26
BAB 3 METODOLOGI	27
3.1 Tempat dan Waktu	27
3.1.1 Tempat	27
3.1.2 Waktu	27
3.2 Bahan dan Alat	28
3.2.1 Bahan	28
3.2.2 Alat	29
3.3 Diagram Alir Pengujian	32

3.4	Prosedur penelitian	33
BAB 4	Hasil Dan Pembahasan	35
4.1	Hasil	35
4.1.1	Hasil prosedur percobaan	35
4.1.2	Hasil pengujian motor model excavator dengan brake dynamometer	42
4.1.2.1	Beban 1 kg	42
4.1.2.2	Beban 2 kg	43
4.1.2.3	Beban 3 kg	45
4.1.2.4	Beban 4 kg	46
4.1.3	Hasil pengujian kemampuan motor model excavator terhadap pemberian beban angkat lengan excavator	48
4.1.3.1	Beban angkat 10 kg	48
4.1.3.2	Beban angkat 20 kg	48
4.1.3.3	Beban angkat 30 kg	49
4.1.3.4	Beban angkat 40 kg	49
4.1.4	Hasil gambar experimental skema kinerja motor model excavator	50
4.2	Pembahasan	51
4.2.1	Analisa torsi, daya, putaran dan konsumsi bahan bakar dengan brake dynamometer	53
4.2.1.1	Beban 1 kg	53
4.2.1.2	Beban 2 kg	54
4.2.1.3	Beban 3 kg	54
4.2.1.4	Beban 4 kg	55
4.2.2	Analisis kemampuan kinerja motor model excavator terhadap pemberian beban angkat lengan excavator	60
4.2.2.1	Beban angkat 10 kg	60
4.2.2.2	Beban angkat 20 kg	62
4.2.2.3	Beban angkat 30 kg	64
4.2.2.4	Beban angkat 40 kg	66
4.2.3	Hasil analisa persentase pengaruh kinerja daya motor penggerak terhadap daya angkat beban excavator	68
BAB 5	Kesimpulan Dan Saran	69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	69
	DAFTAR PUSTAKA	70
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Bahan bakar Premium	14
Tabel 3.1	Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian	27
Tabel 4.1	Data percobaan brake dynamometer	53
Tabel 4.2	Hasil data analisa percobaan brake dynamometer	56
Tabel 4.3	Data percobaan mesin excavator dengan variasi beban angkat	60
Tabel 4.4	Hasil pembahasan kinerja mesin excavator dengan variasi beban	68
Tabel 4.5	Data percobaan motor excavator dengan variasi beban angkat	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor pembakaran dalam	5
Gambar 2.2 Motor pembakaran luar	6
Gambar 2.3 Motor dua langkah	8
Gambar 2.4 Motor empat langkah	9
Gambar 2.5 Diagram P-V dan T-S siklus otto	10
Gambar 2.6 Skema pengukuran torsi	11
Gambar 2.7 Motor penggerak bensin robin EY15DJ	14
Gambar 2.8 Hukum pascal	16
Gambar 2.9 Gaya hidrolis	16
Gambar 2.10 Kedalaman kesetimbangan	16
Gambar 2.11 Panjang langkah	17
Gambar 2.12 Hubungan tekanan dan lulusan	17
Gambar 2.13 Laju aliran	18
Gambar 2.14 Kecepatan aliran	18
Gambar 2.15 Silinder hidrolis kerja tunggal	19
Gambar 2.16 Silinder kerja ganda	20
Gambar 2.17 Prinsip kerja kontrol langsung silinder kerja ganda	21
Gambar 2.18 <i>Hydraulic gear motor</i>	21
Gambar 2.19 Skema <i>axial hydraulic piston motor</i>	22
Gambar 2.20 Radial piston hidrolis motor	22
Gambar 2.21 Spesifikasi hidrolis yang digunakan	24
Gambar 2.22 Pronny brake dynamometer	25
Gambar 2.23 Water brake dynamometer	25
Gambar 2.24 Fan brake dynamometer	26
Gambar 3.1 Mesin penggerak bensin Robin EY15DJ	28
Gambar 3.2 Tachometer digital	29
Gambar 3.3 Laptop	30
Gambar 3.4 Material bahan angkat	30
Gambar 3.5 Stopwatch	31
Gambar 3.6 Brake dynamometer	31

Gambar 3.7 Bagan alir pengujian	32
Gambar 4.1 Mesin Robin terpasang pada alat uji brake dynamometer	35
Gambar 4.2 Alat-alat perlengkapan pengujian brake dynamometer	35
Gambar 4.3 Memastikan putaran awal mesin 4000 Rpm	36
Gambar 4.4 Proses penyetelan beban brake dynamometer	36
Gambar 4.5 Stopwatch untuk menghitung waktu pengujian	37
Gambar 4.6 Tachometer untuk mengukur putaran mesin	37
Gambar 4.7 Pengumpulan data hasil pengujian	38
Gambar 4.8 Mesin Robin terpasang pada model excavator	38
Gambar 4.9 Alat-alat perlengkapan pengujian beban angkat excavator	39
Gambar 4.10 Pengecekan system gerak lengan excavator sebelum pengujian	39
Gambar 4.11 Pengikatan beban pada bucket excavator	40
Gambar 4.12 Pengujian pengangkatan beban oleh lengan excavator	40
Gambar 4.13 Stopwatch untuk menghitung waktu pengujian	40
Gambar 4.15 Pengukuran mampu tinggi angkat beban lengan excavator	41
Gambar 4.16 Pengumpulan data hasil pengujian beban angkat excavator	41
Gambar 4.17 Experimental skema kinerja motor model excavator	42
Gambar 4.18 Pembebanan mesin 1kg pada alat ukur beban brake dynamometer	42
Gambar 4.19 Rpm mesin pada pembebanan 1 kg	43
Gambar 4.20 Konsumsi bahan bakar pembebanan 1 kg	43
Gambar 4.21 Pembebanan mesin 2kg pada alat ukur beban brake dynamometer	44
Gambar 4.22 Rpm mesin pada pembebanan 2 kg	44
Gambar 4.23 Konsumsi bahan bakar pembebanan 2 kg	45
Gambar 4.24 Pembebanan mesin 3kg pada alat ukur beban brake dynamometer	45
Gambar 4.25 Rpm mesin pada pembebanan 3 kg	46
Gambar 4.26 Konsumsi bahan bakar pembebanan 3 kg	46
Gambar 4.27 Pembebanan mesin 4kg pada alat ukur beban brake dynamometer	47
Gambar 4.28 Rpm mesin pada pembebanan 4 kg	47
Gambar 4.29 Konsumsi bahan bakar pembebanan 4 kg	48
Gambar 4.30 Lengan excavator mengangkat beban 10 kg	48
Gambar 4.31 Lengan excavator mengangkat beban 20 kg	49
Gambar 4.32 Lengan excavator mengangkat beban 30 kg	49

Gambar 4.33 Lengan excavator mengangkat beban 40 kg	50
Gambar 4.34 Grafik torsi vs putaran	56
Gambar 4.35 Grafik daya vs putaran	57
Gambar 4.36 Grafik daya vs torsi	58
Gambar 4.37 Grafik laju aliran bahan bakar dan bahan bakar spesifik vs torsi	59

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
T	Torsi	Kg.mm
F	Gaya	N
r	Panjang lengan	m
N	Daya	W
n	Putaran mesin	rpm
\dot{m}_f	Konsumsi bahan bakar	Kg/h
S_{fc}	Konsumsi bahan bakar spesifik	Kg/kw.h
P	Tekanan	Pa
A	Luas Penampang	m ²
Q	Laju aliran fluida	m ² /s
m	Massa	Kg
E	Energi	Joule
W	Gaya beban	N
g	Gravitasi	m/s
h	Tinggi angkat	m
s	Panjang langkah silinder	mm
t	Waktu	s

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia perindustrian atau pertambangan, alat berat merupakan salah satu hal yang memang tidak dapat dilepaskan atau dihilangkan. Mengingat dalam pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan dalam perindustrian atau pertambangan meliputi kegiatan-kegiatan dengan beban yang berat seperti pembangunan gedung, jembatan, penggalian tanah, pengangkutan material dan lain-lain. Untuk itu alat berat sangatlah dibutuhkan. Selain fungsi utamanya yaitu sebagai alat yang dapat mengerjakan kegiatan pertambangan (*mining job*) juga dapat mempercepat terselesainya target kerja secara hasil yang maksimal dan tepat waktu dengan beban pekerjaan yang berat, jika dibandingkan menggunakan alat-alat konvensional dengan tenaga manusia tentu akan memakan waktu yang cukup lama dan hasil yang kurang maksimal. Seperti pada proses penggalian tanah yang membutuhkan suatu alat berat yang memiliki daya serta fleksibilitas yang tinggi, dan hal itu dapat ditemukan dari sebuah alat berat yang bernama *excavator*.

Ekskavator (*excavator*) merupakan salah satu alat berat yang paling sering digunakan karena fleksibilitas yang tinggi serta menjadikannya alat yang tepat untuk melakukan pekerjaan seperti menggali dan mengangkut (*loading and unloading*), mengeruk, membuka lahan dan lain-lain. Dilihat dari strukturnya, *excavator* terdiri dari tiga bagian, yaitu : *Upperstructure*, *attachment*, dan *undercarriage*, dengan 2 tipe system penggerak yaitu ; *engine type* (*diesel*) dan *battery type* (motor listrik) yang keduanya merubah energy bakar dan listrik menjadi mekanik yang selanjutnya di distribusikan kedalam energy hidrolik melalui tekanan pompa hidrolik yang diaplikasikan kesistem – system silinder hidrolik untuk menghasilkan gerakan. Mengingat dengan begitu banyak aplikasi kerja yang dapat dilakukan dengan excavator maka tentu membutuhkan perhitungan atau perancangan serta analisa khusus tentang mesin motor penggerak itu sendiri, sehingga dapat mengetahui daya dan kinerja yang sesuai dengan system gerak excavator yaitu system pompa hidraulik serta beban yang dapat dikerjakan oleh excavator tersebut. Oleh sebab itu dirancanglah sebuah permodelan excavator yang mengambil prinsip-prinsip kerjadari excavator aslinya

untuk dapat dijadikan bahan percobaan atau pengujian dalam menganalisa penggunaan kinerja motor penggerak excavator.

Model sendiri didefinisikan sebagai alat bantu atau media yang dapat digunakan untuk mencerminkan dan menyederhanakan suatu realita (dunia sebenarnya) secara terukur (Tamin,1997). Dapat dikatakan bahwa model merupakan gambaran representasi langsung dari sebuah kejadian atau sebuah realita itu sendiri. Didalam pembuatan sebuah model akan ada suatu proses penyederhanaan (skala,dsb), pendekatan dan asumsi-asumsi (Rahayu,2014).

Sehingga pemodelan alat berat ekskavator ini diharapkan memiliki peranan penting untuk menjelaskan serta mendeskripsikan komponen-komponen apa saja yang ada pada sebuah unit excavator, dimulai dari spesifikasi, kegunaan, cara kerja, maintenance dan lain sebagainya, yang dalam hal ini juga dapat digunakan untuk menganalisa system kinerja motor penggerak pada alat berat excavator tersebut.

Untuk itu berdasarkan uraian latar belakang tersebut diatas, maka penulis ingin mengambilnya menjadi sebuah kajian yang selanjutnya dikembangkan menjadi sebuah judul skripsi yang berjudul “**Analisa kinerja motor terhadap pemberian beban pada model excavator sistem hidrolis *double acting* silinder**”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana kinerja motor terhadap pemberian beban pada excavator hidrolis silinder ganda.

1.3 Ruang Lingkup

Dalam ruang lingkup ini, penulis menitik beratkan permasalahan pada:

1. Motor penggerak pada excavator yang digunakan yaitu motor bakar bensin Robin EY 15DJ 3.5 HP.
2. Analisa perhitungan torsi, daya, serta konsumsi bahan bakar motor model excavator menggunakan brake dynamometer dengan variasi beban :
1 kg, 2 kg, 3kg, dan 4kg.

3. Analisa kinerja motor model excavator yaitu kemampuan mesin terhadap daya angkat maksimum lengan model excavator dengan Variasi beban angkat excavator :

10 kg, 20 kg, 30 kg, dan 40 kg.

1.4 Tujuan penelitian.

Berdasarkan dari rumusan masalah pada penelitian ini sehingga tujuan penelitiannya adalah untuk mengetahui kinerja motor terhadap pemberian beban pada excavator hidrolik silinder ganda.

1.5 Manfaat

Manfaat analisis ini ialah:

1. Untuk memberikan pengetahuan kepada pembaca tentang perencanaan motor penggerak.
2. Untuk mengetahui kinerja motor penggerak (motor bakar) pada excavator hidrolik silinder ganda.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Bakar

Motor bakar adalah motor penggerak mula yang pada prinsipnya adalah sebuah alat yang mengubah energi kimia menjadi energi panas dan diubah ke energi mekanis. Energi panas dengan tekanan yang sangat tinggi, membuat volume di ruang bakar menjadi terekspansi yang mengakibatkan terdorongnya piston. Dorongan piston ini menggerakkan komponen-komponen lain yang menghasilkan energi mekanis.

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam. Adapun mesin kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar. Sebagai contoh mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah (Winarno dan Karnowo, 2008 : 65).

2.1.1 Jenis Motor Bakar

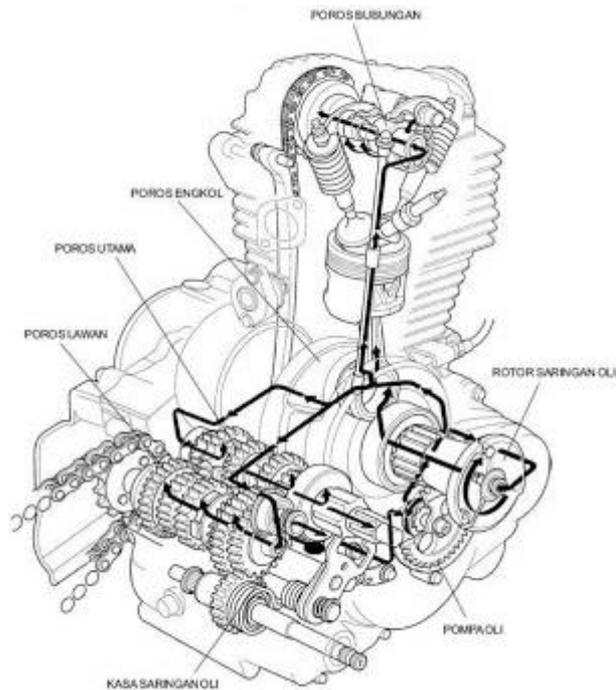
Jenis motor bakar ditinjau dari prinsip perolehan energi kalor dibagi menjadi dua macam yaitu; motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) dan motor pembakaran luar (*External Combustion Engine*).

a. Motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*).

Didalam motor bakar terdapat tenaga panas bahan bakar yang diubah menjadi tenaga mekanik, sehingga dalam hal ini merupakan proses pembakaran dalam mesin, jika pembakaran berlangsung maka diperlukan :

1. Bahan bakar dan udara dimasukkan ke dalam motor.
2. Bahan bakar dipanaskan hingga suhu nyala.

Pembakaran ini menimbulkan panas yang menghasilkan tekanan yang kemudian menghasilkan tenaga mekanik. Contoh aplikasi dari pembakaran dalam ini digunakan pada power rendah, misalnya motor bensin dan motor diesel.



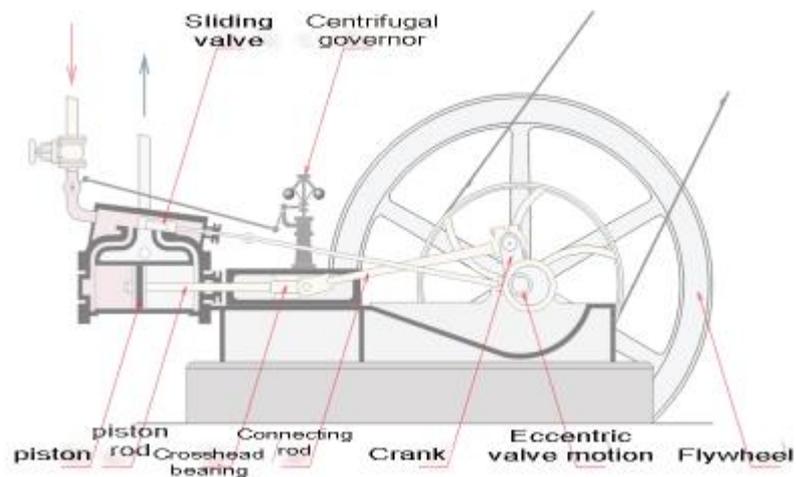
Gambar 2.1 Motor pembakaran dalam

b. Motor pembakaran luar (*External Combustion Engine*).

