

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN *OIL FRICTION TESTER* KAPASITAS PEMBEBANAN 10 Kgf

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

Disusun Oleh:

KEVIN GHIFARI
1407230183



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGSAHAN

Tugas Akhir Ini Diajukan Oleh :

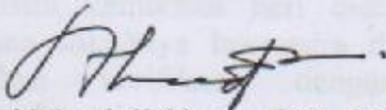
Nama : Kevin Ghifari
NPM : 1407230183
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Rancang Bangun *Oil Friction Tester* Kapasitas Pembebanan
10 Kgf
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 20 januari 2020

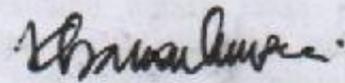
Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Penguji I



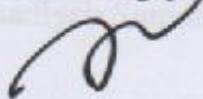
(Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T)

Dosen Penguji II



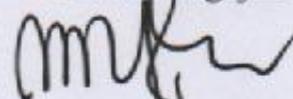
(Khairul Umurani, S.T., M.T)

Dosen Penguji III



(Bekti Suroso, S.T., M.Eng)

Dosen Penguji IV



(Muhammad Yuni, S.T., M.T)

Program Studi Teknik Mesin

Ketua



Allandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Kevin Ghifari
Tempat/Tanggal lahir : P.Siantar / 19th July 1996
NPM : 1407230183
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Rancang Bangun *Oil Friction Tester* Kapasitas Pembebanan 10 Kgf”,

Bukan merupakan plagiarism, 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 hasil karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat merupakan 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 5 Februari 2020

Saya yang menyatakan,



KEVIN GHIFARI

ABSTRAK

Dalam kegiatan sehari-hari masyarakat tidak lepas dengan penggunaan kendaraan bermotor dimana penggunaan kendaraan dalam frekuensi yang terlampau sering dapat mengakibatkan kondisinya mengalami kerusakan internal yang mengakibatkan kerugian berupa panas, aus, dan berujung kepada berkurangnya efisiensi. Kualitas pelumas berperan dalam efisiensi mesin pembakaran internal. Untuk itu, diperlukan suatu alat penguji gaya gesek oli untuk mengukur prestasi pelumas dalam mengantisipasi faktor gesekan didalam mesin. *Oil friction tester* merupakan sebuah alat yang dapat menguji kualitas pelumas dalam mengantisipasi keausan. Laporan akhir ini menerapkan sistem pesawat angkat (*leverage*) dimana beban yang diterapkan pada ujung sebuah tuas dapat di lipatgandakan gaya-nya pada ujung yang lain. Gaya pembebanan yang telah dilipatgandakan tersebut akan di pusatkan pada sebuah spesimen roler yang di tekan ke rotor yang berputar pada genangan pelumas. Alat Uji ini dirancang untuk menguji kemampuan pelumas untuk tetap mengalir diantara dua benda yang bergesekan dalam tekanan 10 Kgf dimana rotor akan berputar pada kecepatan konstan saat beban diterapkan. Perancangan dimensi dan bentuk dasar alat uji ini menggunakan *software design* Solidworks 2014. Poros rotor friksi dibuat dari bahan baja karbon konstruksi mesin S45C untuk perencanaan beban hingga 300 N. Permukaan rotor friksi dirancang untuk menggunakan material *chromium Stainles steel* dari cincin terluar bantalan. Spesimen terbuat dari batang silinder dengan material mild steel. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap variabel pelumas. Hasil Pengujian yang telah dilakukan terhadap dua variabel pelumas menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan dalam kurun waktu pengujian yang sama (20 detik setelah beban 10 kgf diterapkan). Alat Uji *Oil Friction Tester* kapasitas pembebanan 10 Kgf dapat beroperasi sesuai rancangan.

Kata kunci : Pelumasan, Gesekan, Beban, Lengan angkat

ABSTRACT

In daily-basis, the society cannot be separated from the use of motorized vehicles where the use of vehicles in long term frequency can cause conditions that leads to internal damage which resulting losses in the form of heat, wear, then reduced efficiency. The quality of the lubricant has an effect on the role of the efficiency of the internal combustion engine. For that, there is a demand for an oil friction testing tool to measure the performance of the lubricant or anticipating the friction factor in the engine. Oil friction tester is a tool that can test the quality of the lubricant in anticipation of wear. This final report applies a leverage where the load applied to the end of a lever can be multiplied at the other end. The multiplied loading force will be centered on a roller specimen which is pressed into a rotating rotor in a puddle of lubricant. This Test Tool is designed to test the ability of the lubricant to keep flowing between two objects rubbing under pressure of 10 Kgf where the rotor will rotate at a constant speed when the 10 Kgf load is applied. The design of the dimensions and the basic shape of this testing tool uses the 2014 Solidworks design software. The friction rotor shaft is made of carbon steel material S45C construction machinery designed forreceiving loads up to 300 N. The friction rotor surface is designed to use chromium stainless steel material from the outer ring of the ball bearing. The specimen is made of a mild steel cylindrical rod. The test is carried out three times for each lubricant variable. The results of tests that have been carried out on two lubricating variables show a significant difference in the same test period (20 seconds after a load of 10 kgf is applied). Oil Friction Tester Test with loading capacity of 10 Kgf operates well as to the design.

Key words : Lubrication, Friction, Load, Lever-arm

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 “Rancang Bangun *Oil Friction Tester* Kapasitas Pembebanan 10 Kgf” 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 terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Kedua Orang tua Penulis , yang telah berjuang dan bersabar membesarkan dan membiayai studi penulis.
2. Bapak Bakti Suroso, S.T., M,Eng, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
3. Bapak M. Yani, S.T., M.T.,selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
4. Bapak Khairul Umurani,S.T., M.T, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ahmad Marabdi Siregar,S.T., M.T, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Affandi, S.T., M.T., selaku kepala Program Studi (Prodi) Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Perkuliahan.
7. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat Penulis : Alm. TenkuFerdinand Maulana, A. Saputra Siregar, Abdullah Afif Al karim, M. Hidayat, M. Fachrul Rozy, Zulkifli, M. Khairul Fiqri Rangkuti, Agus Sulistiadi, Hendri Fauzi, Azmi Arief dan seluruh mahasiswa teknik mesin UMSU stambuk 12, 13, 14 dan 15 yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
11. Bengkel Fabrikasi Rejeki Baru (Anton Zena), yang telah banyak membantu dalam proses pembuatan alat penguji pelumas ini.

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

Kevin Ghifari

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan penelitian	2
1.5. Manfaat	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Tinjauan Pustaka	3
2.2. Landasan Teori	4
2.2.1 Pelumas (<i>Lubricant</i>)	4
A. Sejarah Pelumasan	4
B. Tujuan Pelumasan	5
C. Karakteristik Pelumasan	6
2.2.2 Pengujian Pelumas	7
A. Koefisien Gesek	7
B. <i>Megukuroil load carring capacity</i>	11
2.2.3 Metode Pengujian Pelumas	12
1. <i>Shell Four-Ball Wear Tester</i>	12
2. <i>Roll Stability Tester</i>	13
3. <i>Reichert Fretting Wear Tester</i>	14
2.2.4 Metode Pemilihan Konsep	15
2.2.5 Teori Dasar Perancangan	16
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu	21
3.1.1. Tempat	21
3.1.2. Waktu	21
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3.1. Alat	22
3.3.2. Bahan	26
3.3 Diagram Alir	30
3.4 Prosedur Penelitian	31

3.5	Metode Perancangan Konsep	31
3.6	Perancangan Komponen	24
3.7	Prosedur Pembuatan <i>Oil Friction Tester</i>	33
3.7.1.	Pembuatan <i>Box Mounting</i> (Struktur Utama)	33
3.7.2.	Pembuatan Poros Rotor Friksi	33
3.7.3.	Pembuatan Tuas Pembebanan 1 dan 2	33
3.7.4.	Pembuatan <i>Bushing</i> Tumpuan Logam dan Teflon	34
3.7.5.	Pembuatan Rotor Friksi	34
3.7.6.	Pembuatan <i>Oil Reservoir</i> (Tampungan Pelumas)	35
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Hasil Pemilihan Konsep	36
4.2	Hasil Perhitungan Rancangan	36
4.2.1.	Perancangan Poros dan Daya	36
4.2.2.	Perancangan Keseimbangan Sistem Tuas Pembebanan	39
4.2.3.	Menentukan Durasi Pengujian	41
4.3	Hasil Rancang Bangun <i>Oil Friction Tester</i>	39
4.4	Prosedur Pembuatan	51
4.5	Hasil Pembuatan <i>Oil Friction Tester</i>	56
4.6	Hasil <i>Test Run</i>	61
4.7	Proses Penggunaan Alat Uji	63
4.7.1	Prosedur Penggunaan <i>Oil Friction Tester</i>	63
4.7.2	Pengujian Terhadap 2 Variabel Pelumas	63
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1.	Kesimpulan	65
5.2.	Saran	65
	DAFTAR PUSTAKA	66
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Pemilihan konsep	15
Tabel 2.2.	Faktor-faktor daya yang akan ditransmisikan, fc	17
Tabel 2.3.	Standar bahan poros	18
Tabel 2.4.	Diameter poros	19
Tabel 3.1.	Waktu Pelaksanaan Penelitian	21
Tabel 4.1.	Pemilihan konsep	36
Tabel 4.2.	Dimensi keausan pada spesimen uji	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tiga Posisi Poros didalam Bantalan	4
Gambar 2.2	Gaya Pada Balok	8
Gambar 2.2	Gaya yang Terjadi pada Poros	8
Gambar 2.3	<i>Freebody</i> Momen pada Kunci	9
Gambar 2.4	<i>Shell Four-Ball Wear Tester</i>	12
Gambar 2.5	<i>Roll Stability Tester</i>	13
Gambar 2.6	<i>Reichert Fretting Wear Tester</i>	14
Gambar 3.1	Mesin Bubut	22
Gambar 3.2	Mesin Las Listrik	23
Gambar 3.3	Mesin Bor	23
Gambar 3.4	<i>Handheld Grinder</i>	24
Gambar 3.5	Jangka Sorong	24
Gambar 3.6	<i>Hydraulic Press</i>	25
Gambar 3.7	<i>Tapping Tool</i>	25
Gambar 3.8	Pelat Besi	26
Gambar 3.9	<i>Seamless Steel Pipe</i>	26
Gambar 3.10	Poros Baja karbon	27
Gambar.3.11	<i>Bearing</i>	27
Gambar 3.12	Motor Elektrik	28
Gambar 3.13	Rumah Bantalan	28
Gambar 3.14	<i>Custom Pullies</i>	29
Gambar 3.15	Sabuk	29
Gambar 3.16	<i>mild steel rod</i>	29
Gambar 3.17	Diagram alir	30
Gambar 3.18	<i>Oil Friction Tester</i> konsep A	31
Gambar 3.19	<i>Oil Friction Tester</i> konsep B	32
Gambar 4.1	Diagram kesetimbangan tuas pembebanan	39
Gambar 4.2	<i>Box Mounting</i>	42
Gambar 4.3	Tuas Pembebanan Pivot 1	43
Gambar 4.4	Tuas Pembebanan Pivot 2	43
Gambar 4.5	Poros S45C	44
Gambar 4.6	Rotor Friksi	44
Gambar 4.7	<i>Bushing</i> (Teflon)	45
Gambar 4.8	<i>Bushing</i> (Logam)	45
Gambar 4.9	<i>Oil Reservoir</i>	46
Gambar 4.10	<i>Oil friction Tester Complete Assembly</i>	47
Gambar 4.11	<i>Assembly</i> Struktur Utama <i>Oil Friction Tester</i>	48
Gambar 4.12	<i>Assembly</i> Sistem Tuas Pembebanan	49
Gambar 4.13	<i>Assembly</i> Sistem Transfer Daya	50
Gambar 4.14	Proses Pembuatan Lubang pada <i>Base Plate</i>	51
Gambar 4.15	Proses Pengelasan <i>Box Mounting</i>	51
Gambar 4.16	Proses Pemotongan Pipa	52
Gambar 4.17	Proses Pelubangan <i>Specimen Holder</i>	52
Gambar 4.18	Proses Pengelasan Tuas Pembebanan	53
Gambar 4.19	Proses Pembubutan Poros S45C	53

Gambar 4.20	Proses Pembubutan <i>Flywheel</i>	54
Gambar 4.21	Proses Penggabungan Rotor Friksi	54
Gambar 4.22	Proses Pemotongan Pelat	55
Gambar 4.23	Proses Pengelasan <i>Oil Reservoir</i>	55
Gambar 4.24	<i>Oil Friction Tester</i> Kapasitas Pembebanan 10 Kgf	56
Gambar 4.25	Hasil Pembuatan <i>Box Mounting</i>	56
Gambar 4.26	Hasil Pembuatan <i>Shaft</i> (Poros)	57
Gambar 4.27	Hasil Pembuatan <i>Friction Rotor</i>	57
Gambar 4.28	Hasil Pembuatan <i>Custom Pulley</i>	57
Gambar 4.29	Hasil Pembuatan Tuas Beban Tumpuan 1	58
Gambar 4.30	Hasil Pembuatan Tuas Beban Tumpuan 2	58
Gambar 4.31	Hasil Pembuatan <i>Bushing</i> Tumpuan (Logam)	58
Gambar 4.32	Motor Penggerak 0.25 HP	59
Gambar 4.33	Hasil Pembuatan <i>Bushing</i> Tumpuan (Teflon)	59
Gambar 4.34	<i>Bearing Holder</i>	59
Gambar 4.35	Alat Pembebanan	60
Gambar 4.36	Spesimen Uji	60
Gambar 4.37	RPM Rotor Friksi saat <i>Freeload</i>	61
Gambar 4.38	RPM Rotor Friksi saat beban 10 kgf diterapkan	62
Gambar 4.39	2 Variabel Pelumas (A dan B)	64

DAFTAR NOTASI

F_n	= Gaya normal (N)
D	= diameter (m)
n	= Putaran turbin (rpm)
π	= Lingkaran konstan (phi)
m	= massa (kg)
g	= percepatan gravitasi (m/s^2)
P	= Daya (HP atau Watt)
T	= Torsi (Nm)
p	= Tekanan (Kgf)
F	= Gaya (Newton)
l	= Panjang (m)
r	= Jari-jari Lingkaran (mm)

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Dalam kegiatan sehari-hari masyarakat tidak lepas dengan penggunaan kendaraan bermotor. Penggunaan kendaraan dalam frekuensi yang terlampau sering dapat mengakibatkan kondisinya mengalami kerusakan pada bagian-bagian tertentu. Pada umumnya setiap benda yang bergerak pasti mengalami gesekan, akibatnya mengalami kerugian berupa panas, aus, dan efisiensinya berkurang. (Muchtar Ginting et al, 2018).

Kualitas oil pelumas memberi efek dalam peran efisiensi mesin pembakaran internal dan dapat mengurangi keausan dan pencemaran lingkungan. (Spiegelberg & Andersson 2006). Ada banyak produsen pelumas dipasar. Umumnya, harga pelumas mencerminkan kualitas oli pelumas. Namun, harga pelumas yang mahal belum tentu efektif untuk semua jenis mesin. Sebaliknya, mutu (*grade*) oli memainkan peran penting dalam menyediakan kinerja optimal, karena viskositas pelumas bergantung pada suhu mesin dan temperatur sekitar. (Barton et al. 1981).