Merupakan pembakaran yang terjadi di luar sistem (silinder) dan biasa digunakan pada power tinggi, yaitu misalnya pada ketel uap, turbin uap, mesin uap, dll. Pada mesin uap dan turbin uap, bahan bakar dibakar di ruang pembakaran tersendiri dengan ketel untuk menghasilkan uap. Jadi mesinnya tidak digerakkan oleh gas yang terbakar tetapi oleh uap air.

Untuk membuat uap air maka bahan bakar yang dipergunakan dapat berupa batu bara atau kayu dan pembakarannya dilakukan secara terus-menerus. Lagi pula uap tidak dipanasi langsung oleh nyala api, tetapi dengan perantaraan dinding ruang pembakaran, maka dari itu tidak mungkin memanasi uap sampai suhu yang tinggi dan efisiensi termisnya agak rendah. Secara singkat, mesin uap dan turbin uap mempunyai karakter yang hanya dapat dipergunakan sebagai penggerak mula ukuran besar, misalnya lokomotif, kapal, dan power plant dan tidak baik dipergunakan sebagai penggerak generator serba guna, sepeda motor, kendaraan (mobil), dll.

Jadi pembakaran luar mesin (*external combustion engine*), pembakaran terjadi di luar system yaitu mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetic dan selanjutnya energi kinetic diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran (pada instalasi uap, tenaga thermis dalam bahan bakar, pertama-tama dipergunakan untuk membuat uap dalam kawah uap, untuk itu mesin uap disebut juga pesawat kalor dengan pembakaran luar).



Gambar 2.2 Motor Pembakaran Luar

Komponen-komponen penting yang ada di dalam sebuah mesin motor bakar antara lain:

1. Kepala Silinder / *Cylinder Head*

Kepala silinder merupakan komponen utama mesin yang berada di bagian atas mesin. Kepala silinder berfungsi sebagai ruang tempat pembakaran dan tempat kedudukan dari mekanisme katup. Di dalam kepala silinder terdapat berbagai macam komponen diantaranya :

- a. Tutup / kop katup.
- b. poros nok / Noken as
- c. Mekanisme katup.
- d. Lubang dudukan busi.
- e. Saluran masuk / *intake manifold*.
- f. Saluran buang / *Exhaust Manifold*.

2. Blok Silinder / *Block Cylinder*

Blok Silinder / *Block Cylinder* berfungsi sebagai tempat untuk menghasilkan energi panas dari proses pembakaran bahan bakar dan udara, dan sebagai tempat bergerakinya piston dalam melaksanakan proses kerja.

3. Piston dan Ring Piston

Piston berfungsi sebagai untuk memindahkan tenaga yang diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar ke poros engkol (*crank shaft*) melalui batang torak (*connecting rod*).

Ring Piston berfungsi sebagai :

- a. Mencegah kebocoran gas bahan bakar saat langkah kompresi dan usaha.
- b. Mencegah masuknya oli pelumas ke ruang bakar.
- c. Memindahkan panas dari piston ke dinding silinder.

4. Batang Piston / *Connecting Rod*

Batang Piston / *Connecting Rod* berfungsi untuk menerima tenaga dari piston yang diperoleh dari pembakaran bahan bakar dan meneruskannya ke poros engkol.

5. Poros Engkol / *Crank Shaft*

Poros Engkol / *Crank Shaft* berfungsi untuk mengubah gerak naik turun torak menjadi gerak berputar yang akhirnya menggerakkan roda-roda.

6. Bantalan / *Bearing*

Berfungsi untuk meringankan putaran atau melancarkan putaran pada *noken as.crank shaft, connecting rod* dan komponen yang berputar.

7. Bak Engkol Mesin (*crankcase*)

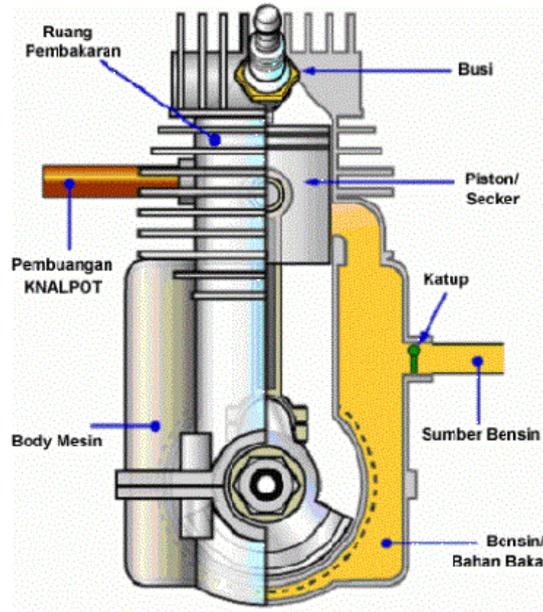
Crankcase (bak engkol) biasanya terbuat dari aluminium *die casting* dengan sedikit campuran logam. Bak engkol fungsinya sebagai rumah dari komponen yang ada di bagian dalamnya, yaitu komponen:

- a. Generator atau alternator pembangkit daya tenaga listriknya sepeda motor.
- b. Pompa oli.
- c. Kopling.
- d. Poros engkol dan bantalan peluru.
- e. Gigi persneling atau gigi transmisi.
- f. Sebagai penampung oli pelumas.

2.1.2 Prinsip Kerja Motor Bakar

Motor bakar ditinjau dari prinsip kerjanya dibagi menjadi dua macam, yaitu;

1. Motor bakar dua langkah



Gambar 2.3 Motor Dua langkah

Motor bakar dua langkah adalah jenis motor bakar yang menghasilkan tenaga dengan dua kali langkah piston atau satu kali putaran poros engkol. (Arismunandar, Wiranto; 1988).

Motor 2 tak (2 langkah) dibedakan menjadi 2 yaitu untuk motor bensin dan diesel. Prinsip kerjanya hampir sama, yakni melalui 2 langkah yaitu langkah kompresi dan langkah usaha. Dalam melakukan usahanya memerlukan satu kali putaran poros engkol untuk 2 kali langkah torak. Langkah pertama, yaitu merupakan langkah kompresi, dengan torak bergerak ke atas, campuran minyak bahan bakar dan udara dikompresikan dan dibakar dengan bunga api listrik bila torak mencapai titik mati atas (TMA). Langkah kedua yaitu merupakan langkah usaha, torak didorong ke bawah oleh tekanan pembakaran, campuran minyak bakar, udara di dalam lemari engkol dikompresikan bila torak menutup lubang pemasukan.

2. Motor 4 tak (4 Langkah)

Motor bensin empat langkah memerlukan empat kali langkah torak atau dua kali putaran poros engkol untuk menyelesaikan satu siklus kerja. Keempat

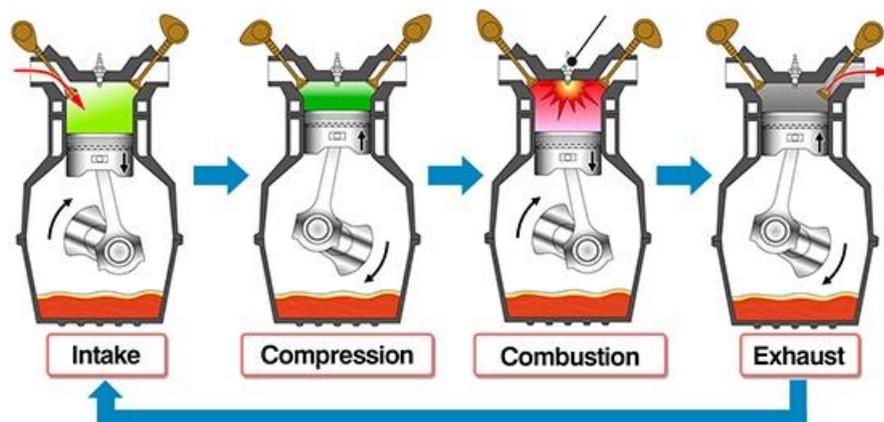
langkah tersebut adalah langkah hisap, langkah kompresi, langkah kerja dan langkah pembuangan (I Gede, 2010 : 17).

Motor empat langkah dibedakan menjadi dua yaitu motor bensin dan diesel. Prinsip kerjanya yaitu seperti yang terlihat pada gambar 2.4 yakni melalui empat langkah, langkah pemasukan, kompresi, usaha, dan langkah pembuangan. Dalam melakukan usahanya memerlukan dua kali putaran poros engkol untuk empat kali langkah torak.

Langkah pertama yaitu langkah pemasukan, torak bergerak ke bawah, katup masuk membuka, katup buang tertutup, terjadilah kevacuman pada waktu torak bergerak ke bawah, campuran bahan bakar udara mengalir ke dalam silinder melalui lubang katup masuk, campuran bahan bakar udara datang dari karbuarator

Kemudian, apabila torak berada di titik mati bawah, katup masuk tertutup dan torak bergerak ke atas, katup buang tertutup waktu torak bergerak ke atas. Campuran bahan bakar udara dikompresikan dan bilamana torak telah mencapai titik mati atas campuran dikompresikan sekitar seperdelapan isinya (langkah kompresi).

Bila mana torak telah mencapai titik mati atas campuran minyak bakar udara dibakar dengan bunga api (dari busi), sehingga mengakibatkan tekanan naik dan torak didorong ke bawah (langkah usaha). Untuk selanjutnya, yaitu langkah pembuangan, dimana gas bekas dikeluarkan dari dalam silinder, pembuangan gas berlangsung selama langkah buang (torak bergerak ke atas dan katup buang terbuka).

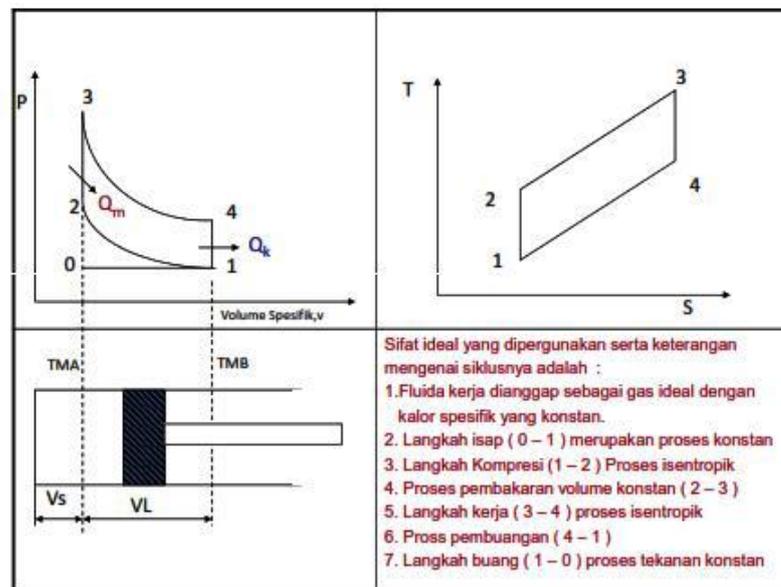


Gambar 2.4 Motor Empat Langkah

2.1.3 Hukum Termodinamika Pada Mesin Otto 4 Langkah

Proses termodinamika dan kimia yang terjadi dalam motor bakar torak amat kompleks untuk dianalisis menurut teori. Untuk memudahkan analisis tersebut kita dapat mengumpamakan dalam kondisi ideal. Untuk motor bakar digunakan siklus udara sebagai siklus ideal motor bakar dalam (lukman hakim, 2011 : 9)

Siklus pada mesin otto 4 langkah dapat dijabarkan dalam siklus otto udara standar yang terdiri dari enam fase yaitu pemasukan, pemampatan, pemanasan, pendayaan, pendinginan dan pembuangan. Enam fase siklus ini dapat digambarkan dalam diagram PVT (Pressure, Volume, Temperature) sebagai berikut:



Gambar 2.5 Diagram P-V dan T-S siklus otto

Dari gambar 2.5 telah dijelaskan proses kerja siklus otto yaitu sebagai berikut :

- Proses 1-2 : proses kompresi *isentropic (adiabatic reversible)* dimana piston bergerak menuju (TMA = titik mati atas) mengkompresikan udara sampai volume *clearance* sehingga tekanan dan temperatur udara naik.
- Proses 2-3 : pemasukan kalor konstan, piston sesaat pada (TMA = titik mati atas) bersamaan kalor suplai dari sekelilingnya serta tekanan dan temperatur meningkat hingga nilai maksimum dalam siklus.
- Proses 3-4 : proses isentropik udara panas dengan tekanan tinggi mendorong piston turun menuju (TMB = titik mati bawah), energi dilepaskan disekeliling berupa internal energi.

d. Proses 4-1 : proses pelepasan kalor pada volume konstan piston sesaat pada (TMB = titik mati bawah) dengan mentransfer kalor ke sekeliling dan kembali mlangkah pada titik awal.

2.1.4 Parameter Unjuk Kerja Motor Bakar

Unjuk kerja motor bakar dapat dicari dengan membaca dan menganalisa parameter yang tertulis didalam sebuah laporan yang berfungsi untuk mengetahui nilai torsi, daya dan konsumsi bahan bakar mesin tersebut. Adapun parameter-parameter yang dipergunakan sebagai berikut :

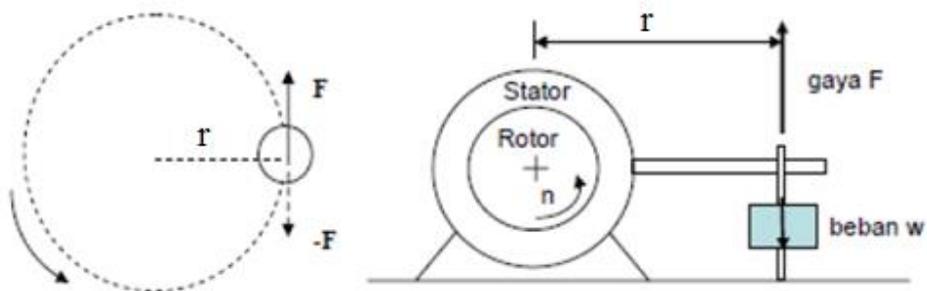
1. Torsi (*Torque*)

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja yakni menggerakkan atau memindahkan mobil atau motor dari kondisi diam hingga berjalan. Untuk itu torsi berkaitan dengan akselerasi dan putaran bawah mesin (Nurliansyah, dkk, 2014 : 4).

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatau energi. Besarnya torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal seperti sebesar F , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebagai b , dengan data tersebut torsinya adalah (Winarno dan Karnowo, 2008 : 98).

$$T = F \times r \quad (2.1)$$

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.



Gambar 2.6 Skema pengukuran torsi (Winarno Dwi dan Karnowo, 2008 : 98)

2. Daya (*Power*)

Daya dapat didefinisikan sebagai tingkat kerja dari mesin. Daya efektif (*Brake Power*) dalam prakteknya untuk mengukur daya efektif dari suatu motor adalah dengan mengukur besarnya momen puntir poros motor bakar tersebut. Torsi dan daya adalah ukuran yang menggambarkan *output* kinerja dari motor pembakaran dalam. Kedua parameter ini menjelaskan dua elemen kinerja yang berbeda, tergantung penggunaan kendaraan. Jadi pada saat merancang kendaraan, produsen harus mempertimbangkan kendaraan akan digunakan untuk apa. Sebagai contoh, sebuah mobil *sport* mungkin memerlukan daya yang besar, namun karena ringan maka tidak selalu memerlukan jumlah torsi yang besar. Sebaliknya, kendaraan yang dirancang untuk membawa beban berat, mungkin memerlukan torsi yang besar tetapi dengan daya yang lebih kecil.

Untuk memperoleh daya yang lebih besar dapat dilakukan dengan meningkatkan volume langkah atau kecepatan. Meningkatkan volume langkah berarti meningkatkan massa motor dan kebutuhan ruang. Keduanya bertentangan denganke cenderungan desain motor masa kini.

$$P = \frac{T \cdot n}{9,74 \cdot 10^5} \quad (2.2)$$

3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Sfc*)

Dalam pengujian motor, konsumsi bahan bakar diukur sebagai laju aliran massa bahan bakar persatuan waktu. Ukuran bagaimana motor menggunakan bahan bakar yang tersedia secara efisien untuk menghasilkan kerja disebut konsumsi bahan bakar spesifik yang dinyatakan sebagai laju aliran massa bahan bakar persatuan keluaran daya.

Konsumsi bahan bakar spesifik (*Sfc*) berkurang ketika kecepatan motor meningkat (pada kisaran kecepatan rendah), mencapai minimum dan kemudian meningkat lagi pada kecepatan tinggi karena tingginya kerugian gesekan. Konsumsi bahan bakar spesifik juga bergantung pada rasio kompresi, semakin tinggi rasio kompresi semakin rendah (*Sfc*).

Konsumsi bahan bakar spesifik didefinisikan dengan :

$$Sfc = \frac{mf}{P} \quad (2.3)$$

Untuk mencari laju aliran massa bahan bakar (\dot{m}_f) dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\dot{m}_f = \rho \cdot v \quad (2.4)$$

4. Bahan Bakar Bensin (Premium)

Bensin (premium) merupakan bahan bakar cair yang digunakan oleh kebanyakan motor-motor bensin. Bensin adalah bahan bakar cair yang mudah menguap, pada suhu 60 derajat celcius kurang lebih 35-60% sudah menguap dan akan menguap 100% kira-kira pada suhu diatas 100 derajat celcius. Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih dan mempunyai nilai oktan 88. Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin dengan batas kompresi hingga 9,0:1 pada semua jenis kondisi, namun tidak baik jika digunakan pada motor bensin dengan kompresi tinggi karena dapat menyebabkan knocking. Bensin premium produk pertamina memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,05% timbal (Pb) 0,013 % (jenis tanpa timbal) dan Pb 0,3% (jenis dengan timbal), oksigen (O) 2,72%, pewarna 0,13 gr/100 l, tekanan uap 62 kPa, titik didih 215°C, serta massa jenis (suhu 15°C). Premium memiliki angka oktan 88, angka oktan merupakan acuan untuk mengukur kualitas dari bensin yang digunakan sebagai bahan bakar motor bensin. Semakin tinggi angka oktan 27 maka makin rendah kecenderungan bensin untuk terjadi *knocking*. *Knocking* adalah Ketukan yang menyebabkan mesin mengelitik, mengurangi efisiensi bahan bakar dan dapat pula merusak mesin. Naphtalene merupakan suatu larutan kimia yang memberikan pengaruh positif untuk meningkatkan angka oktan dari bensin. Untuk menentukan nilai oktan, ditetapkan dua jenis senyawa sebagai pembanding yaitu “isooktana” dan n-haptana. Kedua senyawa ini adalah dua diantara macam banyak senyawa yang terdapat dalam bensin. Isooktana menghasilkan ketukan paling sedikit, diberi nilai oktan 100, sedangkan n-heptana menghasilkan ketukan paling banyak, diberi nilai oktan 0 (nol). Suatu campuran yang terdiri 80 % isooktana dan 20% n-heptana mempunyai nilai oktan sebesar $(80/100 \times 100) + (20/100 \times 0) = 80$ (Tirtoatmojo, R. 2004).

Tabel 2.1. Spesifikasi Bahan bakar Premium

SPESIFIKASI PREMIUM

NO.	KARAKTERISTIK	SATUAN	BATASAN		METODE UJI	
			MIN	MAKS	ASTM	LAIN
1.	Bilangan Oktana - Angka Oktana Riset (RON)	RON	88,0	-	D 2699	
2.	Stabilitas Oksidasi	menit	360	-	D 525	
3.	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05 ¹⁾	D 2622 / D 4294 / D 7039	
4.	Kandungan Timbal (Pb)	gr/liter	-	0,013 ¹⁾	D 3237	
			Injeksi timbal tidak diizinkan			
5.	Kandungan Logam (Mn, Fe)	mg/l	Tidak terlacak ²⁾		D 3831 / D 5185	UOP 391
6.	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7 ³⁾	D 4815 / D 6839 / D 5599	
7.	Kandungan Olefin	% v/v	Dilaporkan		D 1319 / D 6839 / D 6730	
8.	Kandungan Aromatik	% v/v	Dilaporkan		D 1319 / D 6839 / D 6730	
9.	Kandungan Benzena	% v/v	Dilaporkan		D 5580 / D 6839 / D 6730 / D 3606	
10.	Distilasi:				D 86	
	10% vol. Penguapan	°C	-	74		
	50% vol. Penguapan	°C	75	125		
	90% vol. Penguapan	°C	-	180		
	Titik didih akhir	°C	-	215		
	Residu	% vol	-	2,0		
11.	Sedimen	mg/l	-	1	D 5452	
12.	Unwashed Gum	mg/100 ml	-	70	D 381	
13.	Washed Gum	mg/100 ml	-	5	D 381	
14.	Tekanan Ulap	kPa	45	69	D 5191 / D 323	
15.	Berat Jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m ³	715	770	D 4052 / D 1298	
16.	Korosi bilah tembaga	merit	Kelas 1tif		D 130	
17.	Sulfur Mercaptan	% massa	-	0,002 ⁴⁾	D 3227	
18.	Penampilan visual		Jernih dan terang			
19.	Bau		Dapat dipasarkan			
20.	Warna		Kuning			
21.	Kandungan pewarna	gr/100 l	-	0,13		

5. spesifikasi motor penggerak yang digunakan

pemilihan motor penggerak yang digunakan dalam penelitian analisis ini yaitu satu unit motor penggerak bensin 1 silinder Robin EY15DJ, yang dapat kita lihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.7 Motor penggerak bensin Robin EY15DJ

Dengan spesifikasi mesin sebagai berikut;

1. Daya = 3.5 HP
2. Putaran = 4000 RPM
3. Torsi maksimum mesin = 2.6 / 4000 KW/ RPM
4. Diameter x Langkah piston = 63 x 46 mm
5. kapasitas mesin = 143 cc
6. Langkah mesin = 4 langkah
7. Jumlah silinder = 1 silinder
8. kapasitas tangki b.bakar = 2.8 Liter

2.2 Hidrolik silinder *double acting system*.

2.2.1 Fluida

Fluida adalah zat yang bersifat mengalir. Hal ini disebabkan karena molekul-molekulnya mempunyai daya tarik-menarik (kohesi) antar molekul sangat kecil atau bahkan nol. Fluida terdiri atas zat cair (liquid) dan zat gas.

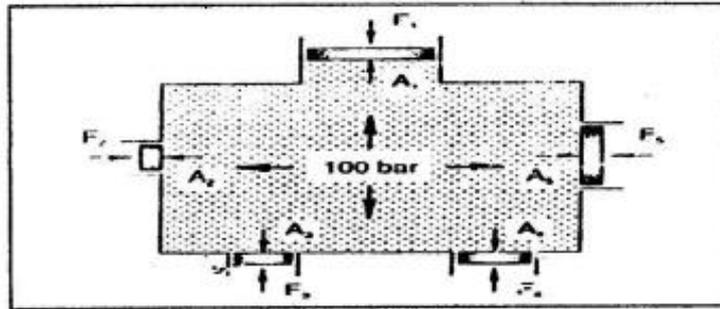
Fungsi Fluida ialah : untuk menghantarkan (mentransfer) atau menyalurkan tenaga yang dibangkitkan oleh pembangkit tenaga (primemover) ke seluruh sirkuit (rangkaian) hingga outputnya dapat dilihat pada aktuator. Disamping sebagai fungsi transfer,fluida juga sebagai media otomatisasi atau sebagai media pengendali (Controll medium) yaitu untuk mengoperasikan control-control elemen pada sistem tenaga fluida itu sendiri.

Fluida untuk sistem hidrolik ialah : fluida yang berbentuk cairan yang berupa oli atau air campur oli atau oli campur air dan disebut cairan hidrolik.

2.2.2 Prinsip serta gaya pada hidrolik

Prinsip dasar dari hidrolik ialah proses tekanan yang diberikan pada zat cair yang merupakan fluida utamanya, di ruang tertutup akan diteruskan zat cair tersebut kesegala arah tanpa berkurang kekuatannya (hukum pascal), itulah cara kerja atau prinsip dasar hidrolik. Sistem hidrolik menggunakan fluida yang sifatnya incompressible (tak mampatkan) untuk mengirimkan gaya dari satu titik ketitik lainya disepanjang jalur yang dilewati fluida tersebut. Dengan dibantu oleh metode atau prinsip ini, dapat dihasilkan output gaya yang sangat besar hanya dengan menggunakan input gaya yang kecil hasil perpaduan gaya yang sangat besar dapat dicapai dengan menggunakan prinsip hidrolik ini.Hukum pascal

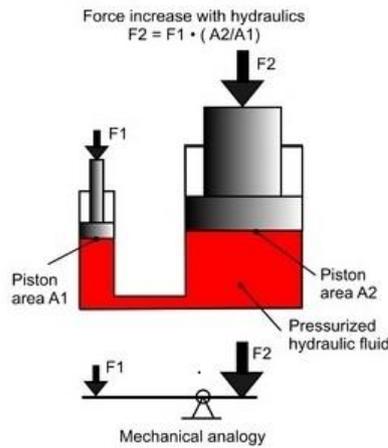
adalah tekanan yang diberikan pada fluida diruang tertutup diteruskan kesemua arah dan sama besar.



Gambar 2.8 Hukum pascal

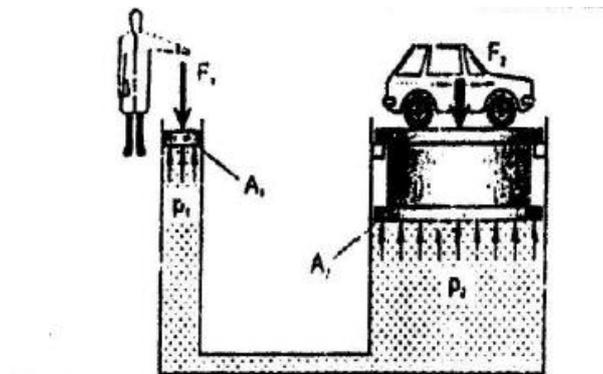
Jika diberikan gaya sebesar F pada A, dalam suatu tabung fluida, maka akan didapatkan tekanan P yang mendesak luasan A tabung tersebut dan melawan gaya F didapatkan:

$$P = \frac{F}{A} \quad (2-8)$$



Gambar 2.9 Gaya hidrolis

a. Kedalaman kesetimbangan

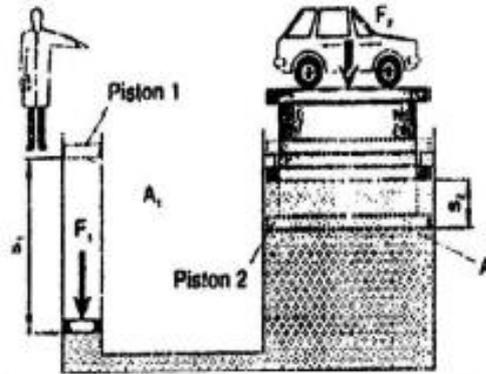


Gambar 2.10 Kedalaman kesetimbangan

Dalam keadaan kesetimbangan berlaku tekanan $p_1 = p_2$ maka didapatkan Persamaan:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (2-9)$$

b. Panjang langkah



Gambar 2.11 Panjang langkah

Untuk mengangkat beban F_2 sejauh S_2 piston 1 diberi gaya F_1 yang bergerak sejauh S_1 . Dengan volume V yang diinginkan adalah konstan $V_1 = V_2$ maka didapatkan persamaan

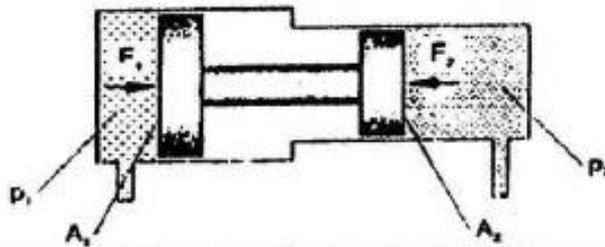
$$S_1 \cdot A_1 = S_2 \cdot A_2 \quad (2-10)$$

c. Hubungan tekanan dan lulusan

Tekanan P_1 yang dihasilkan dari gaya F_1 pada luasan A_1 dihubungkan dengan piston yang lebih kecil dengan luasan A_2 akan dihasilkan tekanan P_2 yang lebih besar dari tekanan awal.

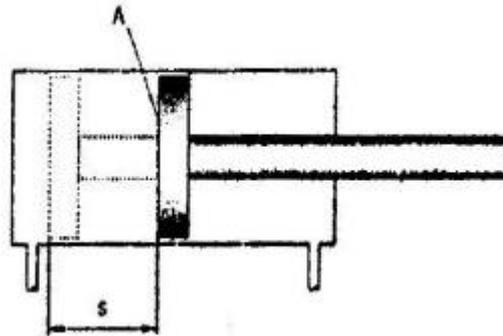
Jika gaya adalah konstan $F_1 = F_2$ diperoleh persamaan:

$$P_1 \cdot A_1 = P_2 \cdot A_2 \quad (2-11)$$



Gambar 2.12 Hubungan tekanan dan lulusan

d. Laju aliran



Gambar 2.13 Laju aliran

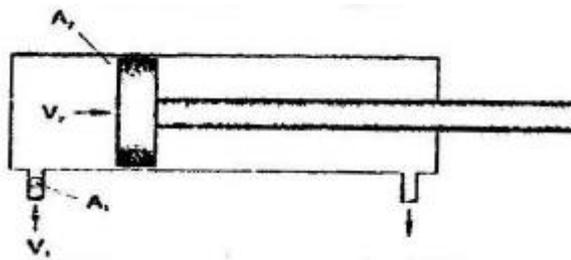
Debit adalah volume V yang mengalir dalam pipa terhadap satuan waktu t . Bila volume V adalah luasan A dikalikan panjang langkah S dibagi waktu t adalah kecepatan v , maka dipersamakan:

$$V = A.S \quad (2-12)$$

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2-13)$$

$$Q = \frac{A.S}{t} \quad (2-14)$$

e. Kecepatan aliran



Gambar 2.14 Kecepatan aliran

Aliran yang melewati luasan kecil A_1 mempunyai kecepatan v yang lebih besar dari pada aliran yang melewati luasan besar A_2 , maka berlaku:

$$v_1.A_1 = v_2.A_2 \quad (2-15)$$

2.2.3 Jenis-jenis hidrolik

Unit penggerak hidrolik berfungsi untuk mengubah tenaga fluida (tenaga yang ditransfer oleh fluida) menjadi tenaga mekanik berupa gerakan lurus ataupun gerakan putar.

Penggerak hidrolik dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

1. Penggerak lurus (Linear actuator):

- o Silinder kerja tunggal.
- o Silinder kerja ganda.

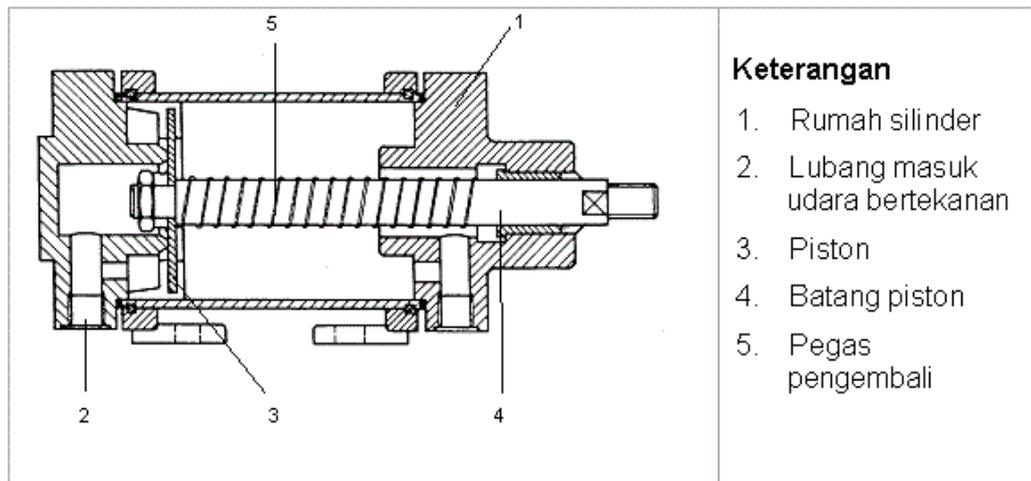
2. Penggerak putar (Rotary actuator):

- o Motor hidrolik.

3. Penggerak putar terbatas (Limited rotary actuator).

1. Silinder kerja tunggal (*Single Acting cylinder*)

Silinder ini mendapat suplai udara hanya dari satu sisi saja. Untuk mengembalikan ke posisi semula biasanya digunakan pegas atau kembali karena beratnya sendiri atau beban. Silinder kerja tunggal hanya dapat memberikan tenaga pada satu sisi saja. Ada beberapa jenis silinder kerja tunggal ini dan dapat kita lihat pada gambar berikut.



Gambar 2.15 Silinder hidrolik kerja tunggal

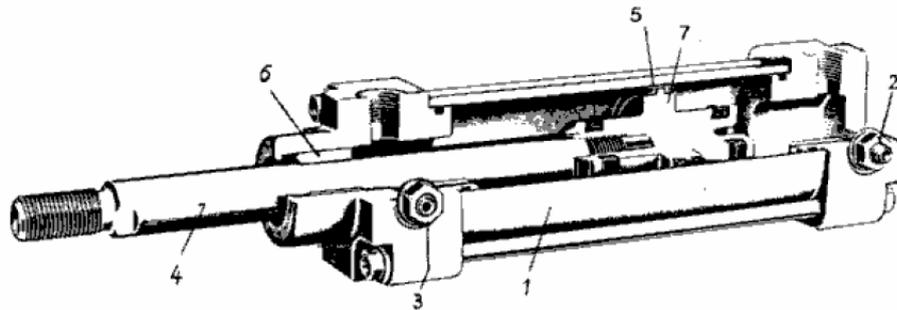
Gambar diatas menunjukkan sebuah silinder hidrolik kerja tunggal, artinya silinder ini mendapat suplai tenaga (dorongan cairan hidrolik) hanya dari satu sisi. Kemudian piston kembali oleh dorongan beban (kiri) dan piston kembali oleh pegas (kanan).