Saat ini telah ada standar internasional yang mengatur tentang standar dari oli yakni API dan SAE. Untuk nilai dari koefisien gesek oli tersebut tidak dicantumkan pada produk. Di Indonesia sendiri terdapat berbagai macam jenis oli. Semua produk oli memiliki spesifikasi yang berbeda dan diperuntukan untuk jenis kendaraan yang berbeda juga contohnya antara mobil diesel dan mobil bensin memiliki standar yang berbeda dalam pemilihan oli mesin. Pelumas sendiri dikategorikan baik salah satunya dengan melihat nilai koefisien geseknya. (Muchtar Ginting et al, 2018).

Karena kesulitan untuk mendapatkan data terkait kualitas pelumas, maka diperlukan suatu alat uji untuk mengukur kemampuan pelumas dalam mengantisipasi faktor gesekan pada komponen didalam mesin yang terjangkau dan mudah untuk digunakan sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**RANCANG BANGUN OIL FRICTION TESTER KAPASITAS PEMBEBANAN 10 Kgf**”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, Perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang dan membangun *oil friction tester* berkapasitas pembebanan 10 kgf ?

1.3. Ruang Lingkup

Karena luasnya permasalahan, penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, mengingat keterbatasan waktu, biaya dan pengalaman.

Adapun hal-hal yang akan dibatasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Desain alat uji dibatasi untuk pembebanan 10 Kgf
2. Menggunakan material baja karbon konstruksi S45C pada komponen poros rotor friksi
3. Pengujian dilakukan dengan putaran konstan (N) rpm
4. Durasi pengujian ditentukan

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk merancang *oil friction tester* berkapasitas pembebanan 10 kgf.
2. Untuk membangun *oil friction tester* berkapasitas pembebanan 10 kgf.
3. Untuk mengevaluasi kualitas pelumas secara mudah dan terjangkau.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari pembuatan alat uji ini adalah :

1. Agar dapat dibangun sebuah alat pengujian pelumas sederhana dengan biaya yang relatif kecil dan dapat beroperasi hingga pembebanan maksimum 10 Kgf.
2. Kualitas pelumasan pada produk pelumasan dapat diuji secara nyata tanpa mengeluarkan biaya yang besar.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Tinjauan Pustaka

Iman Golshokouh et al, melakukan penelitian untuk memahami sifat fisik minyak jarak pada temperatur berbeda sebagai minyak pelumas. Dari penelitian menunjukkan bahwa minyak jarak memiliki kemampuan pelumasan dan keausan yang lebih tinggi dari pelumas mesin dan pelumas minyak hidrolik. (Iman Golshokouh et al, 2013).

L. Gargely & V. Sandu, Melakukan penelitian untuk menginvestigasi koefisien gesekan terhadap *additive oli* pada alat uji falex pada 7 (tujuh) pelumas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ke-tujuh pelumas memiliki karakteristik penyebaran yang cukup tinggi dengan nilai koefisien gesek antara 0,01 - 0,02. Penambahan zat *additive (detergan dispersant)* menunjukkan penurunan nilai koefisien gesek hingga 0.004, sedangkan penambahan *additive (friction modifier)* mampu mengurangi nilai koefisien gesek hingga 0,008. (L.Gargely & V.Sandu, 2014).

Mas Fauwzi et al, melaksanakan penelitian untuk membangun sebuah alat pengujian pelumas menggunakan mesin kendaraan yang dimodifikasi dimana penelitian berfokus kepada *oil flow* pada area *head cylinder camshaft*. Hasil menunjukkan bahwa ditemukan perbedaan kinerja pelumas meskipun pelumas memiliki spesifikasi dan kelas yang sama. (Mas Fauwzi et al, 2016).

Muchtar Ginting et al, melakukan penelitian tentang koefisien gesek pelumas mesin multi grade dengan menggunakan persamaan gaya pada motor, momen pada kunci, dan koefisien gesek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien gesek memiliki korelasi terhadap besar momen, semakin kecil nilai koefisien gesek maka semakin besar momen yang dapat diterima mesin dan efisiensinya meningkat. (Muchtar Ginting et al, 2018).

M. Bahar Fitrianto et al (2015), melakukan penelitian dengan judul “menguji koefisien gesek permukaan plat baja pada bidang miring terhadap kekentalan pelumas dan kekasaran permukaan. Hasil penelitian menunjukkan, semakin kasar permukaannya semakin besar sudut gesek dan koefisien geseknya. Sedangkan pada kondisi pelumasan terjadi penurunan sudut gesek dan

koefisien gesek walau dengan bertambahnya kekasaran permukaan. (M. Bahar Fitrianto et al, 2015).

Guntram Lechner et al, melakukan penelitian untuk menganalisa efek oli mesin pada gesekan dan emisi pada mesin disel *direct injection*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, oli dengan viskositas rendah dengan tingkatan *friction modifier* organic menunjukkan keuntungan dalam konsumsi bahan bakar, namun tidak ditemukan efek signifikan pada pelumas dengan konsentrasi MoDTC rendah terhadap gesekan mesin yang di jalankan pada program uji ini. (Guntram Lechner et al, 2002).

Meisam Asadi & Amin Asad, melakukan penelitian eksperimental untuk menginvestigasi hubungan baru antara perbedaan temperature dan konsentrat padat pada kekentalan dinamis oli mesin *MWCNT/ZnO hybrid nanofluid*. Hasil menunjukkan bahwa, peningkatan temperatur mengakibatkan penurunan viskositas dinamis dari nanofluid oleh 85% sedangkan viskositas dinamis meningkat ketika konsentrasi padatan meningkat 45%. (Meisam Asadi & Amin Asadi, 2016).

American Automobile Association, melakukan riset untuk mengetahui perbedaan antara pelumas konvensional dengan pelumas sintetis. Delapan tes ASTM dipilih untuk mengidentifikasi perbedaan oli mesin yang dipasarkan sebagai oli konvensional dan sintetis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan validitas klaim ini dan untuk menentukan biaya keseluruhan pada perusahaan agar beralih ke pelumas sintetis. (*American Automobile Association*, 2017).

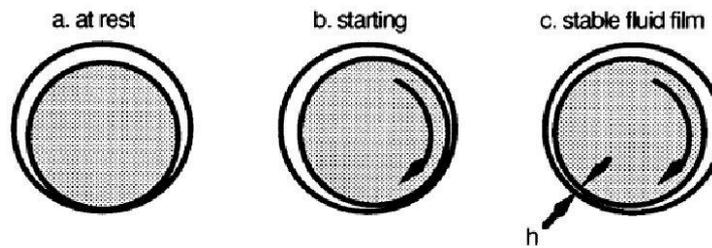
1.2. Landasan Teori

Berikut ini merupakan teori yang mendasari rancang bangun alat uji pelumas :

1.2.1. Pelumas (*Lubricant*)

A. Sejarah Pelumasan

Periode modern pelumasan dimulai dengan karya Osborne Reynolds (1842-1912). Penelitian Reynold prihatin dengan poros berputar di bantalan dan kasus ini ditunjukkan pada Gambar berikut :



Gambar 2.1. Tiga Posisi Poros didalam Bantalan

Ketika pelumas diterapkan pada poros, Reynolds menemukan bahwa poros yang berputar menarik seiris pelumas ke satu tempat antara poros dan bantalan. Dia juga mencatat bahwa saat poros menambah kecepatan, cairan yang mengalir di antara dua permukaan lebih besar. Ini dikarenakan pelumas yang kental, menghasilkan tekanan cairan dalam irisan pelumas yang cukup memadai sehingga dapat memisahkan kedua permukaan. (Nehal S. Ahmed & Amal M. Nassar, 2013).

B. Tujuan Pelumasan

Tujuan utama pelumasan adalah untuk mengurangi keausan dan panas di antara permukaan kontak gerakan relatif. Sementara keausan dan panas tidak bisa dihilangkan sepenuhnya, mereka bisa dikurangi ke tingkat yang dapat diabaikan atau dapat diterima. Karena panas dan keausan berhubungan dengan gesekan, kedua efek dapat diminimalkan dengan mengurangi koefisien gesekan antara permukaan yang bersentuhan.

Pelumasan juga digunakan untuk mengurangi oksidasi dan mencegah karat, menyediakan isolasi dalam aplikasi transformator, mentransmisikan daya mekanis dalam aplikasi daya fluida hidrolik, juga untuk menutup debu, kotoran, dan air. (Nehal S. Ahmed & Amal M. Nassar, 2013).

Berbeda dengan bahan bakar (*fuel*) selama pemakaiannya minyak pelumas tidak akan habis, hanya kualitasnya menjadi lebih rendah, karena terjadi peristiwa oksidasi pengotoran logam, penguraian dan sebagainya. Tetapi sebagian besar masih terdiri dari hidrokarbon dari fraksi *lube oil stock*. Jadi dapat dikatakan selama pemakaian minyak pelumas hanya mengalami pengotoran saja. Setiap jenis pelumas yang digunakan pada system tertentu selalu mempunyai fungsi ganda.

Fungsi minyak pelumas tersebut yaitu Mengurangi gesekan, mengurangi keausan, menurunkan temperatur, sebagai isolasi, membentuk sekat, dan membersihkan kotoran. (Mucthar Ginting et al, 2018).

Oli juga berperan sebagai media pendinginan mesin. Beberapa area mesin pembakaran internal menjadi sangat panas selama beroperasi. Ring piston, kepala silinder dekat katup buang, dan bantalan *turbocharger* hanyalah tiga contoh di mana temperatur yang terlokalisasi dapat melebihi 600 ° F (315°C). Oli mesin menyerap panas berlebih ini dan menyebarkannya ke bagian lain di mana ia terbawa oleh sistem pendinginan mesin. Oli juga didinginkan oleh udara luar yang melewati oil pan dan dalam beberapa kasus, *oli cooler system* telah diterapkan sebagai tambahann *heat exchanger*. (American Automobile Association, 2017).

C. Karakteristik Pelumas

- Viskositas

Viskositas adalah sifat daari suatu fluida, sebagai gesekan internal, yang menyebabkan fluida tersebut melawan untuk mengalir.

- Indeks Viskositas

Indeks viskositas adalah suatu ukuran perubahan viskositas dari minyak terhadap suhu dibandingkan dengan dua macam minyak referensi yang mempunyai viskositas yang sama pada suhu tertentu.

- *Pour Point*

Pour point atau suhu tuang, atau titik tuang ialah suhu terendah dimana minyak dapat mengalir.

- *Flash Point*

Flash point atau titik nyala adalah suhu dimana minyak harus dipanaskan didalam alat percobaan, sehingga timbul uap yang dapat menyala sebentar bila suatu nyala api kecil bila didekatkan pada uap tadi. Titik nyala minyak pelumas yang digunakan pada motor berkisar antara 175° C sampai 260° C tergantung pada penggunaan motor dan jenis minyak pelumasnya.

- Residu Karbon

Residu Karbon ialah berat sisa dari minyak pelumas yang telah terbakar.

- *Acidity* atau *Neutralization Number*

Acidity atau keasaman dinyatakan sebagai jumlah dalam milligram dari *potassium hydroxide*, yang diperlukan untuk menetralkan suatu gram minyak.

- Warna

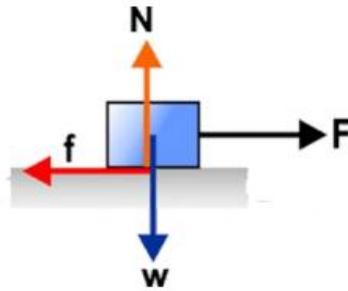
Warna minyak pelumas berguna hanya untuk tujuan identifikasi, dan bukan menunjukkan kualitas suatu minyak. Klasifikasi API (MM, ML, DG, DM, DS) digunakan untuk klasifikasi servis minyak pelumas. Hal ini kurang jelas dan perincian kondisinya untuk kemampuan pelumasan tidak selalu berhubungan dengan situasi sebenarnya.

Untuk hal ini, tiga organisasi di Amerika Serikat yakni : SAE (*Society of Automotive Engineers*), API (*American Petroleum Institute*), ASTM (*American Society for Testing Materials*), bergabung untuk mengembangkan sistem klasifikasi yang baru, yang telah diresmikan pemakaiannya sejak juli 1970. Klasifikasi yang dulu, dibagi menjadi golongan motor bensin dan motor diesel dan diklasifikasikan sebagai SA, SD. (Mucthar Ginting et al, 2018).

2.2.2. Pengujian Pelumas

A. Koefisien Gesek

Gaya gesek atau koefisien gesek adalah gaya yang terjadi ketika dua permukaan benda saling bersentuhan atau bersinggungan. Gaya gesek disimbolkan dengan huruf *f* (*friction*). Jika pada sebuah benda bekerja gaya tertentu sehingga benda bergerak, maka arah gaya gesek selalu berlawanan dengan arah gerak benda. Gaya gesekan yang timbul pada benda yang diam disebut gaya gesekan statis (*f*). sebagai contoh, mekanisme gambar ini bisa menjelaskan gaya gesek statis.



Gambar 2.2. Gaya Pada Balok

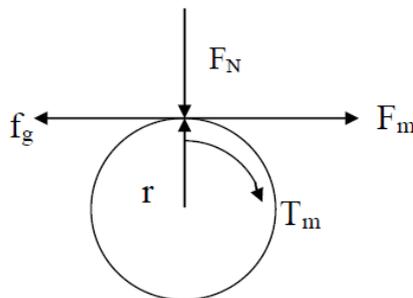
Pada gambar sebuah balok yang memiliki berat W terletak diatas bidang datar kasar dan ditarik oleh gaya sebesar F . gaya reaksi bidang terhadap balok sebesar N dengan arah vertikal keatas tegak lurus bidang sentuh. Gesekan antara balok dan bidang sentuh menyebabkan balok belum dapat bergerak. Gaya gesekan yang mempertahankan balok tetap diam disebut gaya gesekan statis. Jika gaya F mendatar pada balok diperbesar maka pada gaya yang sama gaya gesek statis pada lantai juga ikut naik. Ini terus berlangsung sampai balok dalam keadaan tepat akan bergerak. Besar gaya gesek statis f berbanding lurus dengan gaya normal (N). (Mucthar Ginting et al, 2018).

$$f = \mu \cdot N \quad (2.1)$$

Dimana :

- f = Gaya gesek(N)
- μ = Koefisien gesek
- N = Gaya normal(N)

Menentukan besarnya nilai koefisien gesek dapat ditentukan dari mekanisme berikut:



Gambar 2.3. Gaya yang Terjadi pada Poros

Dari gambar tersebut kita dapat mengetahui bahwa arah gaya benda akan selalu berlawanan arah dengan gaya gesek.

$$F_m = \frac{T_m}{r} \quad (2.2)$$

Dimana :

- F_m = Gaya motor(N)
- T_m = Torsi motor(Nm)
- r = Jari-jari benda(m)

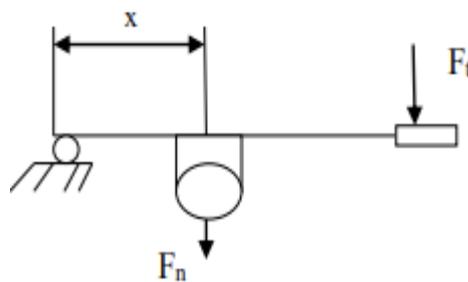
Selain itu, gaya gesek yang terjadi di benda dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$F_g = \mu \cdot F_n \quad (2.3)$$

Dimana :

- F_g = Gaya gesek(N)
- μ = Koefisien gesek
- F_n = Gaya normal(N)

Selanjutnya, untuk mencari nilai dari F_n (gaya normal) didapat dari momen yang terjadi pada kunci, yaitu :



Gambar 2.4. Freebody Momen Pada Kunci

Dari diagram pada gambar 2.4, diketahui bahwa x (panjang lengan) dapat mempengaruhi besar F_t (gaya tekan tangan).Maka dapat di buat persamaan seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 M &= F_t \cdot x \\
 &= F_n \cdot x \\
 F_n &= \frac{M}{x}
 \end{aligned}
 \tag{2.4}$$

Dimana :

- M = Momen pada kunci (Nm)
- x = jarak (m)
- F_t = Gaya tekan tangan (kg)

Untuk menentukan nilai koefisien gesek harus mengetahui nilai dari gaya motor dan gaya normal. Gaya motor dapat ditentukan dengan menggunakan rumus torsi pada motor, yaitu :

$$\begin{aligned}
 T \text{ (Nm)} &= 9,55 \frac{p}{n} \\
 F_m \text{ (N)} &= 9,55 \frac{p}{n \cdot r}
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

Dimana :

- P = Daya motor (watt)
- N = putaran motor (rpm)

Gaya gesek yang terjadi di benda sama dengan gaya yang terjadi pada motor $F_m = f_g$, maka :

$$\mu = \frac{F_m}{F_n}
 \tag{2.6}$$

Dimana :

- μ = Koefisien gesek
- F_m = Gaya motor(N)
- F_n = Gaya normal(N)

B. Mengukur *Load-Carring Capacity* Pelumas

Load-Carring Capacity adalah seberapa besar ketahanan oli meredam tekanan dengan berada diantara 2 bagian yg bersinggungan hingga akhirnya tidak mampu bertahan diantaranya. Nilai dari *Load-Carring Capacity* dapat dicari menggunakan Timken *Load Calculation*. (sumber: Royal Purple Syntetic oil analysis report).