2. Silinder kerja ganda (*Double Acting cylinder*)

Silinder ini mendapat suplai aliran liquid dari dua sisi. Konstruksinya hampir sama dengan silinder kerja tunggal. Keuntungannya adalah bahwa silinder ini dapat memberikan tenaga pada kedua belah sisinya. Silinder kerja ganda ada

yang memiliki batang torak (pistonrod) pada satu sisi dan ada pula yang pada kedua sisi. Konstruksi mana yang akan dipilih tentu saja harus disesuaikan dengan kebutuhan.

Konstruksi silinder kerja ganda adalah sama dengan silinder kerja tunggal, tetapi tidak mempunyai pegas pengembali. Silinder kerja ganda mempunyai dua saluran (saluran masuk dan saluran pembuangan). Silinder terdiri dari tabung silinder dan penutupnya, piston dengan seal, batang piston, bantalan, ring pengikis dan bagian penyambungan. Konstruksinya dapat dilihat pada gambar berikut ini :

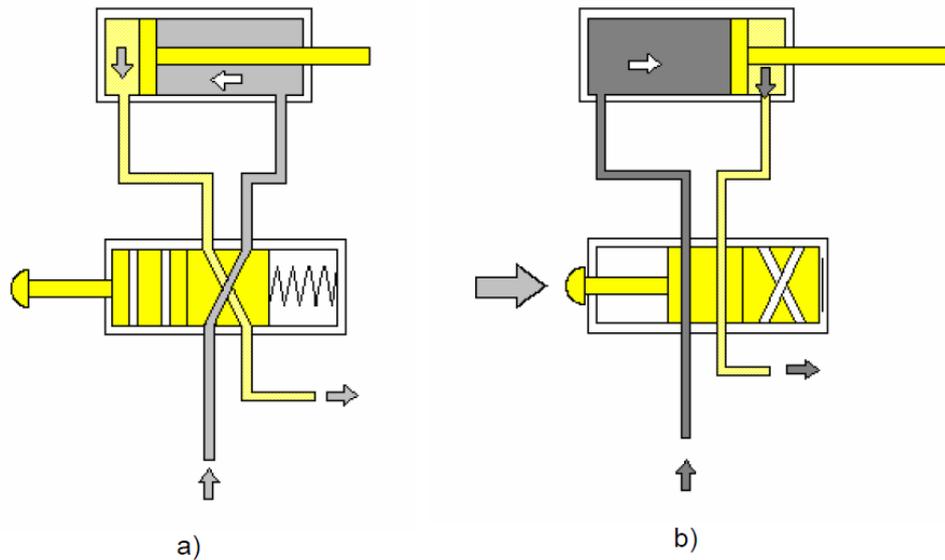


Gambar 2.16 Silinder kerja ganda

Keterangan :

1. Batang / rumah silinder
2. Saluran masuk
3. Saluran keluar
4. Batang piston
5. Seal
6. Bearing
7. Piston

Prinsip kerja silinder kerja ganda

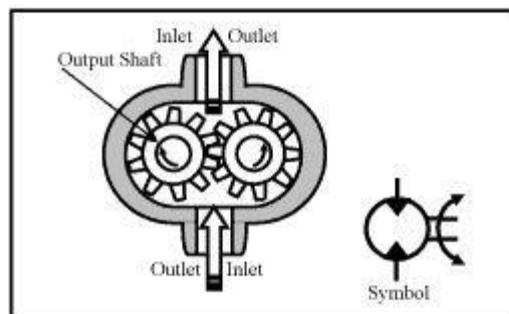


Gambar 2.17 Prinsip kerja kontrol langsung silinder kerja ganda :

a). Posisi awal (tidak aktif), b). Posisi kerja (aktif)

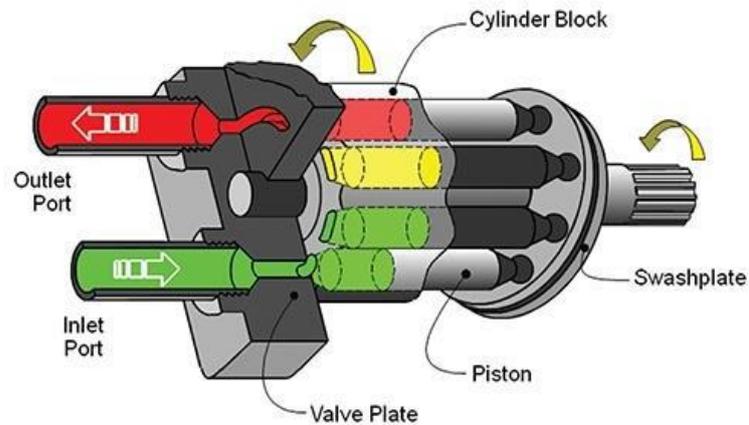
3. Hidrolik motor (*Hydraulic Motor*)

Motor hidrolik merupakan jenis motor yang digerakan menggunakan system aliran hidrolik bertekanan sehingga kecepatan putaran dari motor dapat diatur oleh aliran hidrolik yang dialirkan. Motor hidrolik mengubah energi fluida (aliran liquid) menjadi gerakan putar mekanik yang kontinyu.



Gambar 2.18 *Hydraulics gear motor*

Sederhananya *Hydraulic Motor* adalah sebuah *actuator* mekanik yang mengkonversi aliran dan tekanan hidrolik menjadi torsi atau tenaga putaran, Dan juga memiliki cara kerja yang berlawanan dengan pompa dimana Pompa merubah gerak mekanis (Putaran) menjadi gerak hidrolis, sedangkan motor merubah gerak hidrolis menjadi gerak mekanis (Putaran).



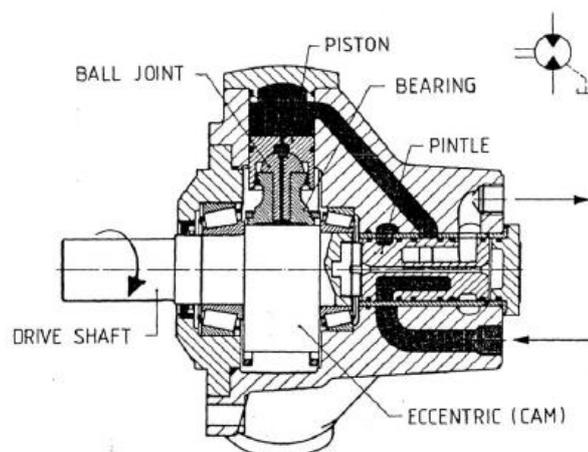
Gambar 2.19 Sketsa *Axial hydraulic piston motor*

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 *swash plate*.

Macam-macam motor hidrolik adalah sebagai berikut :

1. Piston Hydraulic Motor
2. Sliding Vane Motor
3. Gear Motor

Berikut ini adalah contoh-contoh motor hidrolik :



Gambar 2.20 Radial piston hidrolik motor

Motorhydraulics ini menggunakan dua buah roda gigi yang berputar didalam *house*. Satu roda gigi sebagai *driven gear* dan lainnya berupa *idler gear*. Poros dari *driven gear* berhubungan dengan alat yang digerakkan. Dan poros dari *idler gear* hanya mengikuti berputar saja. Fluida *hydraulics* bertekanan masuk melalui sisi inlet, mengalir ke masing-masing sisi roda gigi dan menggerakannya, sehingga timbul torsi yang digunakan oleh proses selanjutnya. Jenis *motor hydraulics* sering digunakan dalam *hydraulics* dan dimesin pertanian untuk mendorong ban berjalan, konveyor sekrup dan lainnya.

Ada dua jenis *gear motor hydraulics*. *Gear motor*, yang sangat mirip dalam desain dengan pompa *gear* eksternal, adalah motor kecepatan tinggi. *Gear motor epicyclic*, juga dikenal sebagai motor cincin orbit atau gigi, adalah motor kecepatan lambat.

Gear motor adalah motor kecepatan tinggi. Jika pada operasinya membutuhkan kecepatan yang lebih rendah, dapat mengurangi kecepatan *output* poros dengan menggunakan gigi. Tekanan operasi dari *gear motor* biasanya cukup rendah antara 100 dan 150 bar. *Gear motor* terbaru mampu beroperasi pada tekanan terus menerus hingga 250 bar.

Fitur utama dari motor gigi:

- a. Berat badan rendah dan ukuran
- b. Tekanan yang relatif tinggi
- c. Biaya rendah
- d. Wide berbagai kecepatan
- e. Kisaran suhu lebar
- f. Desain sederhana dan tahan lama
- g. Kisaran viskositas Lebar

Hidrolik motor gigi dengan hanya satu arah rotasi dirancang persis sama seperti gigi pompa eksternal. Sebuah hidrolik motor gigi yang dapat mengubah arah rotasi memiliki 22 *port* kasus menguras dan bidang tekanan aksial berbeda. Efisiensi motor gigi relatif rendah akibat kebocoran minyak. Spesifikasi kerja *gear* motor adalah :

- a. Volume Pemindahan: 3 sampai 100 cc
- b. Maksimum tekanan: hingga 250 bar

- c. Rentang kecepatan: 500 ke 4.000 rpm
- d. Maksimum torsi: hingga 400 Nm

Motor ini dengan debit tetap atau konstan dibangun untuk satu arah atau duaarah putar oleh karena slipnya (S) besar, efisiensi adalah rendah dan pada temperature yang naik jangkauan 500 – 2500 rpm adalah 65-80 % tergantung pada tekanan kerja (p) dan viskositas minyak yaitu 75-90%.

Momen puntir M_d hanya dapat kita atur dengan bantuan tekanan p. jika di sekeliling roda penjalan sentral ditempatkan roda gigi yang lebih kecil maka momen puntar membesar berdasarkan persamaan

2.2.4 Spesifikasi hidrolik double acting yang digunakan

pemilihan hidrolik yang digunakan dalam penelitian anilisis ini yaitu silinder hidrolik double acting dan hydraulic motor double acting yang dapat kita lihat pada gambar dibawah ini;



a)



b)

Gambar 2.21 Spesifikasi hidrolik yang digunakan :

a). *hydraulic cylinder double acting* b). *hydraulic motor double acting*

2.3 Brake dynamometer

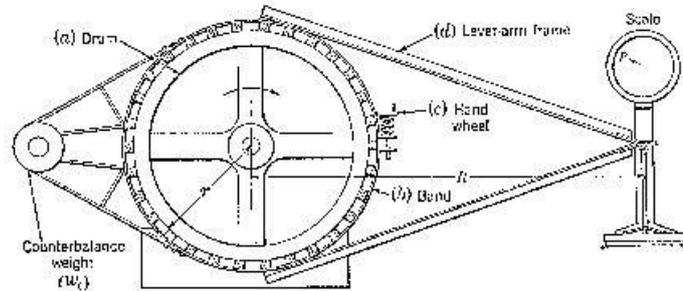
Brake dynamoter adalah suatu alat ukur untuk mengetahui karakteristik seperti mesin motor bakar / motor penggerak perbandingan daya, torsi serta temperatur dari mesin tersebut.

2.3.1 Macam-macam peralatan uji brake dynamometer

Pengujian untuk melihat karakteristik motor dilakukan dengan peralatan dynamometer.

Berikut adalah sedikit penjelasan dari macam-macam dynamometer :

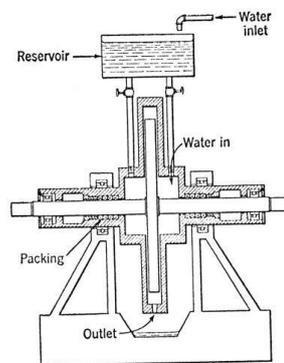
1. Pronny brake dynamoter



Gambar 2.22 Pronny brake dynamometer

Terdiri dari roda yang dikopel langsung dengan menggunakan kopling serta rem yang dapat bergerak secara fleksibel, diatur oleh baut pengatur lengan dari break dihubungkan dengan penimbang yang berguna untuk mengetahui besarnya daya tekan, jika daya motor berputar dan baut penekan di keraskan, akan timbul gaya lawan yang merupakan momen puntir yang dihasilkan oleh pronny brake.

2. Water brake dynamometer



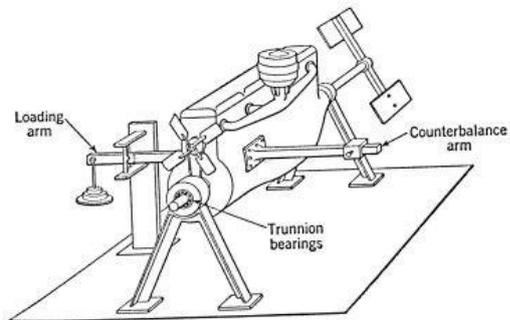
Gambar 2.23 Water brake dynamometer

Terdiri dari rotor bersudut kopel dengan putaran poros motor, serta stator yang mempunyai dua buah lengan, yaitu lengan pertama sebagai alat kesetimbangan dan lengan kedua mempunyai tempat untuk meletakkan beban.

3. Fan brake dynamometer

Propeller atau fan dapat dipakai pembebanan pengujian menerus, dimana ketelitian pembebanan kurang di perlakukan. Dimana fan diletakkan pada poros motor,

prinsip pemindahan daya dan fan brake ialah daya output yang memutar fan ditahan oleh udara, sehingga menggeser motor yang ditahan oleh penumpu.



Gambar 2.24 Fan brake dynamometer

2.3.2 Macam dan cara pengujian brake dynamometer

Seperti yang telah dijelaskan dalam tujuan pengujian brake dynamometer diatas, maka terdapat dua pokok pengamatan yang dapat dilakukan, yaitu mengamati :

- 1.f Keseimbangan energy dari suatu motor
- 2.f Grafik-grafik prestasi

BAB 3 METODELOGI

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat pengujian dilakukan dilaboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan – 20238 Telp. 061- 6622400 Ext. 12.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan uji coba di lakukan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengolah program studi Teknik Mesin UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA, dan terlihat pada tabel 3.1.

Tabel. 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian.

Jadwal penelitian analisis motor penggerak model excavator hidrolik silinder kerja ganda.		Waktu (Bulan)											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	
No	Nama Kegiatan												
1.	Studi Literatur												
2.	Desain motor penggerak												
3.	Pembuat dudukan motor penggerak												
4.	Proses perakitan												
5.	Proses <i>Finishing</i>												
6.	Pengujian mesin motor												
7.	Penyelesaian skripsi												
8.	Seminar skripsi												
9.	Sidang skripsi												

3.2 Bahan dan Alat

Di dalam melakukan proses pengujian motor bakar penggerak *excavator*, factor yang utama di perhatikan dalam melakukan pengujian terhadap kecepatan putaran mesin pada variasi beban kerja yang diterima.

3.2.1 Bahan

Bahan percobaan dan juga bahan utama yang menjadi media dari pengujian ini untuk dianalisa yaitu satu unit mesin penggerak motor bakar mesin Robin EY15DJ , yang dapat kita lihat pada gambar dibawah ini;



Gambar 3.1 Mesin penggerak mesin Robin EY15DJ

Dengan spesifikasi mesin sebagai berikut;

1. Daya = 3.5 HP
2. Putaran = 4000 RPM
3. Torsi maksimum mesin = 2.6 / 4000 KW/ RPM
4. Diameter x Langkah piston = 63 x 46 mm
5. kapasitas mesin = 143 cc
6. Langkah mesin = 4 langkah
7. Jumlah silinder = 1 silinder
8. kapasitas tangki b.bakar = 2.8 Liter

3.2.2 Alat

Pada pengujian analisis ini alat yang di gunakan merupakan aspek yang paling penting, tanpa adanya peralatan yang memadai, analisa ini tidak dapat berjalan lancar dan hasil yang di harapkan tidak dapat maksimal. Alat yang di gunakan pada pengujian ini adalah:

1. Tachometer

Tachometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan putaran pada poros engkel / piringan motor atau mesin lainnya. Ada 3 fungsi yang bias dipilih pada */switch tachometer/*, yaitu rpm (*/resolution per minute/*) untuk menghitung jarak yang ditempuh.

Prinsip kerja alat ini adalah dari inputan data berupa putaran diubah oleh sensor sebagai suatu nilai frekuensi kemudian frekuensi tersebut dimasukkan kedalam rangkaian / frekuensi to voltage converter / (f to V) keluarannya berupa tegangan, digunakan untuk menggerakkan jarum pada tachometer analog atau dimasukkan (*/analog to digital converter*) / ADC pada tachometer digital untuk diubah menjadi data digital dan ditampilkan pada display.

Dalam pengujian kali ini tachometer berfungsi sebagai alat pengukur kecepatan putaran mesin penggerak pada saat mesin bekerja dengan atau tanpa beban, sehingga didapat data yang akurat.