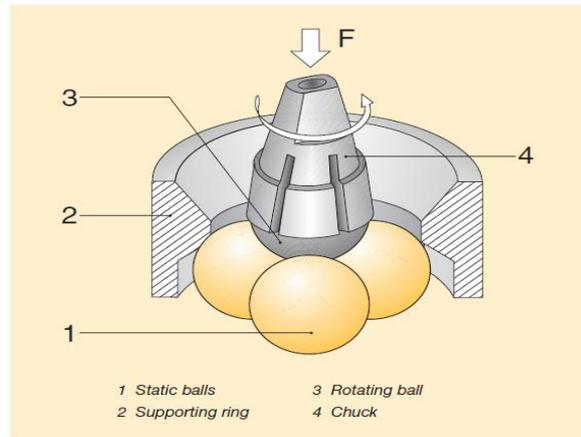
Timken *Load Calculation* :

$$x(\text{psi}) = \frac{[\text{Load applied}(lb) + 1].32858}{\text{length of wear mark}(mm).\text{width of wear mark}(mm)} \quad (2.7)$$

2.2.3. Metode Pengujian Pelumas

Berikut ini merupakan beberapa metode yg umum diterapkan untuk menguji pelumas :

1. *Shell four-ball wear tester*

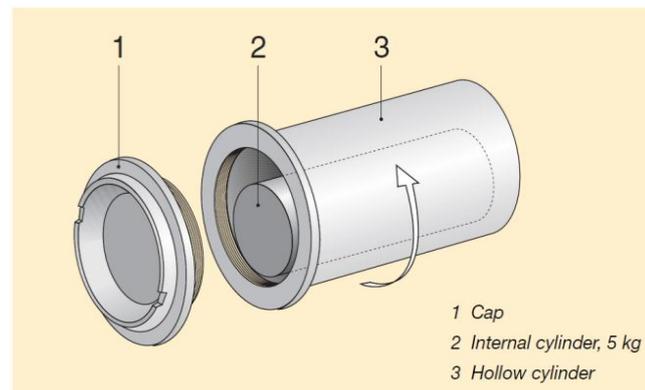


Gambar 2.5. *Shell Four-Ball Wear Tester*

Pengujian ini mengukur kemampuan pelumas untuk mencegah kontak logam dengan logam. Semakin tinggi kemampuan pengangkutan beban, semakin banyak perlindungan yang akan di dapatkan dari pelumas. Pengukuran diameter bekas keausan menjadi penentuan rata-rata diameter luka aus pada arah geser dan tegak lurus terhadap arah geser. Berikut merupakan standar kondisi uji *shell four-ball wear* :

- Durasi : 60 detik untuk beban pengelasan *
- Kecepatan : 1450 rpm (DIN), 1200 rpm (ASTM)
- Beban : 57 tahap pemuatan dari 150 N hingga 12.000 N

2. Roll Stability Tester

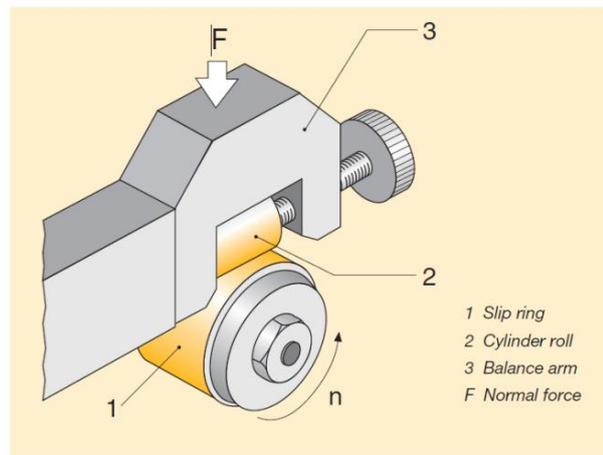


Gambar 2.6. Roll Stability Tester

Tujuan dari pengujian ini adalah menentukan stabilitas mekanis pelumas, pemisahan pelumas (*oil separation*) dan menentukan perubahan pada konsistensi pelumas. Spesimen uji berbentuk silinder berongga dengan tutup sekrup dan silinder berputar di bagian dalamnya. Berikut merupakan standar kondisi uji *roll stability* :

Durasi	: 2 jam, 50 jam, 100 jam
Kuantitas pelumas	: 55 cm ³ atau 50 g untuk Pelumas dengan kepadatan 0,9 g / cm ³
Kecepatan putar	: 165 rpm
Temperatur	: suhu ruang hingga 70 ° C, 100 ° C, 130 ° C, 150 ° C

3. Reichert fretting wear tester



Gambar 2.7. Reichert Fretting Wear Tester

Tujuan dari metode pengujian ini adalah menentukan kapasitas pembebanan yang dapat diterima pelumas. Alat uji ini dapat digunakan untuk mengevaluasi efisiensi dari zat tambahan (*additive*) didalam pelumas dengan mempertimbangkan koefisien gesek dan dimensi keausan permukaan. Berikut merupakan standar kondisi uji *Reichert fretting*. (Klüber Lubrication München SE & Co. KG. Lubrication-Testing EN):

<i>Load</i>	: 300 N, <i>constant</i>
<i>Rotational speed</i>	: 980 rpm, <i>constant</i>
<i>Sliding speed</i>	: 1.8 ms ⁻¹
<i>Friction distance</i>	: 100 m <i>per test run</i>

2.2.4 Metode Pemilihan Konsep

Pada perancangan konsep produk, dicari sebanyak mungkin (alternatif) konsep dari sebuah produk, yang mana semua konsep tersebut memenuhi spesifikasi teknis produk. Pada evaluasi produk, dipilih satu atau beberapa konsep produk yang terbaik untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi produk yang didasari oleh kriteria pemilihan berdasarkan spesifikasi teknis produk.

Desain metode pemilihan konsep desain instrumen ini menggunakan konsep *Weight Decision Matrix*, seperti dijelaskan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Pemilihan konsep (Fil Sulustri, 2015).

No	Desain	Jenis Desain <i>Oil Friction Tester</i>					
		Konsep A			Konsep B		
		Skor	<i>Weight</i>	Nilai	Skor	<i>Weight</i>	Nilai
1	Perancangan struktur utama		0.35			0.35	
2	Waktu perancangan		0.25			0.25	
3	Proses perakitan		0.15			0.15	
4	Biaya pembuatan		0.25			0.25	
5	Jumlah						

Keterangan skor :

- Angka 3 artinya adalah tidak baik.
- Angka 5 artinya adalah cukup.
- Angka 7 artinya adalah baik.
- Angka 9 artinya adalah sangat baik.

Keterangan *weight* :

- Perancangan rangka mesin 0.25 artinya adalah 25 %.
- Waktu perancangan 0.2 artinya adalah 20 %.
- Proses perakitan 0.2 artinya 20 %.
- Ergonomis produk 0.35 artinya adalah 35 %.
- Jadi total keseluruhan desain adalah 100 %.

Untuk menentukan nilai tertinggi dari tabel 3.2 pemilihan konsep desain didapat dari hasil skor di kali hasil persentase dari jenis-jenis desain. Contohnya, pada desain konsep X, skor untuk perancangan struktur utama sebesar 7 maka untuk mendapatkan hasil nilainya adalah :

$$7 \times 35\% = 7 \times \frac{35}{100} = 2.45 \quad (2.8)$$

Dengan demikian, maka nilai pada perancangan konstruksi adalah 2,45 begitu pula seterusnya.

2.2.5. Teori Dasar Perancangan

a. Menghitung Torsi

Torsi adalah gaya yang bekerja pada jarak radian sebuah lingkaran. Nilai dari torsi dapat ditentukan berdasarkan persamaan seperti berikut :

$$T = F \cdot r \quad (2.9)$$

Dimana : F = gaya (N)

r = jari - jari sebuah lingkaran (mm)

b. Menghitung daya yang dibutuhkan

Daya dapat ditentukan melalui persamaan torsi yang terjadi pada sebuah poros dimana :

$$T = \frac{9,74 \times 10^5 \cdot P}{n} \quad (2.10)$$

Dari persamaan tersebut daya dapat di cari dengan persamaan seperti berikut:

$$P = \frac{T \cdot n}{9,74 \times 10^5} \quad (2.11)$$

Dimana : T = torsi pada poros (Kg.mm)

P = daya (Kw)

n = putaran (RPM)

Jika nilai P sama dengan daya nominal *output* dari motor penggerak, maka faktor keamanan poros dapat diambil dari perencanaan daya. Jika faktor koreksi fc (Tabel 2.2) maka daya rencana Pd adalah :

$$Pd = fc \cdot P \quad (2.12)$$

Dimana : Pd = daya rencana

Fc = faktor koreksi

P = daya yang dibutuhkan

Tabel 2.2. Faktor-faktor daya yang akan di transmisikan, fc .

Daya yang akan ditransmisikan	Fc
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 - 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 - 1,2
Daya normal	1,0 - 1,5

Sumber : Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin Sularso & kyokatsu suga lit. hal 7.

c. Menentukan perbandingan diameter puli

Perbandingan atau yang biasa disebut sebagai rasio diameter antara puli penggerak (*drive pulley*) dan puli penerus (*driven pulley*) dapat ditentukan dengan membagi nilai putaran yang ada dengan nilai putaran yang diinginkan

$$Ratio\ n = \frac{RPM\ Initial}{Desire\ RPM} \quad (2.13)$$

Dimana : $RPM\ Initial$ = Putaran pada sumber daya

$Desire\ RPM$ = Putaran yang diinginkan pada poros

d. Menentukan bahan poros

Bahan poros dapat ditentukan berdasarkan table standar bahan poros dengan mengacu pada kebutuhan rancangan seperti kekuatan tarik (kg/mm^2), perlakuan panas, dan besar tegangan geser yang terjadi pada rancangan.

Tabel 2.3. Standar bahan poros.

Standard dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Keterangan
<i>Baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4501)</i>	<i>S30C</i>	<i>Penormalan</i>	48	
	<i>S35C</i>	“	52	
	<i>S40C</i>	“	55	
	<i>S45C</i>	“	58	
	<i>S50C</i>	“	62	
	<i>S55C</i>	“	66	
<i>Batang baja yang difinis dingin</i>	<i>S35C-D</i>	-	53	
	<i>S45C-D</i>	-	60	
	<i>S55C-D</i>	-	72	

Sumber : Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin Sularso & kyokatsu suga lit. hal 3.

e. Menghitung tegangan geser pada poros

Tegangan geser yang diizinkan (τ_a) didapat dengan membagi kekuatan tarik bahan σ_B (kg/mm²) dengan hasil perkalian antara faktor keamanan akibat pengaruh massa bahan S-C atau baja karbon sesuai standar ASME ($sf1$) dan faktor keamanan akibat pengaruh bentuk poros seperti tangga dan pasak dengan nilai berada diantara 1,3 – 0,3 ($sf2$) sehingga :

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{sf1 \cdot sf2} \quad (2.14)$$

f. Menentukan diameter poros yang dibutuhkan

Diameter sebuah poros dapat ditentukan berdasarkan table diameter poros melalui persamaan seperti berikut :

$$Ds = \left[\frac{5,1}{\tau_a} Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{1/3} \quad (2.15)$$

Dimana : Kt = keadaan momen puntir bila terjadi kejutan atau tumbukan besar dan kasar yang nilainya berada diantara 1,0 – 3,0.
 Cb = faktor keamanan terhadap beban lentur yang nilainya berada diantara 1,2 – 2,3.

Tabel 2.4. Diameter poros

4	10	*22,4	40	100	*224	400
		24		(105)	240	
	11	25	42	110	250	420
					260	440
4,5	*11,2	28	45	*112	280	450
	12	30		120	300	460
		31,5	48		*315	480

Sumber : Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin Sularso & kyokatsu suga lit. hal 9.

g. Menghitung kesetimbangan pada sistem pesawat angkat (*lever arm*)

Pada sistem pesawat angkat (*lever arm*), momen dapat diatur dengan jarak sehingga :

$$\text{Momen} = F \cdot \text{Distance}$$

Dimana : F = Gaya yang di terapkan

Distance = jarak dari pusat gaya ke tumpuan

Jika nilai dari jarak (*distance*) telah ditentukan, maka untuk mencari nilai gaya digunakanlah persamaan seperti berikut :

$$(p_1 \cdot l_1) = (p_2 \cdot l_2) \quad (2.16)$$

Sehingga :

$$p_1 = \frac{p_2 \cdot l_2}{l_1} \quad (2.17)$$

Dimana : p_1 = besar gaya yang dicari

P_2 = besar gaya yang diterapkan pada ujung lengan

l_1 = jarak antara gaya yang diterapkan ke pusat tumpuan

l_2 = jarak antara gaya yang dicari ke pusat tumpuan

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

Adapun tempat dilaksanakannya fabrikasi

Alat *oil friction tester* berkapasitas pembebanan 10 kgf adalah di Bengkel Fabrikasi Rejeki Baru, jalan Pukat II Gg Bulu Tangkis No.7 Medan. Pengujian dilaksanakan di *Speedshop* Vin's Motor jalan Pukat II No.53D Medan

3.1.2. Waktu

Pengerjaan studi rancang bangun ini dilaksanakan setelah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing, dan terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel. 3.1. Waktu pelaksanaan penelitiann

No	Kegiatan	Bulan								Keterangan	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Pengajuan judul	■									
2	Studi Literatur		■	■							
3	Perancangan Alat			■	■						
4	PembuatanAlat				■	■	■				
5	Pengujian <i>oil friction tester</i>						■	■	■		
6	Penyelesaian Skripsi							■	■		

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Mesin bubut

Mesin bubut berfungsi untuk melakukan pengurangan material terhadap poros yang belum sesuai dengan ukuran desain. Poros-poros yang di kerjakan dimesin bubut ini adalah poros roda gesek dengan panjang 350 mm dan diameter 25 mm.



Gambar 3.1. Mesin bubut

2. Mesin Las Listrik

Mesin las berfungsi untuk menyambung dua atau lebih bagian logam dengan cara dipanaska. Spesifikasi mesin las elektrik yang digunakan adalah mesin las elektrik 315 A, 3 Phase

Bagian yang di las pada *oil friction tester* ini diantaranya sebagai berikut :

- Pelat struktur utama (*box mounting*)
- Pipa logam sebagai tuas pembebanan
- Pelat besi sebagai penampung oli (*oil reservoir*),
- Pelat sebagai alas beban.
- *Nut adjuster* (sebagai pengatur ketinggian penyangga pada tuas pembebanan 2.



Gambar 3.2. Mesin las elektrik

3. Mesin Bor

Mesin bor berfungsi untuk membuat lubang pada bagian-bagian tertentu dengan ukuran yang spesifik. Berikut ini adalah komponen yang harus dilubangi :

- Pelat untuk struktur *box mounting* ,
- Pipa baja *seamless* untuk tuas ungkit
- Pelat *specimen holder*
- Pengunci puli
- Bilet *flywheel friction rotor*



Gambar 3.3. *Drill Bench*

4. *Handheld Grinder*

Handheld grinder atau yang sering disebut grinda konvensional berfungsi untuk memotong material dengan cara abrasi agar komponen sesuai dengan dimensi rancangan. Pada proyek ini *Handheld grinder* digunakan untuk memotong pipa baja *seamless* untuk tuas pembebanan.



Gambar 3.4. *Handheld Grinder*

5. Jangka Sorong (sigmat)

Sigmat digunakan untuk mengukur dimensi setiap komponen dari *oil friction tester* dan memastikan ukuran tersebut sesuai dengan ukuran pada rancangan. Tingkat ketelitian sigmat adalah 0,1 mm.



Gambar 3.5. Jangka Sorong(sigmat)

6. Hydraulic Press

Alat ini digunakan untuk menyatukan *flywhee* rotor friksi berbahan baja poros S45C dengan *outer bearing* berbahan *chromium stainless steel* dengan cara ditekan.



Gambar 3.6. Hydraulic Press

7. Tapping Tool

Alat ini berfungsi untuk membuat ulir pada bidang silinder. *Tapping tool* terdiri dari *tapping bit* dan gagang pemutar.



Gambar 3.7. Tapping Tool

3.2.2. Bahan

1. Pelat besi

Pelat besi digunakan untuk membuat struktur utama (*box mounting*) untuk menopang seluruh komponen *oil friction tester*. *box mounting* ini terdiri dari 3 lembar pelat besi persegi panjang dan 1 lembar pelat persegi. Pelat dipotong menggunakan *handheld grinder* dengan dimensi berikut:

Dimensi pelat sisi kanan, kiri dan atas :

- Panjang : 300mm
- Tinggi : 200 mm
- Tebal : 6 mm

Dimensi pelat sisi belakang :

- Panjang : 200 mm
- Tinggi : 200 mm
- Tebal : 6 mm



Gambar 3.8. Pelat besi

2. Pipa bajaseamless

Pipa baja *seamless* ini digunakan untuk membuat komponen tuas pembebanan. Bahan dari pipa ini adalah *mild steel* dengan dimensi :

- Diameter dalam : 19mm
- Diameter luar : 25mm



Gambar 3.9. Seamless Steel Pipe

3. Poros baja karbon S45C

Poros ini digunakan untuk menghubungkan *driven pully* pada roda gesek. Poros ini lah di rancang agar aman menerima gaya sebesar 100-250 Newton. Poros baja ini juga akan digunakan sebagai *flywheel* rotor gesek.



Gambar 3.10. Poros Rotor Friksi

4. *Bearing*(sebagai permukaan rotor friksi)

Bearing yang digunakan adalah *bearing* tipe radial produksi NTN code 63205 dengan dimensi diameter luar: 52 mm, diameter dalam : 24 mm, 85 mm dan lebar : 20,5 mm. Hanya bagian cincin luar dengan material *chromium stainless steel* yang digunakan sebagai permukaan roda gesek sehingga dimensi cincin luar adalah : diameter luar 52 mm, diameter dalam 46 mm, dengan lebar 20,5 mm.



Gambar 3.11. *Bearing*

5. Motor Elektrik 1 *phase*

Motor elektrik berfungsi sebagai penggerak poros roda gesek. Motor ini akan disambung dengan drive pully. Motor elektrik 1 pass ini memiliki daya $\frac{1}{4}$ HP, membutuhkan daya sebesar 200 Watt, arus 2,7 Ampere, Tegangan 220 AC Volt dan dapat berputar 1430 RPM.



Gambar 3.12. Motor Elektrik

6. *Bearing housing* (rumah bantalan)

Rumah bantalan berfungsi untuk mendudukan poros roda gesek pada *box mouting* agar poros dapat berputar secara halus dan sumbu/*center*.



Gambar 3.13. Rumah Bantalan

7. *Pulley* (puli)

Sistem puli berfungsi untuk meneruskan putaran dari *drive pulley* ke *driven pulley* melalui sambungan sabuk(*belt*). Puli terbuat dari bahan aluminium pejal yang di bubut sesuai desain perbandingan putaran.



Gambar 3.14. *Custom Pullies*

8. *V-Belt* (sabuk V)

Sabuk ini berfungsi sebagai penghubung antara *drive pulley* dan *driven pulley*. Material dari sabuk adalah Kevlar komposit.



Gambar 3.15. Sabuk

9. *mild steel rod*

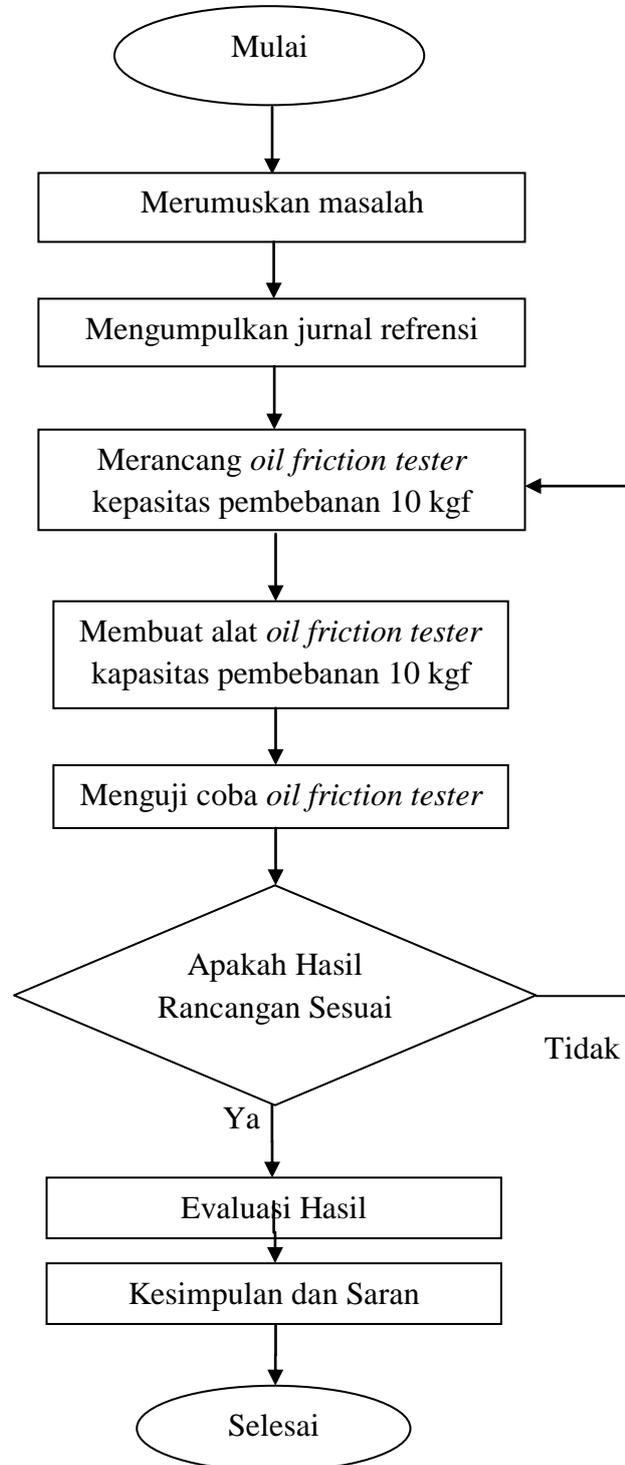
mild steel rod akan digunakan untuk membuat spesimen uji berdiameter 12 mm dengan panjang 20 mm. Spesimen akan di potong menggunakan *handheld grinder* hingga ukuran sesuai rancangan.



Gambar 3.16. *Mild steel rod*

3.3. Diagram Alir

Rancang bangun alat uji ini didasarkan kepada diagram alir penelitian seperti berikut :



Gambar 3.17. Diagram alir

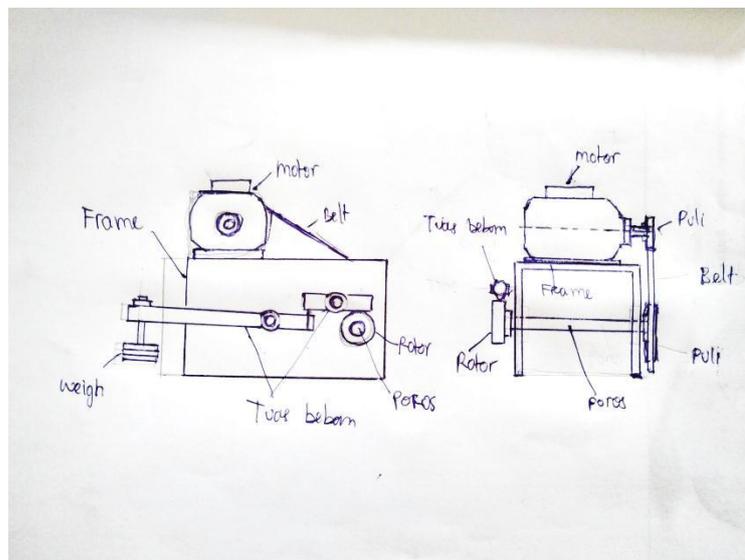
3.4. Prosedur Penelitian

- Mentukan konsep rancangan
- Menghitung gaya yang terjadi pada komponen utama
- Menggambar komponen alat sesuai hasil perhitungan konsep rancangan.
- Membangun alat uji berdasarkan gambar rancangan yang telah dibuat.
- Menguji *oil friction tester* kapasitas pembebanan 10 kgf.
- Mengevaluasi hasil pengujian.

3.5. Metode Perancangan Konsep

Konsep rancangan ini dibuat berdasarkan kebutuhan atau jenis mesin yang akan dirancang. Konsep A & konsep B. dari dua jenis alat uji *oil friction tester* yang berbeda tetapi memiliki fungsi yang sama yaitu dapat menguji performa tertentu dari produk pelumas.

- Konsep A

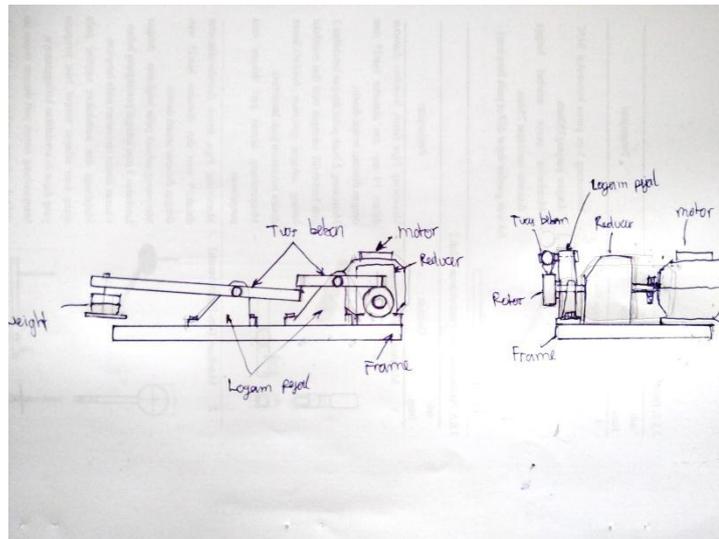


Gambar 3.18. *Oil Friction Tester* Konsep A

Pada konsep ini poros roda gesek berada didalam struktur utama yang berbentuk *box* (balok) dimana kedua sisi dari *Box* tersebut terletak 2 buah *bearing housing* yang duduk secara vertikal sebagai penopang poros. *Box mounting* terbuat dari 3 buah besi pelat yang disambung dengan cara pengelasan sehingga membentuk kotak persegi panjang tanpa alas. Motor penggerak akan diposisikan

pada bagian atas *box mounting* dan dihubungkan ke poros rotor friksi menggunakan sistem puli dan sabuk. Sistem tuas pembebanan berada pada salah satu sisi *box mounting* dimana 2 tumpuan (*pivot*) tuas dibuat dari baut baja yang mengikat *bushing* dengan ukuran yang tepat pada lubang *bushing* pada tuas pembebanan. Tuas pembebanan dibuat dari pipa tubular baja *seamless*.

- Konsep B



Gambar 3.19. *Oil Friction Tester* Konsep B

Struktur utama alat dibuat dari sebuah pelat besi, dimana pelat datar tersebut akan menopang satu buah motor penggerak elektrik dan *reducer gearbox*, 2 *bearing housing* yang didudukkan secara horizontal, dan sebuah logam pejal yang akan menjadi dudukan sistem pivot tuas pembebanan. Sistem tuas pembebanan memiliki bentuk yang sama dengan konsep A, yakni pipa baja *seamless*.

3.6. Perancangan Bentuk

Dari konsep yang telah dipilih, akan dirancang setiap komponen utama. Pengukuran dan perhitungan akan dilakukan untuk mencari tahu gaya (*force*) yang terjadi pada tiap komponen utama. diantaranya seperti menentukan daya motor, menghitung gaya yang bekerja pada poros, rotor gesek, sistem transmisi dan rasio tuas pembebanan.

3.7. Prosedur Pembuatan *Oil Friction Tester*

3.8.1. Pembuatan *Box Mounting* (struktur utama)

- Memotong pelat besi 6mm dengan panjang 300 mm dan lebar 200 mm sebanyak 3 buah dengan menggunakan *handheld grinder*.
- Memotong pelat besi 6 mm dengan panjang dan lebar 200 mm dengan menggunakan *handheld grinder*.
- Melubangi 2 pelat (dinding) dengan dimensi panjang 300 mm dan lebar 200 mm dengan posisi yang identik, yakni 4 lubang dudukan bantalan dan sebuah lubang poros pada sisi kanan dan kiri dengan diameter 28 mm.
- Membuat 2 lubang pada pelat sisi kanan sebagai posisi pivot dengan diameter 8 mm dan 2 lubang untuk dudukan oil reservoir sebesar 6 mm.
- Membuat ulir pada 2 lubang berdiameter 8 mm tersebut dengan *tapping tool*
- Membuat 4 lubang pada Pelat (atas) yang terakhir sebagai posisi dudukan motor penggerak (ukuran dapat dilihat pada lampiran).
- Membersihkan seluruh *burr* pada ujung pelat yang telah dipotong. (ukuran dapat dilihat pada lampiran).
- Hubungkan keempat pelat sehingga memebentuk blok tanpa alas menggunakan mesin las elektrik 315 A, 3 *Phase*.
- Melakukan *trimming* menggunakan *handheld grinder* pada tiap sisi yang telah dilas agar permukaan terlihat mulus.