Gambar 3.2 Tachometer digital

2. Laptop

Laptop berfungsi sebagai media untuk mengolah serta menginput data dari pengujian mesin penggerak Robin yang di analisa, yang selanjutnya diubah kedalam bentuk table / grafik untuk memperlihatkan hasil kinerja mesin.



Gambar 3.3 Laptop

3. Material Beban angkat

Material beban angkat merupakan bahan yang dibuat dari campuran semen dan batu kerikil, dengan berat satu beban nya mencapai 10 kg.



Gambar 3.4 Material beban angkat

4. Stopwatch

Stopwatch berfungsi sebagai alat mengukur lamanya waktu pengujian.



Gambar 3.5 Stopwatch

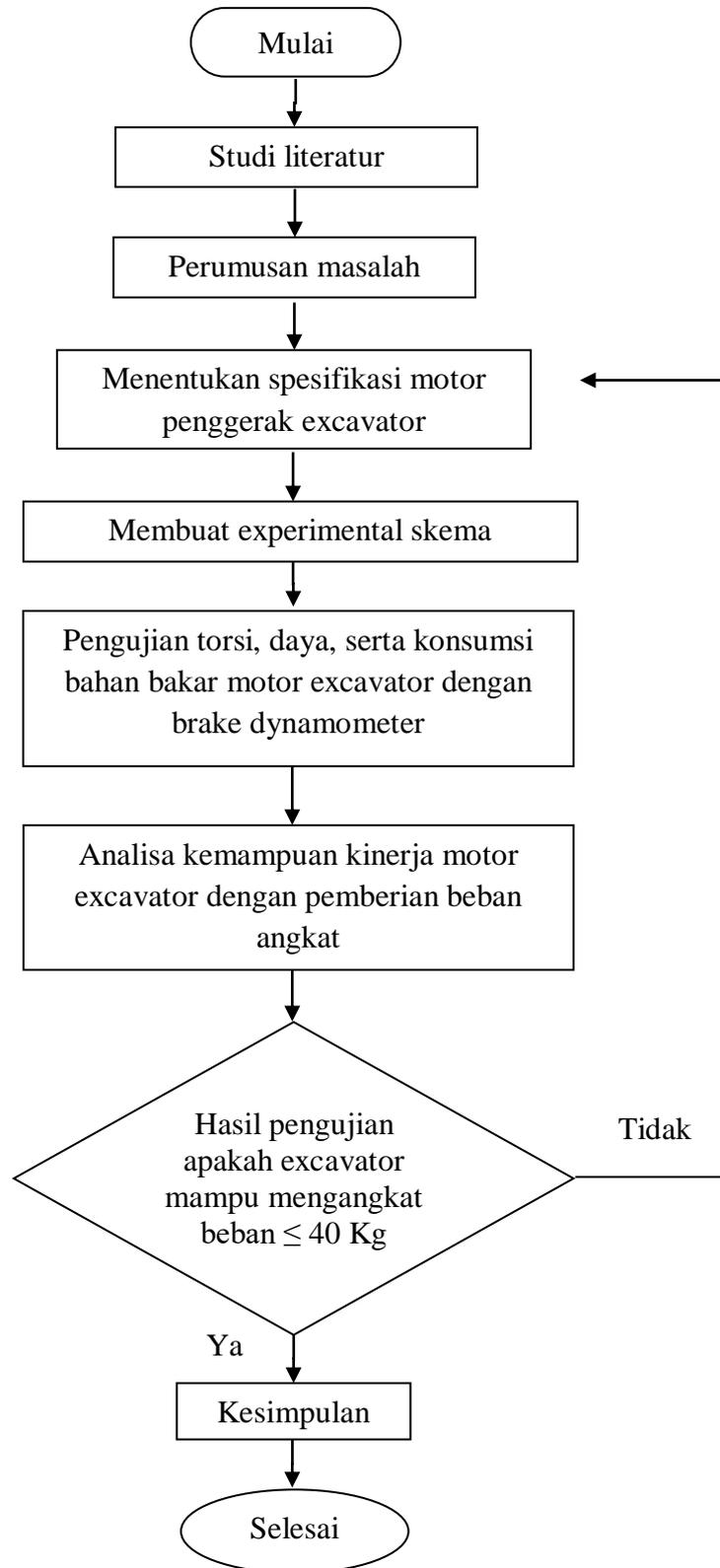
5. Brake dynamometer

Brake dynamometer digunakan untuk mengetahui seberapa besar torsi mesin yang diuji sampai pada konsumsi bahan bakar yang dihabiskan mesin tersebut.



Gambar 3.6 Brake dynamometer

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7 Bagan Alir Penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur Penelitian ini dilakukan dengan 2 tahapan, yaitu pertama dengan melakukan pengujian mesin dengan alat brake dynamometer untuk mencari nilai torsi, putaran mesin, konsumsi bahan bakar, serta konsumsi bahan bakar spesifik, kedua dilakukan pengujian kemampuan kinerja mesin model excavator yang dioperasikan dengan mengangkat beban untuk mendapatkan nilai energy angkat, energy daya, tekanan hidrolik, kapasitas laju aliran hidrolik, dan daya angkat excavator. Langkah – langkah percobaan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

Tahapan 1 :

1. Mempersiapkan mesin penggerak excavator yaitu Robin EY15DJ dengan memasangkannya pada alat uji brake dynamometer.
2. Mempersiapkan alat-alat untuk pengujian seperti tachometer, stopwatch, kertas tabel input data, pulpen, bahan bakar mesin (premium).
3. Setelah mesin telah dipersipkan maka pengujian dapat dilakukan dengan langkah awal memanaskan mesin selama kurang lebih 5 menit.
4. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan memberikan putaran awal mesin pada 4000 Rpm untuk setiap awal pengulangan pengujian beban pengeremaan.
5. Memberikan pembebanan mesin yaitu 1kg, 2kg , 3kg, dan 4 kg yang terlihat pada alat ukur beban brake dynamometer pada setiap pengulangannya.
6. Kemudian gunakan stoptwatch untuk menghitung lama waktu pengujian.
7. Selanjutnya gunakan tachometer untuk melihat rata-rata putaran saat mesin terkena beban pengujian.
8. Lalu lakukan pengamatan pemakaian bahan bakar dengan cara melihat tinggi level permukaan bahan bakar pada tangki bahan bakar.
9. Terakhir matikan stopwatch, kemudian catat waktu, putaran mesin, serta ketinggian level bahan bakar setelah pengujian selesai disetiap pengulangannya.
10. Melakukan langkah 4 sampai 9 sesuai beban yang ditentukan.
11. Setelah selesai matikan mesin kemudian pasang kembali pada model excavator untuk tahap pengujian selanjutnya.

Tahapan 2 :

1. Mempersiapkan mesin yang terpasang pada model excavator untuk dilakukan pengujian beban angkat model excavator.
2. Lalu persiapkan peralatan pengujian yaitu beban – beban yang akan diangkat excavator, stopwatch, kawat, serta alat tulis dan lain-lain.
3. Setelah semua peralatan dipersiapkan dilakukan pemanasan mesin selama kurang lebih 5 menit.
4. Pengujian akan dilakukan dengan model excavator yang mencoba mengangkat beban secara bertahap pada setiap pengulangannya.
5. Ikat beban yang telah ditentukan disetiap pengulangan pengujiannya yaitu 10 kg, 20 kg, 30 kg, dan 40 kg, pada bucket excavator menggunakan kawat.
6. Setelah beban terikat kuat maka pengujian dapat dilakukan dengan excavator mencoba mengangkat beban sampai ketinggian maksimum yang dapat dijangkau lengan excavator.
7. Gunakan stopwatch untuk melihat lama waktu pengujian disetiap pengulangannya.
8. Gunakan meteran untuk mengukur tinggi angkat lengan.
9. Mencatat data yang terkumpul.
10. Melakukan pengulangan langkah 5 sampai 9 sesuai beban yang ditentukan pada setiap pengujianya.
11. Setelah selesai maka bersihkan peralatan.
12. Selesai

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil prosedur percobaan

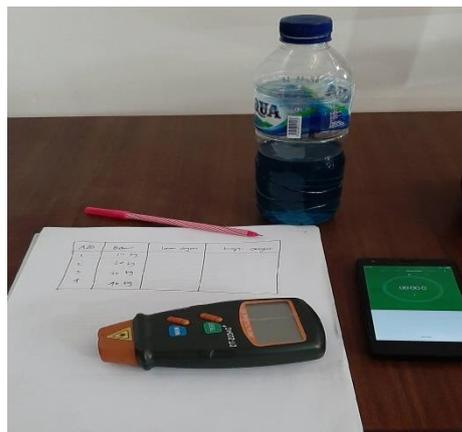
Tahapan 1 :

1. Mempersiapkan mesin penggerak excavator yaitu Robin EY15DJ dengan memasangkannya pada alat uji brake dynamometer.



Gambar 4.1 Mesin Robin terpasang pada alat uji brake dynamometer

2. Mempersiapkan alat-alat untuk pengujian seperti tachometer, stopwatch, kertas tabel input data, pulpen, bahan bakar mesin (premium).



Gambar 4.2 Alat-alat perlengkapan pengujian brake dynamometer .

3. Setelah mesin telah dipersiapkan maka pengujian dapat dilakukan dengan langkah awal memanaskan mesin selama kurang lebih 5 menit.

- Selanjutnya pengujian dilakukan dengan memberikan putaran awal mesin pada 4000 Rpm untuk setiap awal pengulangan pengujian beban pengeremaan.



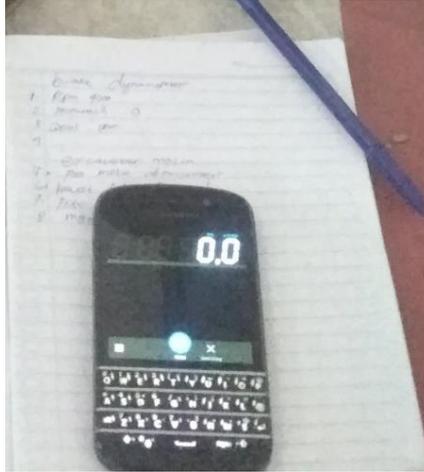
Gambar 4.3 Memastikan putaran awal mesin 4000 Rpm

- Memberikan pembebanan mesin yaitu 1kg, 2kg, 3kg, dan 4 kg yang terlihat pada alat ukur beban brake dynamometer pada setiap pengulangannya.



Gambar 4.4 Proses penyetelan beban brake dynamometer

6. Kemudian gunakan stoptwatch untuk menghitung lama waktu pengujian.



Gambar 4.5 Stopwatch untuk menghitung waktu pengujian.

7. Selanjutnya gunakan tachometer untuk melihat rata-rata putaran saat mesin terkena beban pengujian.



Gambar 4.6 Tachometer untuk mengukur putaran mesin

8. Lalu lakukan pengamatan pemakaian bahan bakar dengan cara melihat tinggi level permukaan bahan bakar pada tangki bahan bakar.

9. Terakhir matikan stopwatch, kemudian catat waktu, putaran mesin, serta ketinggian level bahan bakar setelah pengujian selesai disetiap pengulangannya.



Gambar 4.7 Pengumpulan data hasil pengujian

10. Melakukan langkah 4 sampai 9 sesuai beban yang ditentukan.
11. Setelah selesai matikan mesin kemudian pasang kembali pada model excavator untuk tahap pengujian selanjutnya.

Tahapan 2 :

1. Mempersiapkan mesin yang terpasang pada model excavator untuk dilakukan pengujian beban angkat model excavator.



Gambar 4.8 Mesin Robin terpasang pada model excavator

2. Lalu persiapkan peralatan pengujian yaitu beban – beban yang akan diangkat excavator, stopwatch, kawat, serta alat tulis dan lain-lain.



Gambar 4.9 Alat-alat perlengkapan pengujian beban angkat excavator.

3. Setelah semua peralatan dipersiapkan dilakukan pemanasan mesin selama kurang lebih 5 menit.
4. Pengujian akan dilakukan dengan model excavator yang mencoba mengangkat beban secara bertahap pada setiap pengulangannya.



Gambar 4.10 Pengecekan system gerak lengan excavator sebelum pengujian.

5. Ikat beban yang telah ditentukan disetiap pengulangan pengujiannya yaitu 10 kg, 20 kg, 30 kg, dan 40 kg, pada bucket excavator menggunakan kawat.



Gambar 4.11 Pengikatan beban pada bucket excavator.

6. Setelah beban terikat kuat maka pengujian dapat dilakukan dengan excavator mencoba mengangkat beban sampai ketinggian maksimum yang dapat dijangkau lengan excavator.



Gambar 4.12 Pengujian pengangkatan beban oleh lengan excavator.

7. Gunakan stopwatch untuk melihat lama waktu pengujian disetiap pengulangannya.



Gambar 4.13 Stopwatch untuk menghitung waktu pengujian.

8. Gunakan meteran untuk mengukur tinggi angkat lengan.



Gambar 4.15 Pengukuran mampu tinggi angkat beban lengan excavator.

9. Mencatat data yang terkumpul.



Gambar 4.16 Pengumpulan data hasil pengujian beban angkat excavator.

10. Melakukan pengulangan langkah 5 sampai 9 sesuai beban yang ditentukan pada setiap pengujianya.

11. Setelah selesai maka bersihkan peralatan.

12. Selesai

4.1.2 Hasil pengujian motor model excavator dengan brake dynamometer

4.1.2.1 Beban 1 kg



Gambar 4.17 Pembebanan mesin 1 kg pada alat ukur beban brake dynamometer

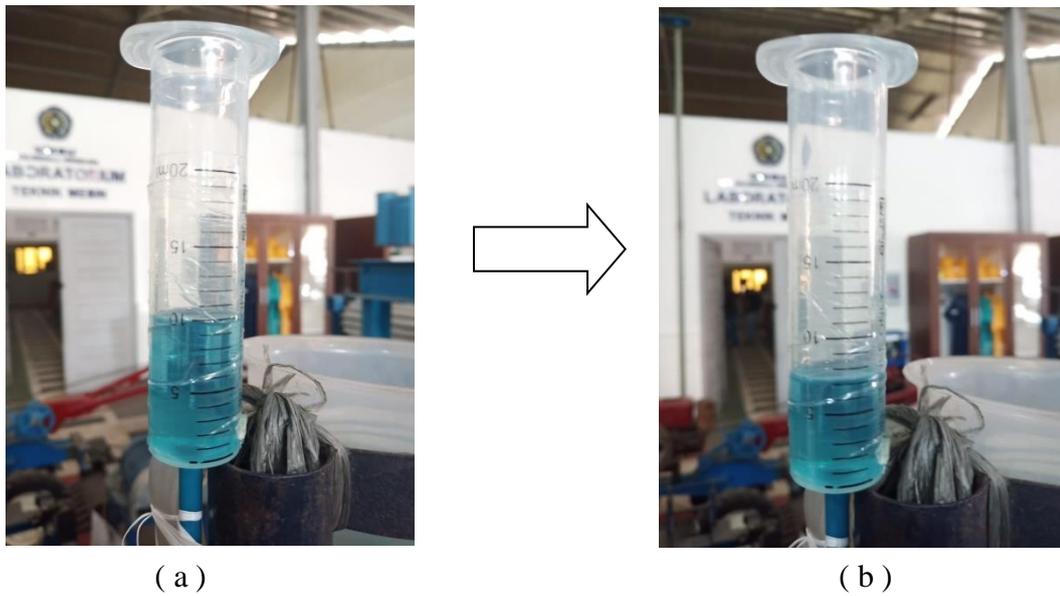
Diperoleh:

1. Putaran mesin sebesar 2827 Rpm



Gambar 4.18 Rpm mesin pada pembebanan 1 kg

2. Nilai konsumsi bahan bakar sebesar 3 ml



Gambar 4.19 Konsumsi bahan bakar pembebanan 1 kg

(a) Volume bahan bakar sebelum pengujian, (b) Volume bahan bakar setelah pengujian