3.8.2. Pembuatan Poros Rotor Gesek

- Memotong baja poros konstruksi S45C dengan panjang 350mm.
- Membubut poros tersebut hingga diameter mencapai 25mm. (ukuran dapat dilihat pada lampiran)

3.8.3. Pembuatan Tuas Pembebanan 1 dan 2

- Memotong Pipa ferros *Seamless* diameter dalam 19 mm dan diameter luar 25 mm dengan dimensi sesuai desain.
- Memotong 2 buah pelat dengan ketebalan 3 mm berbentuk setengah oval dan membuat lubang sebagai *specimen holder* (Ukuran rancangan dapat dilihat pada lampiran).
- Menyambung semua part dengan cara pengelasan.

- Memotong Pipa ferros *Seamless* diameter dalam 19 mm dan diameter luar 25 mm dengan dimensi sesuai rancangan. (Ukuran dapat dilihat pada lampiran).
- Memotong sebuah pelat lingkaran dengan ketebalan 3 mm sebagai penampung beban. (Ukuran rancangan dapat dilihat pada lampiran).
- Melubangi dan melakukan *tapping* pada ujung tuas sebagai tempat baut tumpuan yang dapat di kendalikan ketinggiannya.
- Menyambung semua part dengan mesin las elektrik. (Ukuran gambar dapat dilihat pada lampiran).

3.8.4. Pembuatan *Bushing* Tumpuan Logam

- Memotong 2 buah poros berbahan Teflon sepanjang 28 mm.
- Membubut lubang senter sebesar 20 mm.
- Membubut benda hingga diameter mencapai 34 mm.
- Melakukan pemakanan sedalam 7 mm sepanjang 21 mm.

3.8.4. Pembuatan *Bushing* Tumpuan Teflon

- Memotong 2 buah poros berbahan besi sepanjang 33 mm.
- Membubut lubang senter berdiameter 10 mm.
- Membubut benda hingga diameter 25 mm.
- Melakukan pemakanan sedalam 5 mm sepanjang 30 mm.

3.8.5. Pembuatan Rotor Gesek

- Memotong baja poros S45C dengan sepanjang 34 mm.
- Membubut lubang senter berdiameter 25 mm sebagai lubang poros.
- Membubut benda hingga diameter 46 mm.
- Melakukan pemakanan sedalam 11 mm sepanjang 13 mm.
- Membuat ulir pengunci pada bagian poros yang berdiameter 35 mm.
- Melepas bagian ring luar *bearing* NTN dengan cara merusak dan menekan bagian dalam *bearing* menggunakan *hydraulic press*.
- Menggabungkan antara *flywheel* roda gesek dengan ring luar *bearing* menggunakan alat *Hydraulic press*.

3.8.6. Pembuatan *Oil Reservoir*

- Memotong pelat setebal 3 mm dengan bentuk dan ukuran sesuai gambar (terdapat pada lampiran) menggunakan las karbit lingkaran.
- Melakukan *trimming* pada ujung benda menggunakan *handheld grinder*.
- Potong pelat besi dengan ketebalan 3 mm.
- Melakukan *rounding* pada mesin *roller* sehingga pelat membentuk lingkaran berdiameter 100mm .
- Potong pelat membentuk setengah lingkaran.
- Melakukan *trimming* menggunakan *handheld grinder* pada sisa pemotongan.
- Memotong pelat setebal 3 mm berbentuk setengah lingkaran dengan jari-jari 50 mm menggunakan las karbit.
- Melakukan *trimming* pada ujung benda menggunakan *handheld grinder*.
- Mengelas ketiga pelat sehingga bentuk sesuai dengan gambar menggunakan mesin las elektrik
- Melakukan *trimming* pada bagian ujung unntuk membersihkan sisa pengelasan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pemilihan Konsep

Desain metode pemilihan konsep desain instrumen ini menggunakan konsep *Weight Decision Matrix*, seperti dijelaskan pada tinjauan pustaka :

Tabel 4.1. Pemilihan konsep (Fil Sulustri, 2015).

No	Desain	Jenis Desain <i>Oil Friction Tester</i>					
		Konsep A			Konsep B		
		Skor	<i>Weight</i>	Nilai	Skor	<i>Weight</i>	Nilai
1	Perancangan struktur utama	7	0.35	2.45	5	0.35	1.75
2	Waktu perancangan	7	0.25	1.75	5	0.25	1.25
3	Proses perakitan	5	0.15	0.75	5	0.15	0.75
4	Biaya pembuatan	7	0.25	1.75	3	0.25	0.75
5	Jumlah			6.7			4.5

Dari penilaian pada tabel 4.1 pemilihan konsep desain dipilih nilai tertinggi yaitu konsep A untuk tugas sarjana ini. Karena, dihitung secara teoritis, jumlah nilai konsep A lebih banyak dibandingkan jumlah nilai konsep B.

4.2. Hasil Perhitungan Rancangan

4.2.1. Perancangan poros dan daya

Oil friction tester ini akan dirancang untuk menerima beban sebesar 10 kgf pada bidang rotor dengan diameter 52 mm. Rotor tersebut dirancang untuk berputar 600 RPM dimana putaran harus tetap konstan saat beban diterapkan, sehingga nilai torsi pada rotor harus lebih besar dari gaya gesek. .

- Menghitung torsi yang dibutuhkan sistem

Dengan data yang telah di perlihatkan, dapat dihitung nilai torsi yang dibutuhkan oleh sistem, sehingga torsi yang terjadi pada rotor friksi adalah :

$$\begin{aligned}
 T &= F \cdot r \\
 &= (10 \text{ kgf}) \cdot (52 \text{ mm}/2) \\
 &= 260 \text{ kg} \cdot \text{mm}
 \end{aligned}$$

- Menentukan daya motor

Daya motor penggerak dapat ditentukan melalui persamaan (2.11), dimana nilai torsi yang dibutuhkan dan putaran sudah ditetapkan. sehingga :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{260 \text{ kg} \cdot \text{mm} \cdot 600 \text{ RPM}}{9,74 \times 10^5} \\
 &= 0,1601 \text{ Kw} \\
 &= 0,21 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, dapat diketahui bahwa daya motor minimum yang dapat digunakan adalah 0,21 HP, sehingga motor penggerak ditetapkan dengan daya 0,25 HP dengan alasan motor penggerak 0,25 HP mudah di temukan di pasar.

- Menentukan perbandingan diameter *pulley*

Berdasarkan pemilihan motor penggerak, maka putaran dari motor dapat diketahui. Motor penggerak direncanakan memiliki daya 0,25 HP memiliki putaran sebesar 1400 RPM. putaran poros pada rancangan adalah 600 RPM, maka perbandingan putaran dapat dihitung menggunakan persamaan (2.13).

$$\begin{aligned}
 \text{Ratio } n &= \frac{1400 \text{ RPM}}{600 \text{ RPM}} \\
 &= 2,3
 \end{aligned}$$

Drive pulley direncanakan memiliki diameter 3 inch, maka untuk mencari diameter *driven pulley* adalah :

Diameter *Driven* = Diameter *Drive* . Rasio putaran

$$= 3 \text{ inch} \cdot 2,3$$

$$= 6,9 \text{ inch}$$

Jika *P* sama dengan daya nominal *output* dari motor penggerak, maka faktor keamanan poros dapat diambil dari perencanaan. Jika faktor koreksi *fc* (table 2.3) maka daya rencana *Pd* adalah :

Faktor koreksi (*fc*) daya maksimum yang diperlukan 0,8 – 1,2. Maka *fc* yang diambil adalah 1,2. Sehingga :

$$Pd = 1,2 \cdot 0,1601 \text{ Kw}$$

$$= 0,19212 \text{ Kw}$$

- Momen puntir pada poros

Jika momen puntir (torsi) adalah *T* (kg.mm). Maka torsi untuk daya maksimum adalah :

$$T = \frac{9,74 \times 10^5 \cdot 0,19212 \text{ Kw}}{600 \text{ RPM}}$$

$$= 311,87 \text{ kg.mm}$$

- Tegangan Geser

Bahan yang digunakan adalah baja konstruksi mesin JIS G 4501 kode S45C dengan kekuatan tarik bahan sebesar 58 kg/mm², nilai *sf1* yang diambil adalah 6,0, dan nilai *sf2* diambil adalah 3,0 sehingga :

$$\tau_a = \frac{58 \text{ kg/mm}}{6,0 \cdot 3,0}$$

$$= 3,2 \text{ kg/mm}^2$$

- Pertimbangan diameter poros

$$Ds = \left[\frac{5,1}{3,2} 3,0 \cdot 1,2 \cdot 311,87 \text{ kg.mm} \right]^{1/3}$$

$$= 12,14 \text{ mm}$$

Maka, 12,14 mm adalah diameter minimum yang diizinkan dalam perencanaan ini. Diameter poros harus dipilih dari tabel 2.4 Diameter poros, yang ukurannya dipilih lebih besar dari diameter poros minimum.

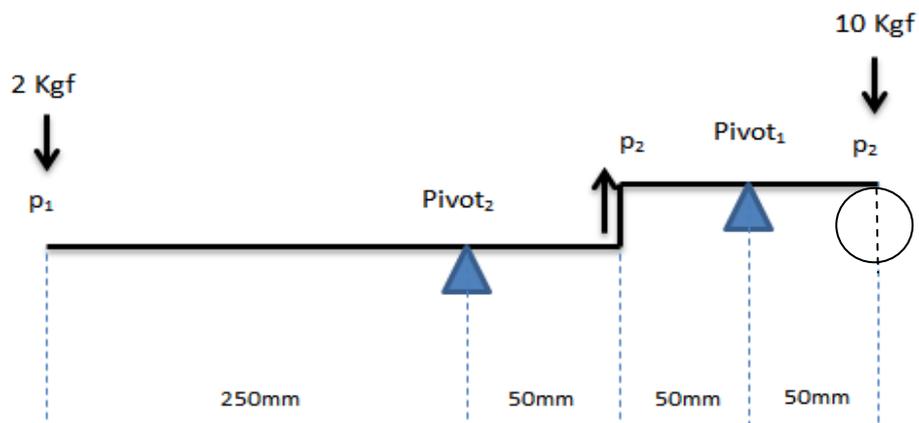
Dari table 2.4.Diameter Poros, dipilih 25 mm sebagai diameter dengan bentuk tidak beralur maupun berpasak. Maka tegangan geser τ yang terjadi pada poros adalah :

$$\tau = \frac{5,1 \cdot 311,87}{25^3}$$

$$= 0,1018 \text{ kg/mm}^2$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka ukuran poros dinyatakan aman untuk digunakan karena tegangan geser τ yang terjadi nilainya lebih kecil dari tegangan geser yang diizinkan τ_a dimana $0,101 \text{ kg/mm}^2(\tau) < 3,2 \text{ kg/mm}^2(\tau_a)$.

4.2.2. Perhitungan kesetimbangan pada sistem tuas Pembebanan



Gambar 4.1. Diagram kesetimbangan tuas pembebanan

- Keseimbangan tuas

Pada gambar 4.1, dapat dilihat bahwa input beban berada pada p_1 , tumpuan 2 ($Pivot_2$) menopang tuas ungkit dimana jarak $l_1 = 250$ mm, dan $l_2 = 50$ mm. Pada tumpuan 1 ($Pivot_1$), tuas yang ditopang seimbang dengan l_3 dan l_4 memiliki jarak 50 mm sehingga perhitungan keseimbangan pada $pivot_1$ diabaikan.

Beban yang direncanakan pada p_2 adalah 10 Kg. Untuk menghasilkan berat beban 10 Kg, maka perbandingan jarak pada tuas tumpuan 2 ($Pivot_2$) ditetapkan. l_1 adalah jarak antar p_1 ke $pivot_2 = 250$ mm dan l_2 adalah jarak antar p_2 ke $pivot_2 = 50$ mm, sehingga tekanan pada p_1 :

$$p_1 = \frac{10 \text{ kg} \cdot 50 \text{ mm}}{250 \text{ mm}}$$

$$= 2 \text{ kg}$$

Sehingga, untuk menghasilkan beban 10 kg pada p_2 , dibutuhkan beban pemberat sebesar 2 kg pada p_1 .

- Momen yang terjadi pada sistem tuas

Torsi/Momen gaya adalah hasil perkalian antara gaya (N) dengan panjang lengan (m). Pada perancangan ini, $l_1 = 0,25$ m dengan $P_1 = 2$ kg (19,62 N), sehingga :

$$T = 0,25 \text{ m} \cdot 19,62 \text{ N}$$

$$= 4,9 \text{ Nm}$$

Panjang l_1 (0,25 m) adalah 5 kali lipat dari panjang l_2 (0,05 m) sehingga torsi T yang terjadi pada panjang total l_{total} $pivot_2$ adalah :

$$T \text{ pada } l_{total} V_2 = 5 \cdot 4,9 \text{ Nm}$$

$$= 24,5 \text{ Nm}$$

4.2.3. Menentukan durasi pengujian

Untuk menentukan durasi pengujian, data referensi diambil dari Standar pengujian *Klüber test conditions VKIS work sheet* pada model pengujian *Reichert fretting wear tester*. Pada standar uji ini, durasi pengujian dinyatakan dalam jarak tempuh rotor (100 meter dalam satu kali pengujian). Karena beban konstan yang diterapkan hanya 33% dari nilai standar (300 N menjadi 100 N), maka nilai standar durasi pengujian yang diterapkan juga hanya 33% dari standar yang sebenarnya. (Standar diambil dari *Klüber Lubrication München SE & Co. KG. Lubrication-Testing EN*)

Berikut ini adalah tahapan cara untuk menentukan durasi pengujian *Oil friction tester* kapasitas pembebanan 10 Kgf :

- Menentukan diameter rotor friksi

$$\text{Diameter permukaan rotor} = 52 \text{ mm} = 0.052 \text{ m}$$

- Menghitung jarak tempuh rotor per rotasi penuh

$$\begin{aligned} \text{Distance / Rotation} &= \pi \cdot \text{Diameter} \\ &= (3.14) \cdot (0.052) \end{aligned}$$

$$\text{Distance / Rotation} = 0.16338 \text{ m} = 16.3 \text{ cm}$$

- Menghitung jarak tempuh per menit

$$\begin{aligned} \text{Distance / Minute} &= \text{Distance / Rotation} \cdot \text{RPM rotor} \\ &= 0.16338 \text{ m} \cdot 603 \text{ rpm} \end{aligned}$$

$$\text{Distance / Minute} = 98.5 \text{ meter}$$

Jarak tempuh per menit tersebut akan dibagi dengan 33% karena alat uji mengalami penurunan skala pembebanan sebanyak 1/3 (dari 300 N menjadi 100 N) dari standar *Klüber test condition VKIS work sheet*, maka :

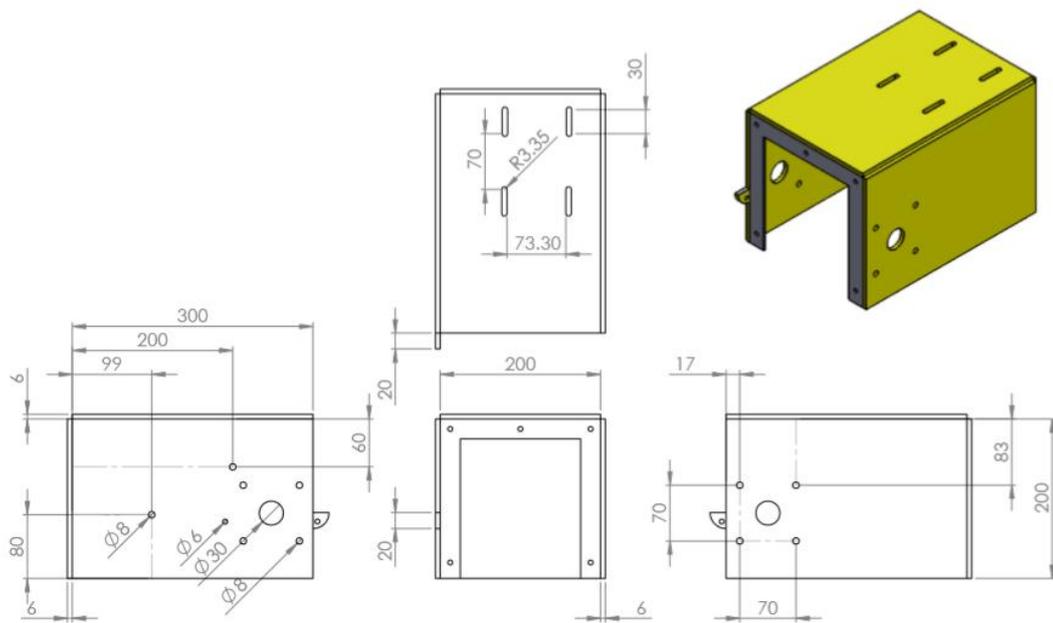
$$\frac{98.5 \text{ meter/menit}}{33\%} = 32.83 \text{ meter dalam 20 detik}$$

Sehingga, durasi pengujian adalah 20 detik setelah beban konstan 100 N diterapkan.

4.3. Hasil Rancangan *Oil Friction Tester* Kapasitas Pembebanan 10 Kgf

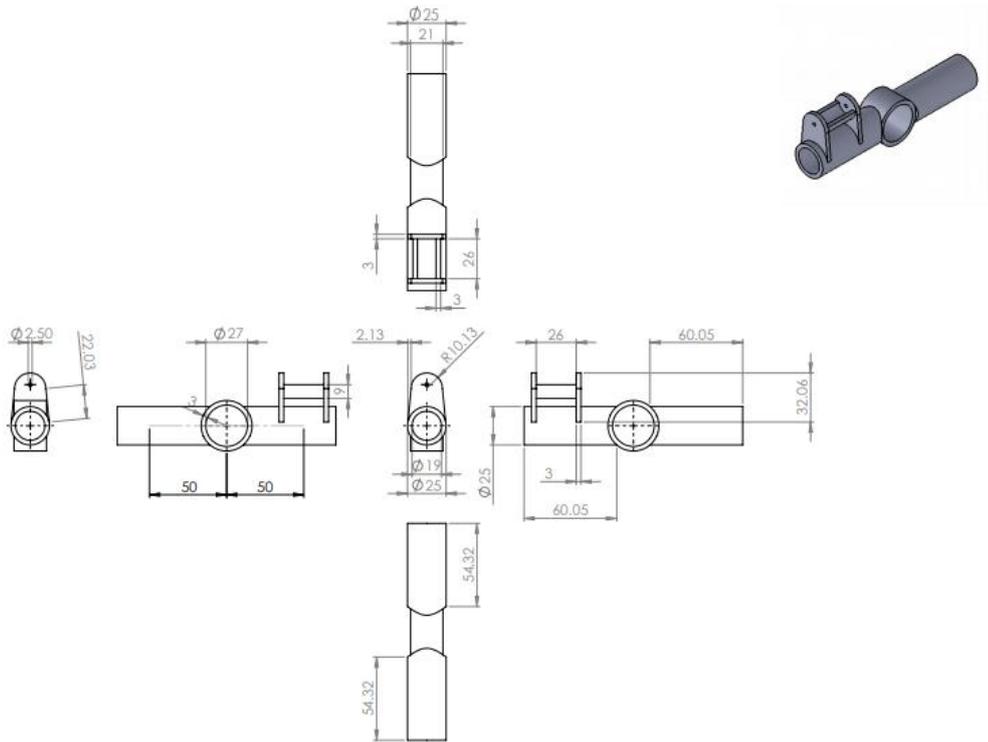
Rancangan *oil friction tester* kapasitas pembebanan 10 Kgf dimulai dengan membuat desain 3D pada setiap komponen yang dimensinya ditentukan berdasarkan hasil perhitungan rancangan. Beberapa gambar dibuat berdasarkan metode kecocokan (fitment) seperti *bushing* dan *oil reservoir*. Berikut merupakan komponen yang dirancang menggunakan *software* solidwork 2014 :

- Struktur utama (*box mounting*)



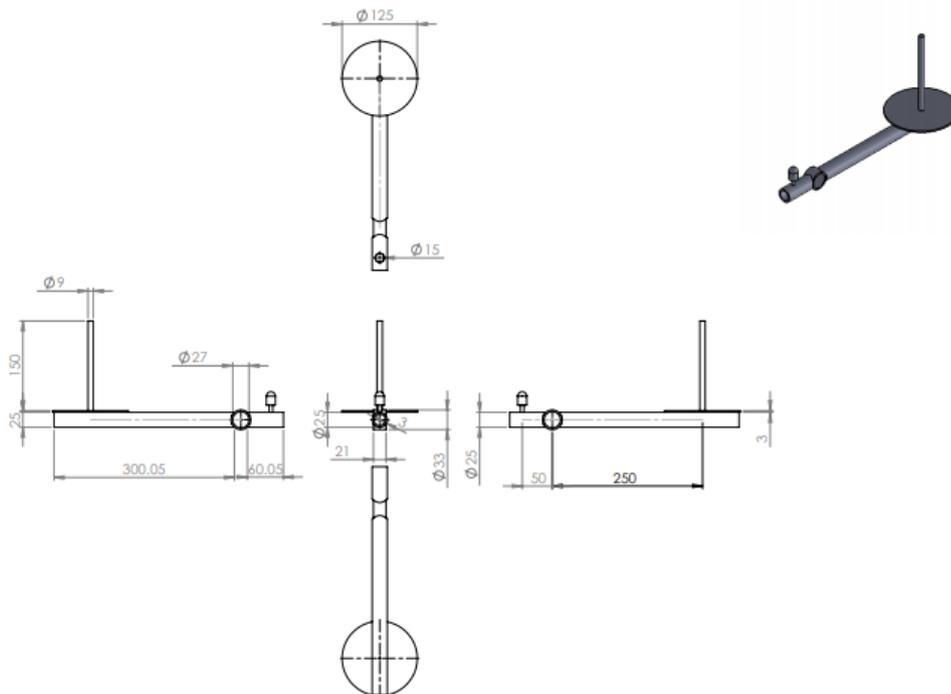
Gambar 4.2. *Box Mounting*

- Tuas pembebanan 1



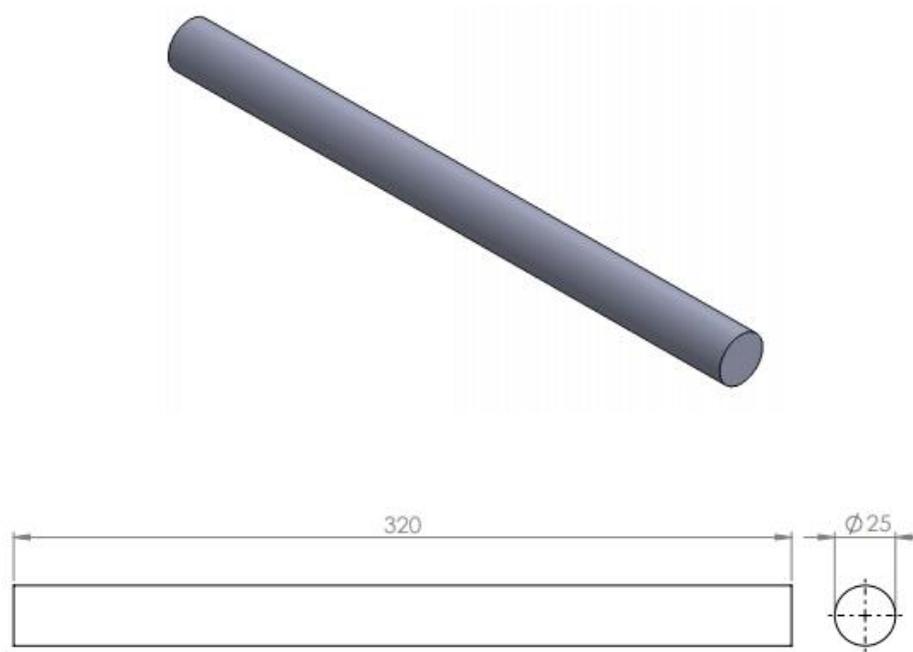
Gambar 4.3. Tuas Pembebanan Pivot 1

- Tuas pembebanan 2



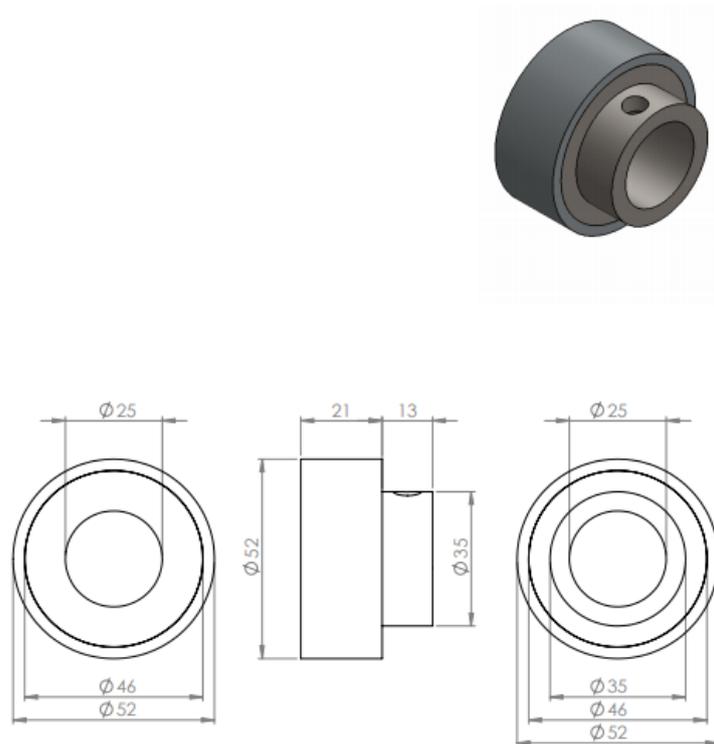
Gambar 4.4. Tuas Pembebanan Pivot 2

- Poros S45C



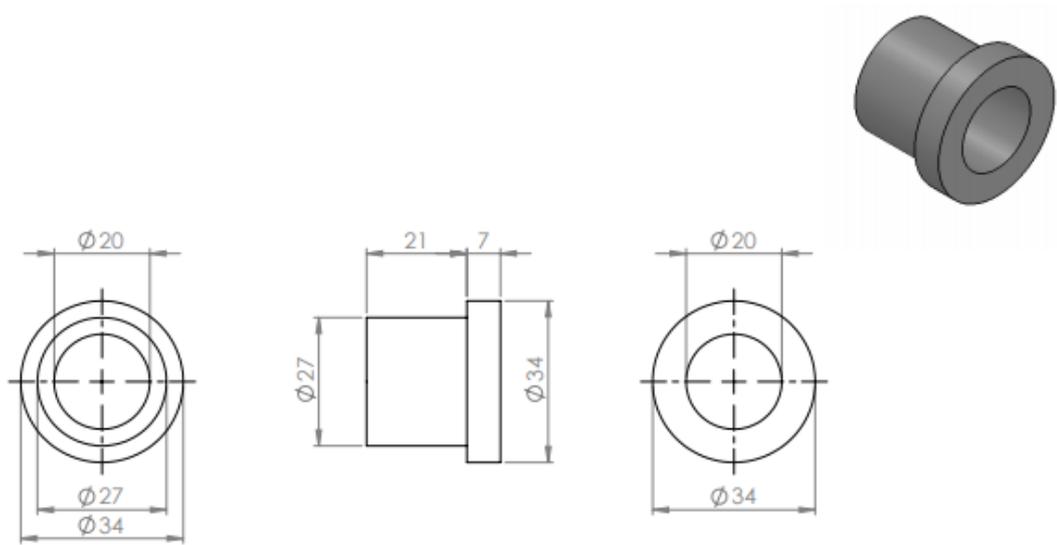
Gambar 4.5. Poros S45C

- Rotor friksi



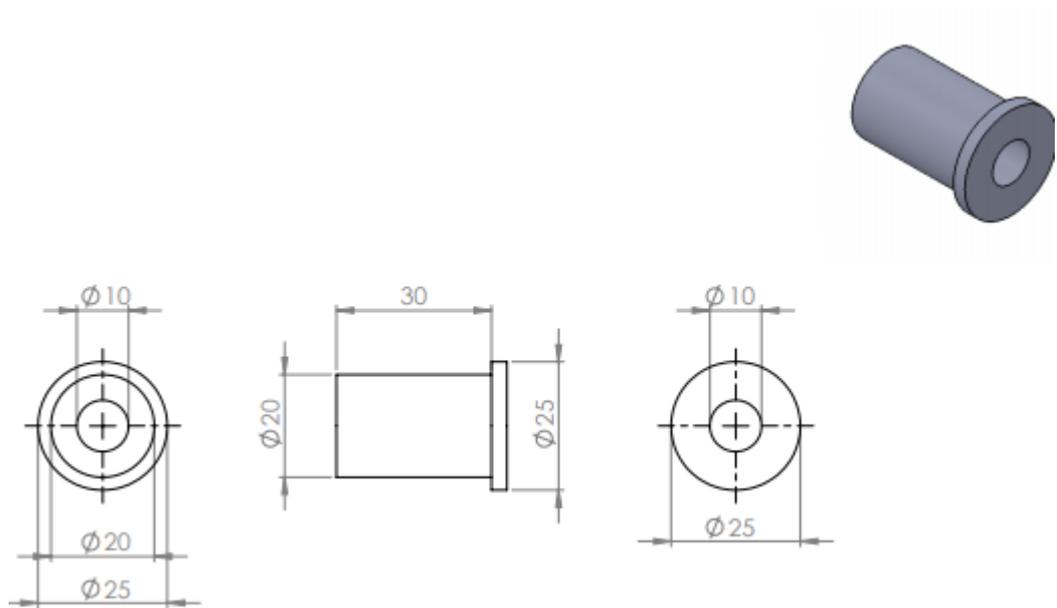
Gambar 4.6. Rotor Friksi

- *Bushing* (teflon)