4.1.2.2 Beban 2 kg



Gambar 4.20 Pembebanan mesin 2 kg pada alat ukur beban brake dynamometer

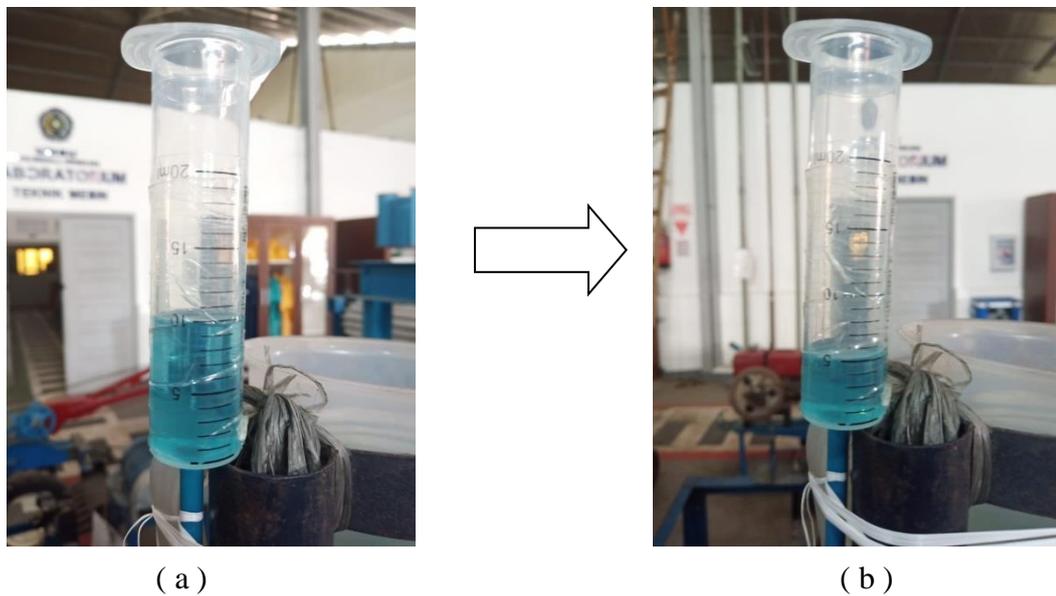
Diperoleh :

1. Putaran mesin sebesar 2102 Rpm



Gambar 4.21 Rpm mesin pada pembebanan 2 kg

2. Nilai konsumsi bahan bakar sebesar 5 ml



Gambar 4.22 konsumsi bahan bakar pembebanan 2 kg

(a) Volume bahan bakar sebelum pengujian, (b) Volume bahan bakar setelah pengujian

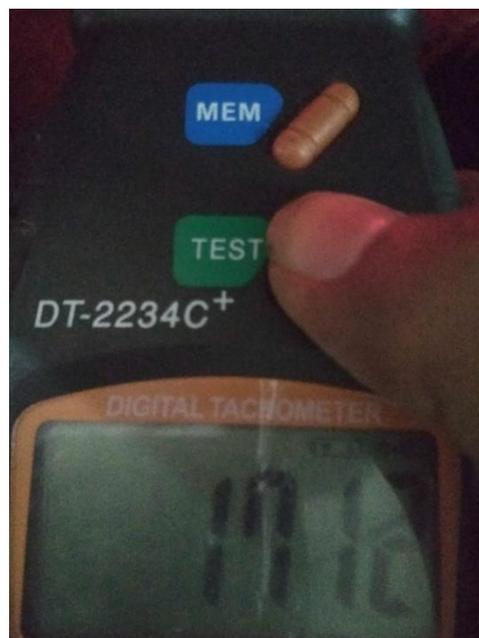
4.1.2.3 Beban 3 kg



Gambar 4.23 Pembebanan mesin 3 kg pada alat ukur beban brake dynamometer

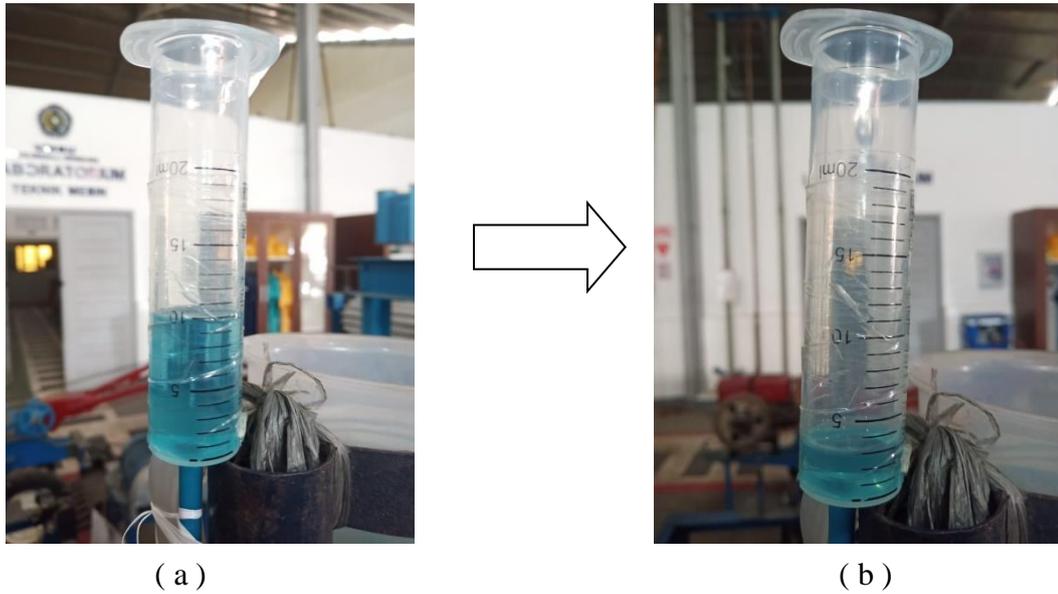
Diperoleh :

1. Putaran mesin sebesar 1712 Rpm



Gambar 4.24 Rpm mesin pada pembebanan 3 kg

2. Nilai konsumsi bahan bakar sebesar 7 ml



Gambar 4.25 konsumsi bahan bakar pembebanan 3 kg

(a) Volume bahan bakar sebelum pengujian, (b) Volume bahan bakar setelah pengujian

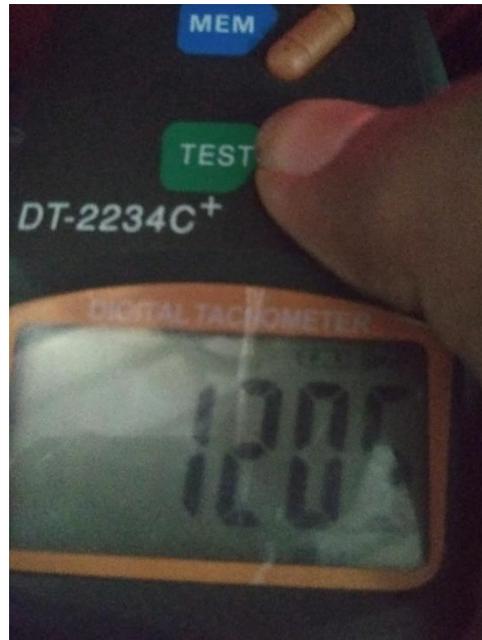
4.1.2.4 Beban 4 kg



Gambar 4.26 Pembebanan mesin 4 kg pada alat ukur beban brake dynamometer

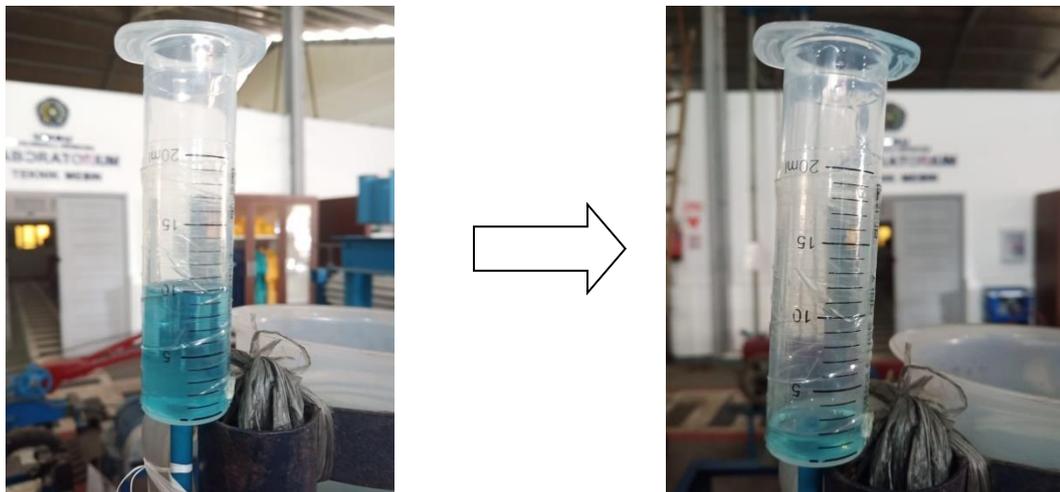
Diperoleh :

1. Putaran mesin sebesar 1205 Rpm



Gambar 4.27 Rpm mesin pada pembebanan 4 kg

2. Nilai konsumsi bahan bakar sebesar 8 ml



(a)

(b)

Gambar 4.28 konsumsi bahan bakar pembebanan 3 kg
(a) Volume bahan bakar sebelum pengujian, (b) Volume bahan bakar setelah pengujian

4.1.3 Hasil pengujian kemampuan motor model excavator terhadap pemberian beban angkat lengan excavator

4.1.3.1 beban angkat 10 kg



Gambar 4.29 Lengan excavator mengangkat beban 10 kg

Diperoleh :

Tinggi angkat maksimum : 1 meter

Lama waktu angkat : 18 s

4.1.3.2 beban angkat 20 kg



Gambar 4.30 Lengan excavator mengangkat beban 20 kg

Diperoleh :

Tinggi angkat maksimum : 1 meter

Lama waktu angkat : 24 s

4.1.3.3 beban angkat 30 kg



Gambar 4.31 Lengan excavator mengangkat beban 30 kg

Didapat :

Tinggi angkat maksimum : 1 meter

Lama waktu angkat : 30 s

4.1.3.4 beban angkat 40 kg



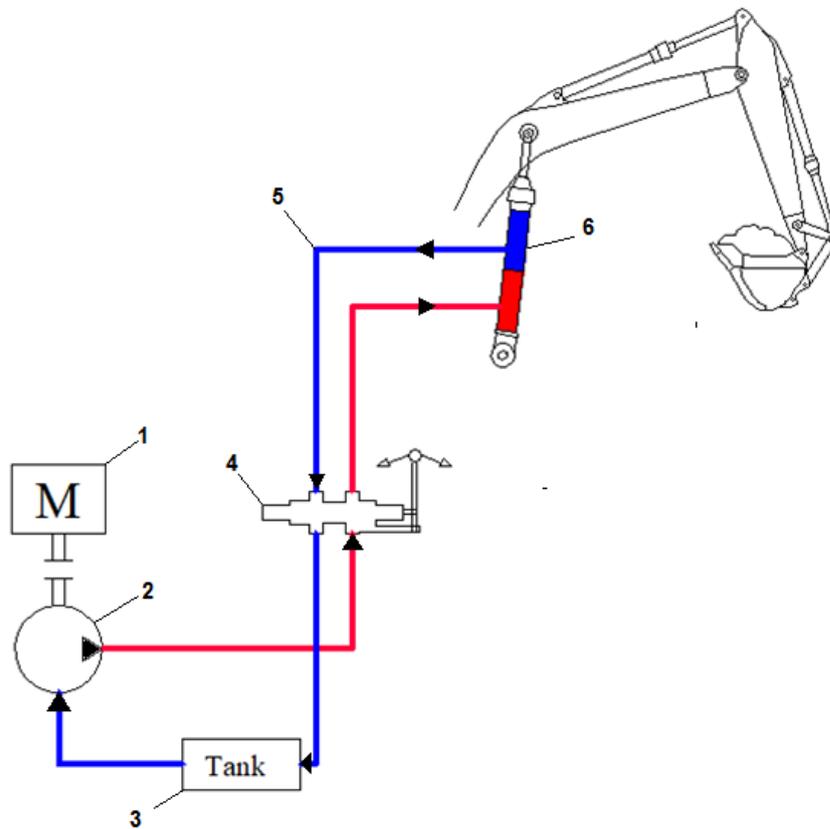
Gambar 4.32 Lengan excavator mengangkat beban 40 kg

Diperoleh :

Tinggi angkat maksimum : 1 meter

Lama waktu angkat : 42 s

4.1.4 Hasil gambar experimental skema kinerja motor model excavator



Gambar 4.33 Experimental skema kinerja motor model excavator

Ket:

1. Mesin penggerak motor
2. Pompa hidrolis
3. Tangki penyimpanan oli hidrolis
4. Kontrol valve *joy stick*
5. Selang hidrolis
6. Hidroliksilinder *double acting*

Penjelasan :

Mesin penggerak motor dihubungkan dengan pompa menggunakan sistem beltting untuk menggerakkan pompa agar menyuplai cairan fluida dari tangki menuju ruang kontrol yang dalam hal ini digunakan kontrol hidrolis *joy stick* valve dengan fungsi sebagai pengatur arus bolak balik fluida hidrolis pada silinder hidrolis *double acting* untuk menghasilkan gerakan kerja hidrolis.

4.2 Pembahasan

Hasil dari penelitian ini adalah data penelitian yang berupa kinerja motor bakar Robin EY15DJ 3,5 HP pada prototype excavator hidrolik sinder *double acting* dengan diameter silinder 20 mm dan stroke 200 mm yaitu Kapasitas fluida hidrolik (Q), Energy angkat excavator (Ea), Torsi motor (T), Daya motor (P), Daya efektif motor (Ne), Laju konsumsi bahan bakar motor (*mf*), Laju konsumsi bahan bakar spesifik motor (*Sfc*), dengan perbandingan menggunakan variasi beban angkat 10 kg, 20 kg, 30 kg, dan 40 kg.

Dan untuk mencari data kinerja motor sebelum dihubungkan dengan system hidrolik pada model excavator perlu dilakukannya pengujian mesin terlebih dahulu tanpa system, yaitu dengan mengujianya pada alat uji Brake dynamometer yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penentuan beban-beban mesin pada brake dynamometer dicari dengan persamaan hokum pascal menggunakan data gaya beban maksimum yang direncanakan diatas :

$$P1 = P2 \ ; \ \frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$$

Dimana :

P1 = Tekanan input hidrolik excavator.

P2 = Tekanan output hidrolik excavator.

F1 = gaya input maksimum hidrolik

F2 = gaya output maksimum hidrolik

A1 = luas penampang selang hidrolik

A2 = luas penampang silinder hidrolik

Dik :

massa maksimum yang direncanakan (m2) = 40 kg

diameter luas penampang hidrolik (d2) = 20 mm

diameter luas penampang selang hidrolik (d1) = 6,35 mm

Dit :

Massa maksimum mesin pada brake dynamometer (m1) ?

Jawab :

$$\frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$$

$$F1 = \frac{F2}{A2} \cdot A1$$

$$F1 = \frac{m2 \cdot g}{(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d2)^2)} \cdot (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d1)^2)$$

$$F1 = \frac{40 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{(\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20)^2)} \cdot (\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (6,35)^2)$$

$$F1 = 40 \text{ N}$$

$$F1 = m1 \cdot g$$

$$m1 = \frac{F1}{g}$$

$$m1 = \frac{40 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$m1 = 4 \text{ kg}$$

Maka perbandingan antara massa berat beban yang direncanakan untuk mesin pada excavator dengan massa berat beban mesin pada alat uji brake dynamometer yaitu : $40 : 4 = 10 : 1$

Sehingga variasi beban yang akan ditetapkan pada alat uji brake dynamometer yaitu; 1 kg, 2 kg, 3 kg, dan 4 kg. Berdasarkan data variasi beban angkat pada excavator yaitu; 10 kg, 20 kg, 30 kg, dan 40 kg.