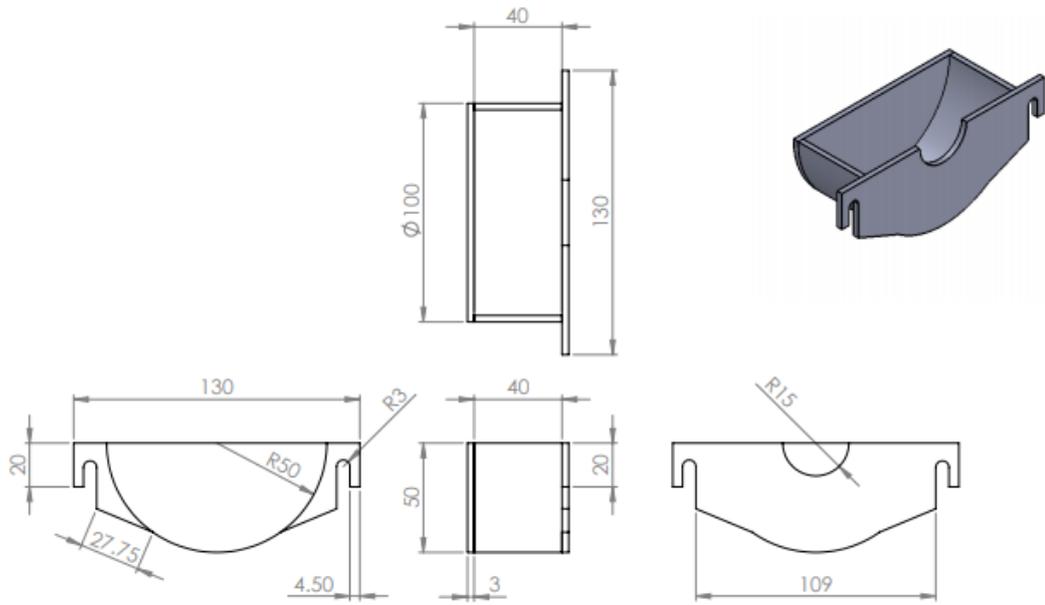
Gambar 4.7. *Bushing* (Teflon)

- *Bushing* (logam)



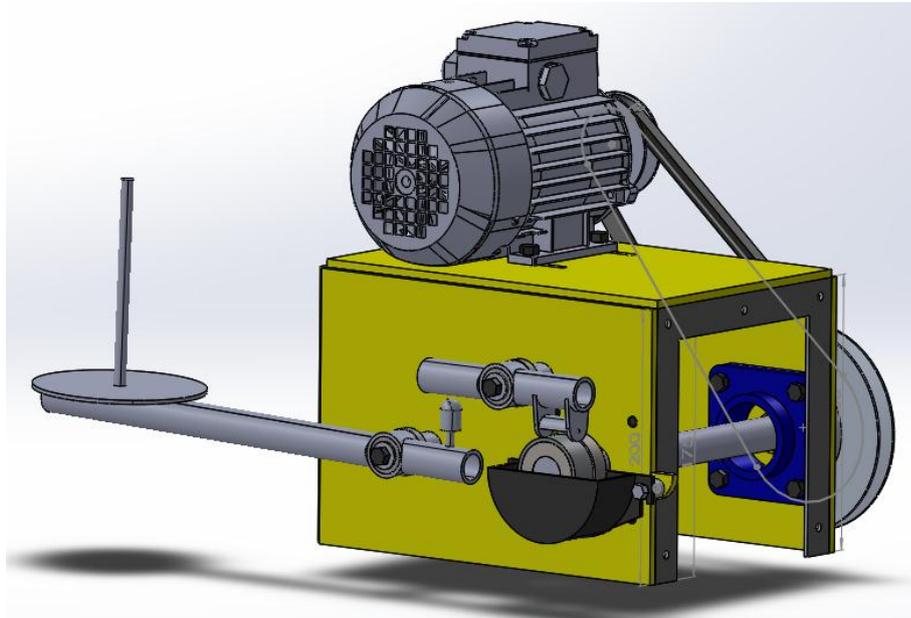
Gambar 4.8. *Bushing* (logam)

- *Oil reservoir*



Gambar 4.9. *Oil Reservoir*

Berikut merupakan hasil rancangan 3D *oil friction tester* kapasitas pembebanan 10 Kgf menggunakan *software design solidworks*.



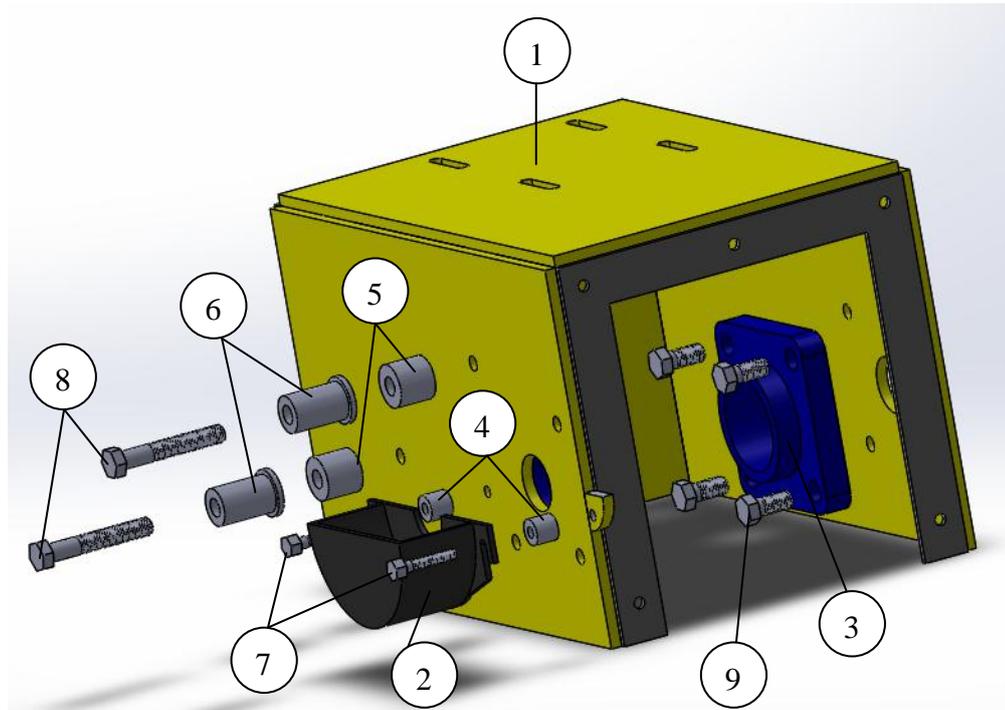
Gambar 4.10. *Oil friction Tester Complete Assembly*

Desain *oil friction tester* dibagi atas 3 rangkaian utama (*main assembly*) yang didalamnya terdapat 19 komponen yang berbeda, yaitu :

- *Mounting box* (struktur utama)
- Sistem Tuas pembebanan
- Sistem transfer daya

Pada setiap rangkaian utama terdapat komponen yang telah di rancang secara khusus agar alat uji *oil friction tester* dapat bekerja optimal. Berikut merupakan 19 komponen yang terdapat pada *main assembly* :

4.3.1. *Assembly Box Mounting* (struktur utama)

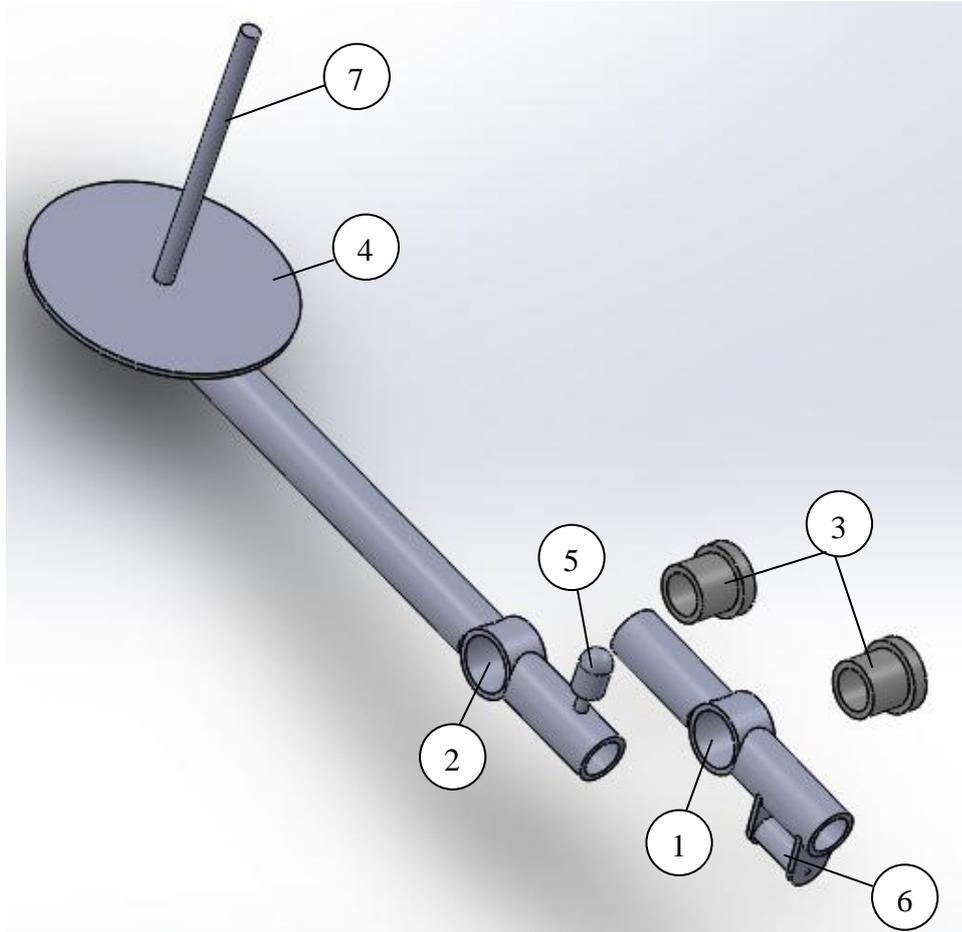


Gambar 4.11. *Assembly Struktur Utama Oil Friction Tester*

Struktur utama dari alat uji ini memiliki beberapa komponen yang dipasang secara utuh dan di rancang untuk tetap terpasang selama proses pengujian berlangsung. Berikut merupakan komponen dari struktur utama :

1. Kerangka utama (*Box Mounting*)
2. Penampung oli (*Oil reservoir*)
3. *Bearing holder* (rumah bantalan)
4. *Washer* untuk *oil reservoir*
5. *Washer* untuk tumpuan tuas beban
6. *Bushing* logam
7. Baut *oil reservoir*
8. Baut tumpuan tuas beban
9. Baut *bearing holder*

4.3.2. *Assembly* Sistem Tuas pembebanan

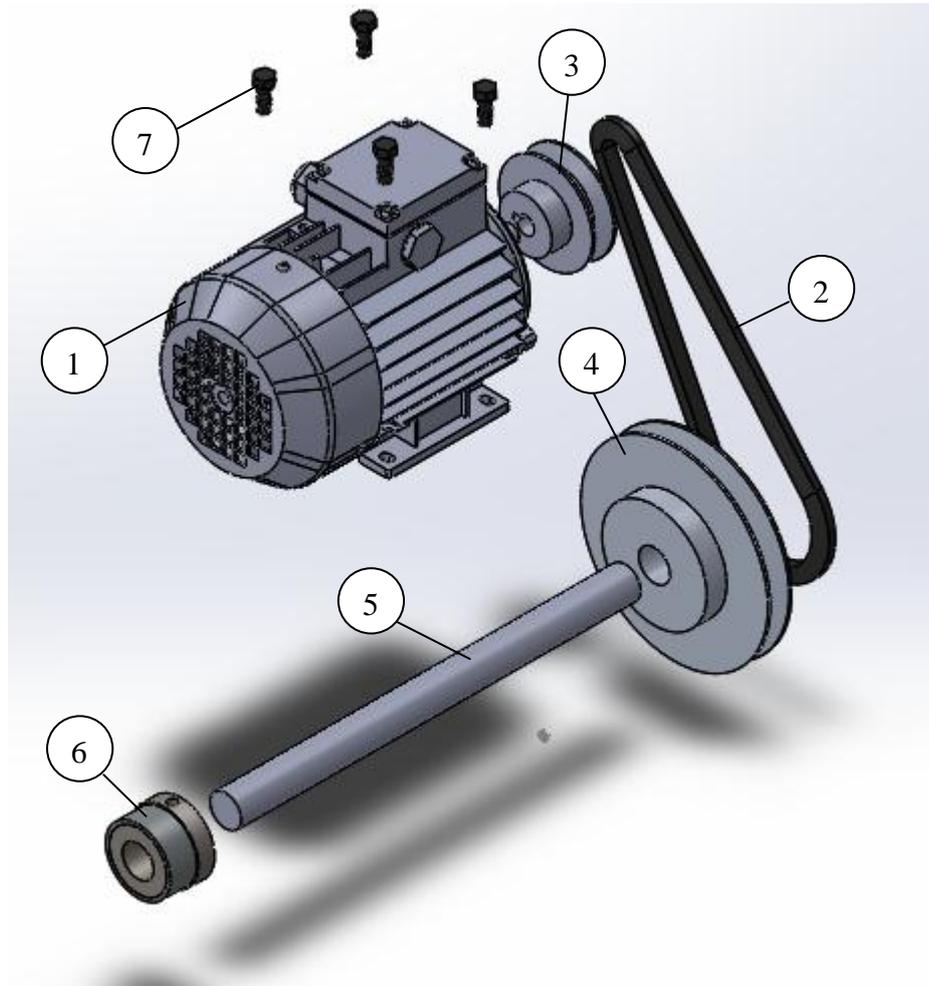


Gambar 4.12. *Assembly* Tuan Pembebanan

Sistem tuas pembebanan ini dirancang untuk tetap kaku pada porosnya, namun dapat di lepas dengan mudah saat mengganti psesimen uji. Berikut ini merupakan komponen sistem tuas pembebanan :

1. Tuas beban tupuan pertama
2. Tuas beban tumpuan kedua
3. *Bushing* Teflon
4. Alas beban
5. *Heigh adjuster*(pengatur ketinggian)
6. *Spiciment holder* (dudukan bahan uji)
7. Tempat peletakan beban beban

4.3.3. *Assembly* Sistem transfer daya



Gambar 4.13. *Assembly* Sistem Transfer Daya

Sistem ini merupakan gabungan dari komponen utama yang dirancang sesuai dengan gaya (*force*) yang diterima pada tiap komponen pada saat beroperasi . berikut merupakan komponen dari sistem transfer daya :

1. Motor penggerak
2. *V-belt*
3. *Drive pulley* (puli penggerak)
4. *Driven pulley* (puli yang digerakan)
5. *Shaft* (poros)
6. *Friction rotor* (Rotor gesek)
7. Baut motor penggerak

4.4. Prosedur Pembuatan

Setelah rancangan selesai, data ukuran dari software 3D design dan material dari hasil perhitungan mulai dikerjakan. Berikut ini adalah langkah prosedur dalam pembuatan *oil friction tester* kapasitas pembebebanan 10 Kgf :

4.4.1 Pembuatan *box mounting*

- Pembuatan lubang pada pelat



Gambar 4.14. Proses Pembuatan Lubang Pada *Base Plate*

- Pengelasan *Box mounting*



Gambar 4.15. Proses Pengelasan *Box Mounting*

4.4.2 Pembuatan Tuas Pembebanan 1 & 2

- Pemotongan pipa ferros



Gambar 4.16. Proses Pemotongan Pipa

- Pembuatan lubang pada pelat *specimen holder*



Gambar 4.17. Proses Pelubangan *specimen holder*

- Pengelasan tuas Pembebanan



Gambar 4.18. Proses Pengelasan Tuas Pembebanan

4.4.3 Pembuatan Proses

- Pembubutan Poros



Gambar 4.19. Proses Pembubutan Poros S45C

4.4.4 Pembuatan Rotor Friksi

- Pembubutan *flywheel*



Gambar 4.20. Proses Pembubutan *Flywheel*

- Penggabungan *outer bearing* dan *rotor flywheel*



Gambar 4.21. Proses Penggabungan Rotor Friksi

4.4.5 Pembuatan *Oil Reservoir*

- Pemotongan pelat



Gambar 4.22. Proses Pemotongan Pelat

- Pengelasan *oil reservoir*



Gambar 4.23. Proses Pengelasan *Oil Reservoir*

4.5. Hasil Pembuatan *Oil Friction Tester* Kapasitas Pembebanan 10 Kgf

Berikut merupakan gambar *oil friction tester* kapasitas pembebanan 10 Kgf yang telah di rakit secara utuh :



Gambar 4.24. *Oil Friction Tester* Kapasitas Pembebanan 10 Kgf

Oil friction tester terdiri dari beberapa komponen utama. Berikut ini merupakan komponen yang di fabrikasi sesuai rancangan 3D yang sudah di buat pada *software solidworks*.