4.2.1 Analisa torsi, daya, putaran dan konsumsi bahan bakar dengan brake dynamometer

Tabel 4.1 Data percobaan brake dynamometer

No	Waktu (s)	Konsumsi Bahanbakar (ml)	Putaran mesin (n)	Beban (kg)	Lengan brake dynamometer(mm)
1	20	3	2817,5	1	420
2	20	5	2100,6	2	420
3	20	7	1705,8	3	420
4	20	8	1216,3	4	420

4.2.1.1 Beban 1 kg

$$\begin{aligned}
 - \quad T &= F \cdot r \\
 &= 1 \text{ kg} \cdot 420 \text{ mm} \\
 &= 420 \text{ kg} \cdot \text{mm} \\
 - \quad P &= \frac{T \cdot n}{9,74 \times 10^5} \\
 &= \frac{420 \text{ kg} \cdot \text{mm} \cdot 2817,5 \text{ rpm}}{9,74 \times 10^5} \\
 &= 1.2 \text{ kW} \\
 - \quad \dot{m}f &= \rho \cdot \dot{V} \\
 &= 0,751 \text{ kg/l} \cdot 0,00015 \text{ l/s} \\
 &= 0,0001127 \text{ kg/s} \\
 &= 0,4 \text{ kg/h} \\
 - \quad Sfc &= \frac{\dot{m}f}{P} \\
 &= \frac{0,4 \text{ kg/h}}{1.1 \text{ kW}} \\
 &= 0,33 \text{ kg/kW.h}
 \end{aligned}$$

4.2.1.2 Beban 2 kg

$$\begin{aligned} - T &= F \cdot r \\ &= 2 \text{ kg} \cdot 420 \text{ mm} \\ &= 840 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - P &= \frac{T \cdot n}{9,74 \times 10^5} \\ &= \frac{840 \text{ kg.mm} \cdot 2100,6 \text{ rpm}}{9,74 \times 10^5} \\ &= 1,8 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \dot{m}f &= \rho \cdot \dot{V} \\ &= 0,751 \text{ kg/l} \cdot 0,00025 \text{ l/s} \\ &= 0,0001875 \text{ kg/s} \\ &= 0,7 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - Sfc &= \frac{\dot{m}f}{P} \\ &= \frac{0,7 \text{ kg/h}}{1,8 \text{ kW}} \\ &= 0,38 \text{ kg/kW.h} \end{aligned}$$

4.2.1.3 Beban 3 kg

$$\begin{aligned} - T &= F \cdot r \\ &= 3 \text{ kg} \cdot 420 \text{ mm} \\ &= 1260 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - P &= \frac{T \cdot n}{9,74 \times 10^5} \\ &= \frac{1260 \text{ kg.mm} \cdot 1705,8 \text{ rpm}}{9,74 \times 10^5} \\ &= 2,2 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \dot{m}f &= \rho \cdot \dot{V} \\
 &= 0,751 \text{ kg/l} \cdot 0,00035 \text{ l/s} \\
 &= 0,0002629 \text{ kg/s} \\
 &= 0,9 \text{ kg/h}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - Sfc &= \frac{\dot{m}f}{P} \\
 &= \frac{0,9 \text{ kg/h}}{2,2 \text{ kW}} \\
 &= 0,41 \text{ kg/kW.h}
 \end{aligned}$$

4.2.1.4 Beban 4 kg

$$\begin{aligned}
 - T &= F \cdot r \\
 &= 4 \text{ kg} \cdot 420 \text{ mm} \\
 &= 1680 \text{ kg.mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - P &= \frac{T \cdot n}{9,74 \times 10^5} \\
 &= \frac{1680 \text{ kg.mm} \cdot 1216,3 \text{ rpm}}{9,74 \times 10^5} \\
 &= 2,1 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \dot{m}f &= \rho \cdot \dot{V} \\
 &= 0,751 \text{ kg/l} \cdot 0,0004 \text{ l/s} \\
 &= 0,0003 \text{ kg/s} \\
 &= 1,1 \text{ kg/h}
 \end{aligned}$$

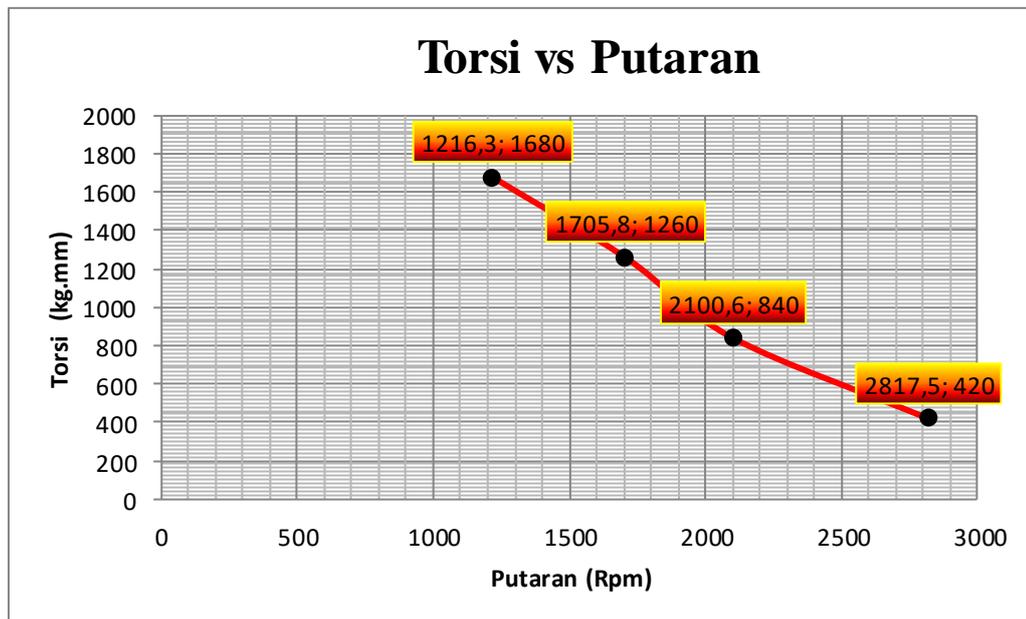
$$\begin{aligned}
 - Sfc &= \frac{\dot{m}f}{P} \\
 &= \frac{1,1 \text{ kg/h}}{2,1 \text{ kW}} \\
 &= 0,52 \text{ kg/kW.h}
 \end{aligned}$$

Table 4.2 Hasil data analisis percobaan brake dynamometer

No	Putaran (rpm)	Beban (kg)	Torsi (kg.mm)	Daya (kW)	mf (kg/h)	Sfc (kg/kW.h)
1	2817,5	1	420	1,2	0,4	0,33
2	2100,6	2	840	1,8	0,7	0,38
3	1705,8	3	1260	2,2	0,9	0,41
4	1216,3	4	1680	2,1	1,1	0,52

Hasil perbandingan kinerja motor dalam pengujian brake dynamometer terlihat pada data-data grafik berikut :

- Hasil perbandingan torsi dan putaran mesin terlihat pada gambar grafik 4.1 dibawah ini sebagai berikut :

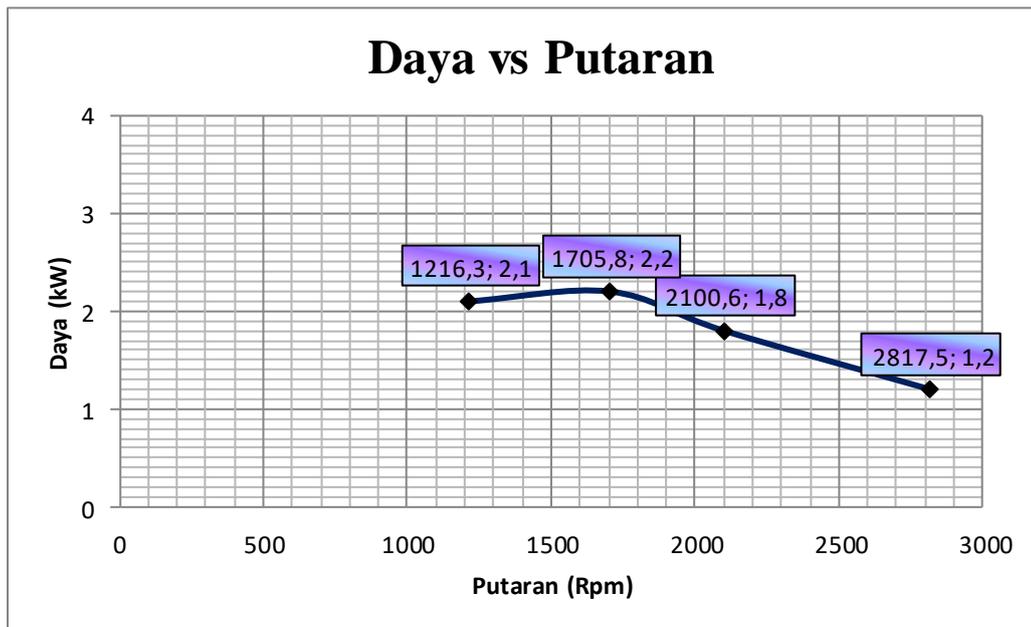


Gambar 4.34 Grafik torsi vs putaran

Dari gambar 4.1 hasil pengujian mesin motor penggerak excavator dengan brake dynamometer berbahan bakar premium menunjukkan torsi minimum 420 kg.mm pada putaran mesin 2817,5rpm dan torsi maksimum 1680 kg.mm pada putaran mesin 1216,3 rpm.

Dengan kata lain bisa dikatakan jika dilihat dari data garfik diatas dinyatakan bahwa hubungan antara putaran mesin dan torsi berbanding terbalik, jika putaran mesin semakin tinggi maka torsi akan semakin rendah dan jika putaran mesin semakin rendah maka torsi mesin akan semakin tinggi.

- Hasil perbandingan daya dan putaran mesin terlihat pada gambar grafik 4.2 dibawah ini sebagai berikut :

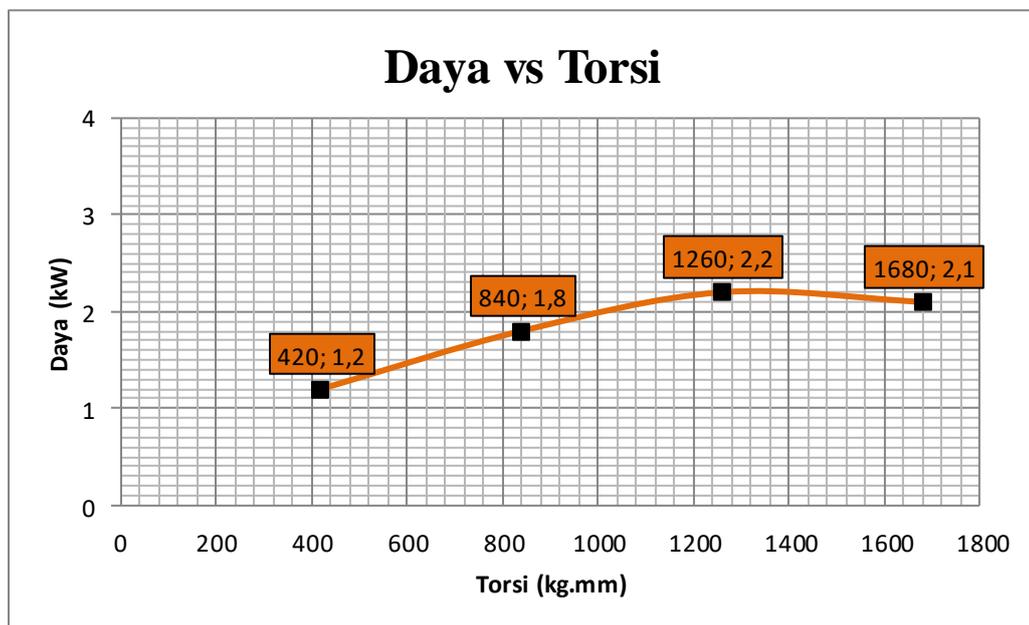


Gambar 4.35 Grafik daya vs putaran

Dari gambar 4.2 hasil pengujian mesin motor penggerak excavator dengan brake dynamometer berbahan bakar premium menunjukkan daya minimum 1,2 kW pada putaran mesin 2817,5 rpm dan daya maksimum 2,2 kW pada putaran mesin 1705,8 rpm.

Dan dengan kata lain bisa dikatakan jika dilihat dari data garfik diatas dinyatakan bahwa hubungan antara putaran mesin dan daya berbanding terbalik, jika putaran mesin semakin tinggi maka daya akan semakin rendah dan jika putaran mesin semakin rendah maka daya mesin akan semakin tinggi.

- Hasil perbandingan daya dan torsi mesin terlihat pada gambar grafik 4.3 dibawah ini sebagai berikut :

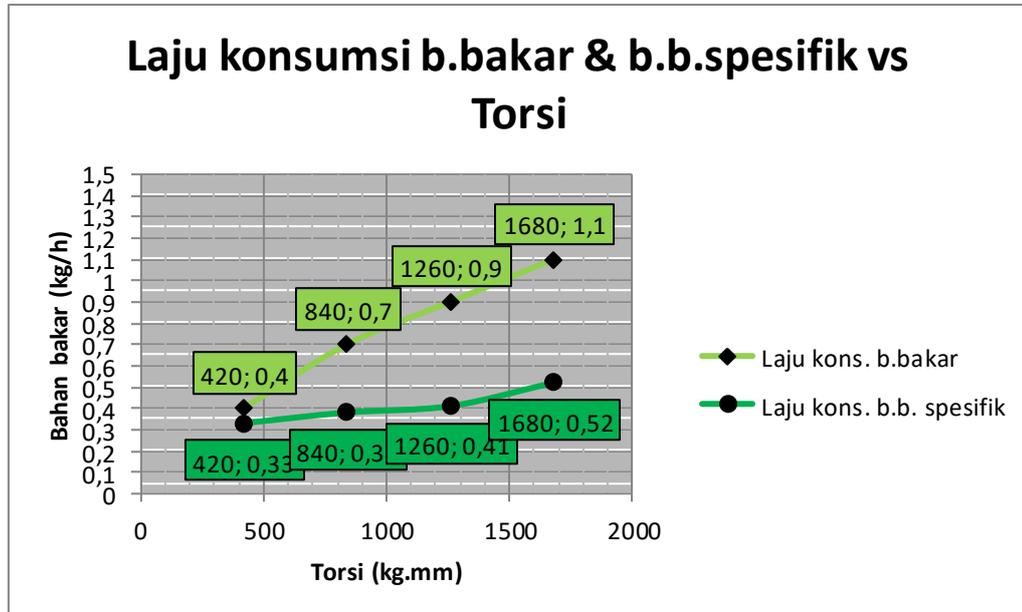


Gambar 4.20 Grafik torsi vs putaran

Dari gambar 4.3 hasil pengujian mesin motor penggerak excavator dengan brake dynamometer berbahan bakar premium menunjukkan daya minimum 1,2 kW pada torsi mesin 420 kg.mm dan daya maksimum 2,2 kW pada torsi mesin 1260 kg.mm.

Berdasarkan table garfik diatas menunjukkan bahwa nilai daya yang lebih optimal terjadi pada torsi mesin 1260 kg.mm sebelum mengalami penurunan kembali pada torsi selanjutnya.

- Hasil perbandingan Laju konsumsi bahan bakar dan bahan bakar spesifik dengan torsi mesin terlihat pada gambar grafik 4.4 dibawah ini sebagai berikut :



Gambar 4.21 Grafik Laju konsumsi bahan bakar dan bahan bakar spesifik vs Torsi

Dari gambar 4.4 hasil pengujian mesin motor penggerak excavator dengan brake dynamometer berbahan bakar premium menunjukkan nilai laju konsumsi bahan bakardan nilai laju konsumsi bahan bakar spesifik yang lebih ekonomis terjadi pada torsi mesin 420 kg.mm yaitu 0,4 kg/h dan 0,33 kg/kWh.

4.2.2 Analisis kemampuan kinerja motor model excavator terhadap pemberian beban angkat lengan excavator.

Table 4.3 Data percobaan mesin excavator dengan variasi beban angkat:

No	Beban angkat (Kg)	Waktu angkat (s)	Tinggi angkat lengan (m)
1	10	18	1
2	20	24	1
3	30	30	1
4	40	42	1

4.2.2.1 Beban angkat 10 kg.

- Menghitung energy angkat excavator:

$$E_a = w \cdot h \text{ (Joule)}$$

Dimana : w = Gaya beban (N)

$$= m \cdot g$$

$$= 10 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}$$

$$= 98,1 \text{ N}$$

h = Tinggi angkat lengan excavator (m)

$$= 1 \text{ m}$$

Maka : $E_a = w \cdot h$

$$= 98,1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$$

$$= 98,1 \text{ joule}$$

- Menghitung tekanan silinder excavator :

$$P = \frac{F}{A} \text{ (Pa)}$$

Dimana : F = Gaya tekanan hidrolik (N)

$$= m \cdot g$$

$$= 10 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}$$

$$= 98,1 \text{ N}$$

A = Luas penampang silinder hidrolik (m^2)

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20 \text{ mm})^2$$

$$= 314 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

Maka :

$$P = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{98,1 \text{ N}}{0,000314 \text{ m}^2}$$

$$= 312420,3822 \text{ N/m}^2$$

- Menghitung kapasitas laju aliran silinder excavator :

$$Q = \frac{A \cdot S}{t} \text{ (l/s)}$$

Dimana :

A = Luas penampang silinder hidrolik (m^2)

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

S = Panjang Langkah silinder hidrolik (m)

S = 200 mm

$$= 0,2 \text{ m}$$

t = Waktu kerja silinder pada beban 10 kg

$$= 18 \text{ detik}$$

Maka :

$$Q = \frac{A \cdot S}{t}$$

$$= \frac{0,000314 \text{ m}^2 \cdot 0,2 \text{ m}}{18 \text{ s}}$$

$$= 0,00000349 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Menghitung Daya excavator :

$$N = P \times Q \text{ (kW)}$$

Dimana :

P = Tekanan hidrolik (N/m^2)

$$= 312420,3822 \text{ N/m}^2$$

Q = kapasitas laju aliran silinder (m^3/s)

$$= 0,00000349 \text{ m}^3/\text{s}$$

Maka :

$$N = P \times Q$$

$$= 312420,3822 \text{ N/m}^2 \times 0,00000349 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 1,09 \text{ W} \times 1000$$

$$= 1,09 \text{ kW}$$

- Menghitung energy dari daya excavator :

$$E_d = N \times t \text{ (Joule)}$$

Dimana :

N = Daya (kW)

$$= 1,09 \text{ kW}$$

$$t = \text{waktu kerja (s)}$$

$$= 18 \text{ s}$$

$$\text{Maka : } Ed = 1,09 \text{ kW} \times 18 \text{ s}$$

$$= 19,62 \text{ joule}$$

4.2.2.2 Beban angkat 20 kg.

- Menghitung energy angkat excavator:

$$Ea = w \cdot h \text{ (Joule)}$$

$$\text{Dimana : } w = \text{Gaya beban (N)}$$

$$= m \cdot g$$

$$= 20 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}$$

$$= 196,2 \text{ N}$$

$$h = \text{Tinggi angkat lengan excavator (m)}$$

$$= 1 \text{ m}$$

$$\text{Maka : } Ea = w \cdot h$$

$$= 196,2 \cdot 1 \text{ m}$$

$$= 196,2 \text{ joule}$$

- Menghitung tekanan silinder excavator :

$$P = \frac{F}{A} \text{ (Pa)}$$

$$\text{Dimana : } F = \text{Gaya tekanan hidrolik (N)}$$

$$= m \cdot g$$

$$= 20 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}$$

$$= 196,2 \text{ N}$$

$$A = \text{Luas penampang silinder hidrolis (m}^2\text{)}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20 \text{ mm})^2$$

$$= 314 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka : } P = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{196,2 \text{ N}}{0,000314 \text{ m}^2}$$

$$= 624820,7643 \text{ N/m}^2$$

- Menghitung kapasitas laju aliran silinder excavator :

$$Q = \frac{A \cdot S}{t} \text{ (l/s)}$$

Dimana : $A = \text{Luas penampang silinder hidrolik (m}^2\text{)}$
 $= 0,000314 \text{ m}^2$

$S = \text{Panjang Langkah silinder hidrolik (m)}$

$S = 200 \text{ mm}$
 $= 0,2 \text{ m}$

$t = \text{Waktu kerja silinder pada beban 20 kg}$
 $= 24 \text{ detik}$

Maka : $Q = \frac{A \cdot S}{t}$
 $= \frac{0,000314 \text{ m}^2 \cdot 0,2 \text{ m}}{24 \text{ s}}$
 $= 0,00000261 \text{ m}^3/\text{s}$

- Menghitung Daya excavator :

$$N = P \times Q \text{ (kW)}$$

Dimana : $P = \text{Tekanan hidrolik (N/m}^2\text{)}$
 $= 624820,7643 \text{ N/m}^2$

$Q = \text{kapasitas laju aliran silinder (m}^3/\text{s)}$
 $= 0,00000261 \text{ m}^3/\text{s}$

Maka : $N = P \times Q$
 $= 624820,7643 \text{ N/m}^2 \times 0,00000261 \text{ m}^3/\text{s}$
 $= 1,63 \text{ W} \times 1000$
 $= 1,63 \text{ kW}$

- Menghitung energy dari daya excavator :

$$Ed = N \times t \text{ (kW)}$$

Dimana : $N = \text{Daya (kW)}$
 $= 1,63 \text{ kW}$

$t = \text{waktu kerja (s)}$
 $= 24 \text{ s}$

Maka : $Ed = 1,63 \text{ kW} \times 24 \text{ s}$

$$= 39,12 \text{ joule}$$

4.2.2.3 Beban angkat 30 kg.

- Menghitung energy angkat excavator:

$$E_a = w \cdot h \text{ (Joule)}$$

Dimana : $w = \text{Gaya beban (N)}$

$$= m \cdot g$$

$$= 30 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}$$

$$= 294,3 \text{ N}$$

$h = \text{Tinggi angkat lengan excavator (m)}$

$$= 1 \text{ m}$$

Maka : $E_a = w \cdot h$

$$= 294,3 \cdot 1 \text{ m}$$

$$= 294,3 \text{ joule}$$

- Menghitung tekanan silinder excavator :

$$P = \frac{F}{A} \text{ (Pa)}$$

Dimana : $F = \text{Gaya tekanan hidrolik (N)}$

$$= m \cdot g$$

$$= 30 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}$$

$$= 294,3 \text{ N}$$

$A = \text{Luas penampang silinder hidrolik (m}^2\text{)}$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20 \text{ mm})^2$$

$$= 314 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

Maka : $P = \frac{F}{A}$

$$= \frac{294,3 \text{ N}}{0,000314 \text{ m}^2}$$

$$= 937261,1465 \text{ N/m}^2$$

- Menghitung kapasitas laju aliran silinder excavator :

$$Q = \frac{A \cdot S}{t} \text{ (l/s)}$$

Dimana : $A = \text{Luas penampang silinder hidrolik (m}^2\text{)}$
 $= 0,000314 \text{ m}^2$

$S = \text{Panjang Langkah silinder hidrolik (m)}$

$S = 200 \text{ mm}$
 $= 0,2 \text{ m}$

$t = \text{Waktu kerja silinder pada beban 30 kg}$
 $= 30 \text{ detik}$

Maka : $Q = \frac{A \cdot S}{t}$
 $= \frac{0,000314 \text{ m}^2 \cdot 0,2 \text{ m}}{30 \text{ s}}$
 $= 0,00000209 \text{ m}^3/\text{s}$

- Menghitung Daya excavator :

$N = P \times Q \text{ (kW)}$

Dimana : $P = \text{Tekanan hidrolik (N/m}^2\text{)}$
 $= 937261,1465 \text{ N/m}^2$

$Q = \text{kapasitas laju aliran silinder (m}^3/\text{s)}$
 $= 0,00000209 \text{ m}^3/\text{s}$

Maka : $N = P \times Q$
 $= 937261,1465 \text{ N/m}^2 \times 0,00000209 \text{ m}^3/\text{s}$
 $= 1,96\text{W} \times 1000$
 $= 1,96 \text{ kW}$

- Menghitung energy dari daya excavator :

$Ed = N \times t \text{ (kW)}$

Dimana : $N = \text{Daya (kW)}$
 $= 1,96 \text{ kW}$

$t = \text{waktu kerja (s)}$
 $= 30 \text{ s}$

Maka : $Ed = 1,96 \text{ kW} \times 30 \text{ s}$
 $= 58,8 \text{ joule}$

4.2.2.4 Beban angkat 40 kg.

- Menghitung energy angkat excavator:

$Ea = w \cdot h \text{ (Joule)}$

Dimana : $w = \text{Gaya beban (N)}$

$$= m \cdot g$$

$$= 40 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}$$

$$= 392,4 \text{ N}$$

$h = \text{Tinggi angkat lengan excavator(m)}$

$$= 1 \text{ m}$$

Maka : $Ea = w \cdot h$

$$= 392,4 \cdot 1 \text{ m}$$

$$= 392,4 \text{ joule}$$

- Menghitung tekanan silinder excavator :

$$P = \frac{F}{A} \text{ (Pa)}$$

Dimana : $F = \text{Gaya tekanan hidrolik (N)}$

$$= m \cdot g$$

$$= 40 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}$$

$$= 392,4 \text{ N}$$

$A = \text{Luas penampang silinder hidrolik (m}^2\text{)}$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20 \text{ mm})^2$$

$$= 314 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

Maka : $P = \frac{F}{A}$

$$= \frac{392,4 \text{ N}}{0,000314 \text{ m}^2}$$

$$= 1249681,529 \text{ N/m}^2$$

- Menghitung kapasitas laju aliran silinder excavator :

$$Q = \frac{A \cdot S}{t} \text{ (l/s)}$$

Dimana : $A = \text{Luas penampang silinder hidrolik (m}^2\text{)}$

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

$S = \text{Panjang Langkah silinder hidrolik (m)}$

$$S = 200 \text{ mm}$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

t = Waktu kerja silinder pada beban 40 kg

$$= 42 \text{ detik}$$

Maka :

$$Q = \frac{A \cdot S}{t}$$
$$= \frac{0,000314 \text{ m}^2 \cdot 0,2 \text{ m}}{42 \text{ s}}$$
$$= 0,00000150 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Menghitung Daya excavator :

$$N = P \times Q \text{ (kW)}$$

Dimana : P = Tekanan hidrolik (N/m²)

$$= 1249681,529 \text{ N/m}^2$$

Q = kapasitas laju aliran silinder (m³/s)

$$= 0,00000150 \text{ m}^3/\text{s}$$

Maka :

$$N = P \times Q$$
$$= 1249681,529 \text{ N/m}^2 \times 0,00000150 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$= 1,87 \text{ W} \times 1000$$
$$= 1,87 \text{ kW}$$

- Menghitung energy dari daya excavator :

$$Ed = N \times t \text{ (kW)}$$

Dimana : N = Daya (kW)

$$= 1,87 \text{ kW}$$

t = waktu kerja (s)

$$= 42 \text{ s}$$

Maka : Ed

$$= 1,87 \text{ kW} \times 42 \text{ s}$$
$$= 78,54 \text{ joule}$$

Table 4.4 Hasil pembahasan kinerja mesin pada excavator dengan variasi beban angkat diatas :

No	Beban	Ea (Joule)	P (KPa)	Q (l/s)	N (kW)	Ed (Joule)
1	10	98,1	312	0,00000349	1,09	19,62
2	20	196,2	364	0,00000261	1,63	39,12
3	30	294,3	937	0,00000209	1,96	58,8
4	40	392,4	1249	0,00000150	1,87	78,54

4.2.3 Hasil analisa persentase pengaruh kinerja daya motor penggerak terhadap daya angkat beban excavator.

Table 4.5 Data percobaan motor excavator dengan variasi beban angkat:

No	Daya motor penggerak model excavator	Daya angkat model excavator	Persentase pengaruh
1	1,2 kW	1,09 kW	91 %
2	1,8 kW	1,63 kW	90,5 %
3	2,2 kW	1,96 kW	89 %
4	2,1	1,87	89 %

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil analisis kinerja motor terhadap pemberian beban pada model excavator system hidrolik double acting silinder adalah motor dapat bekerja sampai mampu angkat beban excavator dengan kapasitas maksimum beban 40 kg.
2. Nilai daya maksimum motor penggerak model excavator ialah 2,2 kW
3. Nilai daya maksimum angkat motor penggerak model excavator ialah 1,9 kW
4. Hasil analisa persentase pengaruh kinerja daya motor penggerak terhadap daya angkat beban excavator rata-rata adalah 90 %.

5.2 Saran

1. Perlunya melakukan peningkatan atau menambah peralatan yang masih kurang.
2. Utamakan keselamatan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Ir. Sularso, 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Cetakan ke XI Penerbit PT. Pradnya Paramita : Jakarta.
- Ir. Philip Kristanto. 2015. *Motor Bakar Torak-Teori dan Aplikasinya*. Penerbit CV. AndiOffset : Yogyakarta.
- Arismunandar, Wiranto. 2005. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Penerbit ITB: Bandung
- Raharjo, Winarno Dwi., dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang : UNNES PRESS
- Purwo Yulianto, Arief Muliawan. 2016. “Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Daya Pada Engine Cummins Ktta 38 C”, *jurnal Bontang*, 24 (2016).
- Wiratmaja, I Gede. 2010. “Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian *Biogasoline*”.*Jurnal I Imiah Teknik Mesin Cakra M Universitas Udayana Bali Vol. 4 No.1. April 2010 (16-25)*
- Putra, Nurliansyah.,Husin Bugis dan Ranto. 2014. “Pengaruh Jenis Bahan Bakar Bensin Dan Variasi Rasio Kompresi Pada Sepeda Motor SUZUKI *SHOGUN FL 125 SP Tahun 2007*”.*Jurnal FKIP UNS Vol. 2 No. 3 2014 (1-11)*
- Adrewparr, 2003. *Hidrolika Dan Pneumatika*, Cetakanke II Penerbit Erlangga : Jakarta
- Ginting dines, 1989 . *Hidrolika*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Simon, Keith (1971). *Mechanics* (edisi ke-Third). Addison-wesley.
- <https://sersasih.wordpress.com/2013/03/16/sistem-hidroulik-pada-excavator/>
- Nazaruddin & Herisiswanto, *Perhitungan Beban Batang Hidrolik Bucket Wheel Loader*,(Oktober,2004),http://www.uinsuska.info/saintek/attachments/09_jurnal_stekin_vol21.pdf, h 2.
- Pippenger John Tyler Hicks. *Industrial Hydraulics*. 1979. Singapore. Mc Graw-Hill Book Company
- Zuchry M. Muhammad. (2011), *Analisa gaya angkat dengan variasi sudut elevasi pada silinder pengangkat excavator CAT320*, *Jurnal SMARTek*, Vol. 9 No. 4. Nopember 2011: 300 –310
- <http://imammulyono002.blogspot.com/2013/06/mechanicalengineeringperencana-daya.html>

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Kinerja Motor Terhadap Pemberian Beban Pada Model Ekskavator Sistem Hidrolik Silinder Kerja Ganda.

Nama : Muhammad Nur Syah Putra
 NPM : 1407230248

Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T
 Dosen Pembimbing 2 : H.Muharnif M, S.T, M.Sc

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
01	selasa /26-03-19	Camr Blatemy harus mungkin cpd judul yg di bahas.	<i>[Signature]</i>
02	1/9 - 2019.	Ruang lingkup dan Batasan masalah di perbaiki	<i>[Signature]</i>
03	6/9 - 2019	lanjutan la piper dan berdasar pmba masn masalah	<i>[Signature]</i>
04	9/9 - 2019	lanjutan ke pembimbing II	<i>[Signature]</i>
05	05/10 - 2019	Pertahki Bab 2, 3 & 4	<i>[Signature]</i>
06	20/10 - 2019	Pertahki Analisa	<i>[Signature]</i>
07	09/12 - 2019	Kembali ke pembimbing 1	<i>[Signature]</i>
<p>Acc di sumarkan <i>[Signature]</i> 27/12-2019</p>			



UMSU

Cerdas | Terpercaya

Surat ini agar disebutkan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor 762/II.3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 03 Juli 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : M.NUR SYAHPUTRA
Npm : 1407230248
Program Study : TEKNIK MESIN
Semester : X (Sepuluh)
Judul Tugas Akhir : ANALISA KINERJA MOTOR TERHADAP PEMBERIAN BEBAN
PADA EXCAVATOR SISTEM HIDROLIK DOUBLE ACTING
SILINDER
Pembimbing 1 : MUNAWAR ALFANSURY SIREGAR ST.MT.
Pembimbing II : H. MUHARNIF M.ST.M.Sc

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan Ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh dosen pembimbing setelah mendapat persetujuan dari program Studi teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (Satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Dengan demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 29 Syawal 1440 H

03 Juli 2019 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN : 0101017202

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2019 – 2020**

Peserta Seminar
 Nama : Muhammad Nur Syahputra
 NPM : 1407230248
 Judul Tugas Akhir : Analisa Kinerja Motor Terhadap Pemberian Beban Pada Model Escavator Sistem Hidrolik Double Acting Silinder.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Munawar A Srg.S.T.M.T	:
Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	:
Pembanding – I : Chandra A Siregar.S.T.M.t	:
Pembanding – II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230281	Alhadi Syahputra	
2	1407230285	BASYARUDDIN	
3	1307230019	Bizny Fajrin	
4	1307230213	PANJI SANTOSO	
5	1307230221	Saiamat Junaedi	
6	1307230222	Amir Hamjah Harahap	
7	1307230044	M. Swals Adia NST	
8	1407230259	M. Prayogi	
9	1407230201	Andre Rizky Puera	
10			

Medan, 14 Jum. Awal 1441 H
10 Januari 2020 M

Ketua Prodi. T.Mesin

Fahdi.S.T.M.T



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Nur Syahputra
NPM : 1407230248
Judul T.Akhir : Analisa Kinerja Motor Terhadap Pemberian Beban Pada Model Escavator Sistem Hidrolik Double Acting Silinder.

Dosen Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pemanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... *what buku tugas akhir*

.....

.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....

.....

.....

Medan 14 Jum.Awal 1441 H
10 Januari 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi.S.T.M
Affandi.S.T.M



Dosen Pemanding- I

Chandra A Siregar
Chandra A Siregar.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Muhammad Nur Syahputra
NPM : 1407230248
Judul T.Akhir : Analisa Kinerja Motor Terhadap Pemberian Beban Pada Model Escavator Sistem Hidrolik Double Acting Silinder.

Dosen Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pemanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

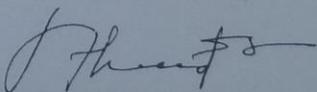
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - ⊖ Pastikan kesesuaian antara judul, tujuan, metode, hasil, dan kesimpulan
 - ⊖ Perbaiki latar belakang
 - ⊖ Buat prosedur penelitian
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 14 Jum.Awal 1441 H
10 Januari 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi S.T.M.T


Dosen Pemanding- II


Ahmad Marabdi.Siregar.S.T.M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Muhammad Nur Syah Putra
NPM : 1407230248
Tempat/Tanggal Lahir : Pem. Ganjang / 08 Mei 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Pematang Ganjang Dusun V kec. Sei Rampah
Kab. Serdang Bedagai Sumatera Utara
Nomor HP/WA : 085261704356
E-mail : m.noersjahpoetra@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Hairuddin
Ibu : Suriyati

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD Negeri 107448 Pematang Ganjang
2007-2010 : SMP Negeri 1 Sei Rampah
2010-2013 : SMA Negeri 1 Sei Rampah
2014-2020 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Sumatera Utara