1. *Box mounting* (Struktur utama)



Gambar 4.25. Hasil Pembuatan *Box Mounting*

2. *Shaft* (Poros)



Gambar 4.26. Hasil Pembuatan *Shaft* (Poros)

3. *Friction rotor* (Rotor friksi)



Gambar 4.27. Hasil Pembuatan Rotor Friksi

4. *Custom pulley* (Puli buatan)



Gambar 4.28. Hasil Pembuatan *Custom Pulleys*

5. Tuas pembebanan tumpuan pertama



Gambar 4.29. Hasil Pembuatan Tuas Beban Tumpuan 1

6. Tuas pembebanan tumpuan kedua



Gambar 4.30. Hasil Pembuatan Tuas Beban Tumpuan 2

7. *Bushing* tumpuan (Logam)



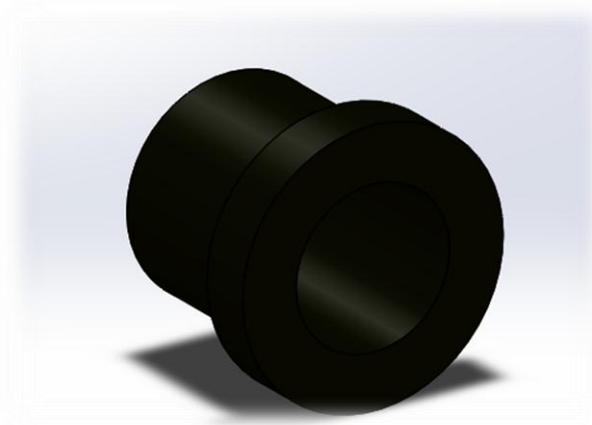
Gambar 4.31. Hasil Pembuatan *Bushing* Tumpuan (Logam)

8. Motor penggerak 0.25 HP



Gambar 4.32. Motor Penggerak 0.25 HP

9. *Bushing* tumpuan (Teflon)



Gambar 4.33. Hasil Pembuatan *Bushing* Tumpuan (Teflon)

10. Rumah bantalan (*Bearing holder*)



Gambar 4.34. *Bearing Holder*

11. *Counter Weight* (Alat Pembeban)



Gambar 4.35. Alat Pembeban

12. Spesimen Uji (*mild steel rod*)



Gambar 4.36. Spesimen Uji

4.6 Hasil *Test Run* Alat

Hasil *test run* ini akan menunjukkan bahwa nilai RPM akan Tetap konsisten sesuai dengan desain (600 RPM) pada kondisi terbeban (*loaded*) maupun tanpa beban (*freeloaded*)

- Kondisi *test run* tanpa beban

Pada gambar 4.19, dapat di lihat bahwa poros berputar konstan 628 RPM, terdapat deviasi sebesar 28,8 rpm dari perancangan.



Gambar 4.37. Rpm Rotor Friksi Saat *Freeload*

- Kondisi *test run* dengan beban

Pada gambar 4.20, dapat dilihat bahwa putaran poros sedikit mengalami penurunan (4,5 RPM) namun putaran tetap memenuhi rancangan (tidak berputar di bawah 600 rpm saat beban diterapkan).



Gambar 4.38. Rpm Rotor Friksi Saat beban 10 Kgf diterapkan

4.7 Prosedur Alat Uji

4.7.1 Prosedur Pengujian

1. Menyediakan pelumas yang akan di uji.
2. Membersihkan *oil reservoir* dari sisa pelumas pada pengujian sebelumnya.
3. Membersihkan *friction rotor* (rotorfriksi) dari sisa pelumas dari pengujian sebelumnya.
4. Memasang spesimen uji pada ujung tuas pembebanan 1.
5. Menuangkan pelumas yang akan diuji pada *oil reservoir* .
6. Memasang tuas pembebanan 2 pada tumpuan yang ada di belakang.
7. Memasang tuas pembebanan 1 pada tumpuan yang ada di depan.
8. Menghidupkan motor alat uji agar oli melumasi rotor gesek.
9. Mengatur posisi tuas pembebanan 1 dan 2.
10. Meletakkan pemberat pada alas beban secara perlahan dan bertahap. Beban 500 gram di terapkan pada setiap tahap hingga mencapai 2 kg.
11. Menerapkan 2 kilogram beban selama 20 detik untuk setiap pengujian .
12. Menghentikan motor penggerak.
13. Melepaskan seluruh pemberat dari alas beban.
14. Melepas tuas pembebanan 1 dari tumpuannya.
15. Melepas spesimen uji dari tuas pembebanan 1.
16. Mengukur tinggi, lebar dan kedalaman keausan pada spesimen uji.
17. Memasang spesimen uji yang baru.
18. Menghaluskan permukaan rotor friksi dengan menggunakan *sandpaper* 1500 *grid*
19. Mengulangi langkah prosedur untuk pengujian pelumas selanjutnya.
20. Mengumpulkan data hasil pengujian kedalam format lembaran data
21. Membandingkan data untuk mencari spesimen uji dengan keausan terkecil.

4.7.2 Pengujian Terhadap 2 Variabel Pelumas

Pengujian dilakukan terhadap 2 pelumas dengan merk yang berbeda. Untuk menghindari masalah terhadap pihak produsen pelumas, nama produk

disamakan menjadi A dan B. berikut merupakan gambar dari ketiga pelumas tersebut:



(A)



(B)

Gambar 4.39. Dua Variabel Pelumas (A dan B)

Ketiga pelumas diatas memiliki viskositas yang sama(10W – 40).Kedua pelumas tersebut mengalami 3 kali pengujian. Dari hasil pengujian dua variable oli diatas, diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.2. Dimensi keausan pada spesimen uji

Spesimen Pelumas A	Lebar Keausan (mm)	Tinggi Keausan (mm)	Dalam keausan (mm)
	2	4.6	0.3
	1.75	3.5	0.2
	1.7	3.4	0.2
Nilai rata-rata :	1.8	3.83	0.23
Spesimen Pelumas B	Lebar Keausan (mm)	Tinggi Keausan (mm)	Dalam keausan (mm)
	2	4.1	0.2
	1.6	3.6	0.1
	1.4	3.1	0.05
Nilai rata-rata :	1.67	3.6	0.116

Dari hasil data yang disajikan pada table diatas, terdapat perebedaan dimensi keausan signifikan pada 2 variabel oli yang di uji.Dari data tersebut dapat ditentukan kemampuan pelumas untuk menahan tekanan dan gesekan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari rancang bangun *oil friction tester* kapasitas pembebanan 10 Kgf ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Fabrikasi alat uji *Oil friction tester* sesuai dengan rancangan.
2. Hasil rancangan sesuai dengan harapan.
3. Alat uji *oil friction tester* dapat beroperasi dengan optimal bahkan pada pembebanan maksimum (10 Kgf).

5.2. Saran

Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada proyek rancang bangun ini dikarenakan keterbatasan biaya dan waktu penelitian.berikut beberapa saran yang dapat lebih mengoptimalkan dan mengembangkan alat uji *oil friction tester* berkapasitas pembebanan 10 Kgf :

1. Motor penggerak dengan tenaga 0.25 HP dapat di substitusi dengan motor penggerak yang lebih besar tenaganya sehingga alat uji mampu untuk menahan beban yang lebih besar. Penambahan daya hingga 1 HP dinyatakan aman ditinjau dari kekuatan poros rotor friksimasih memiliki rentang nilai faktor keamanan yang relatif besar.
2. Penelitian selanjutnya lebih di fokuskan kapada material permukaan rotor friksi dan material spesimen uji agar dapat lebih akurat dalam mensimulasikan keausan yang terjadi dalam mesin yang sebenarnya.
3. Sebaiknya *oil reservoir* di rancang ulang karena rancangan kali ini belum dapat menahan pelumas selama pengujian secara sempurna.
4. Penambahan *thermo couple* untuk memperlihatkan temperatur pelumas selama pengujian dan *inverter* motor agar rotasi motor dapat di ubah sehingga putaran poros lebih presisi (mendekati standar uji yang sebenarnya) akan lebih menyempurnakan alat uji ini.

DAFTAR PUSTAKA

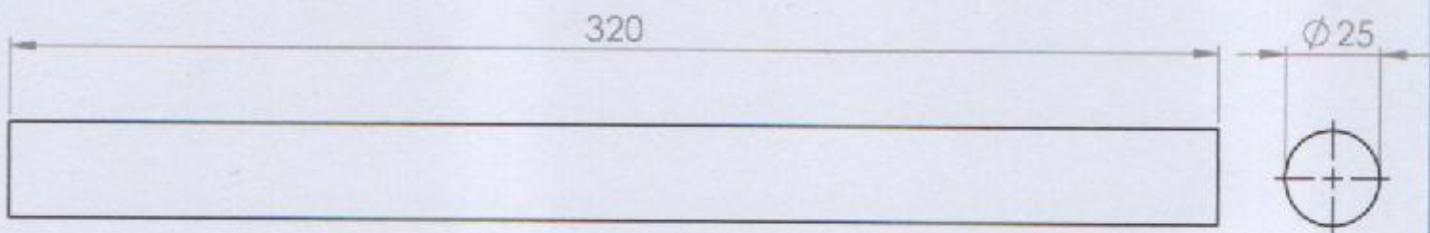
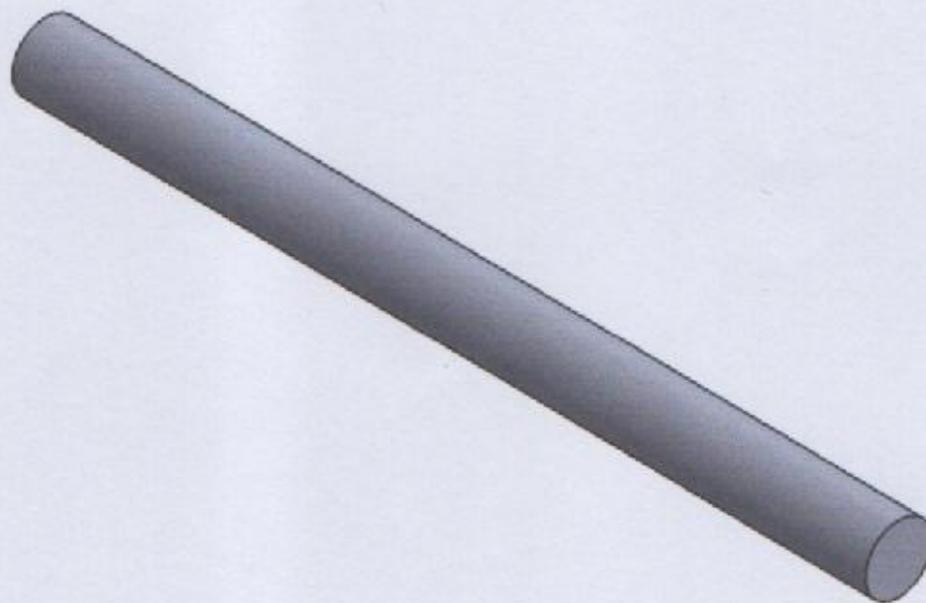
- S, Nehal, Ahmed & Amal M. Nassar. (2013). *“Lubrican and Lubrication”*. Kairo, Mesir. Additives Lab., Department of Petroleum Applications
- Ginting, Muchtar. Sailon. Moch Yusuf. (2018). *“Analisis Koefisien Gesek Pelumas Mesin Multi Grade”*. Palembang, Indonesia. Politeknik Negri Sriwijaya.
- Klüber Lubrication München SE & Co. KG. *“Lubrican-Testing EN”*. Munic, German. Klüber Lubrication München SE & Co
- Barton, D.B., Lowther, H. V & Rogers, T.W., (1981). *“Advantages of Synthetic Automotive”*. SAE Technical Paper.
- Spiegelberg, C. Andersson, S. (2006). *“Simulation of friction and wear in the contact between the valve bridge and rocker arm pad in a cam mechanism Wear”*.
- Suga, Kyokatsu. Sularso. (2004). *“Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin”*. Jakarta. Pradnya Paramita.
- Golshokouh, Iman. Mohamadali Golshokouh. Farid Nasir Ani. (2013). *“Investigation of Physical Properties for Jatropha Oil in Different Temperature as Lubricant Oil”*. Johor, Malaysia. Universiti Teknologi Malaysia.
- American Automobile Association(AAA). (2017). *“AAA Engine Oil Research : Differences Between Conventional and Synthetic Engine Oil”*. America. Automotive Technical Engineer.
- Gergely, L,. V. Sandu. (2014). *“Investigation Of Friction Coefficients of Additivated Engine Lubricants In Falex Tester”*. Brasov, Romania. Transilvania University of Brasov.
- Fauzy, Mas. Mohd Mustaqim Tukiman, Norrizal Mustaffa. (2016). *“Small Engine Lubricant Oil Friction Tester”* Johor, Malaysia. Universiti Tun Hussein Onn.

Fitrianto, M.Bahar,. Darmanto. Imam Syafa'at. (2015). "*Pengujian koefisien gesek Permukaan Plat Baja ST 37 Pada Bidang Miring Terhadap Viskositas Pelumas dan Kekasaran Permukaan*". Semarang, Indonesia. Universitas Wahid Hasyim.

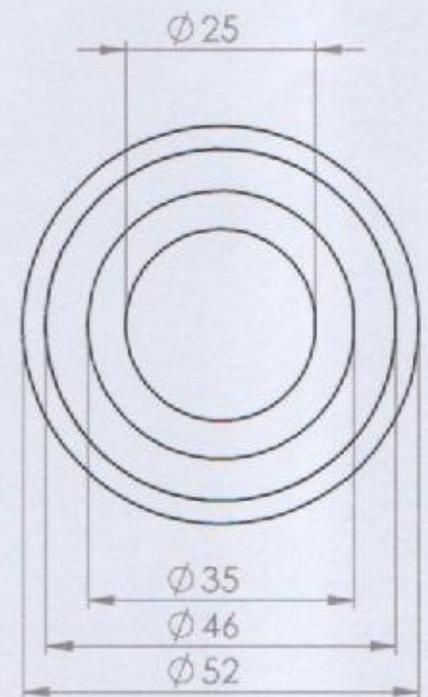
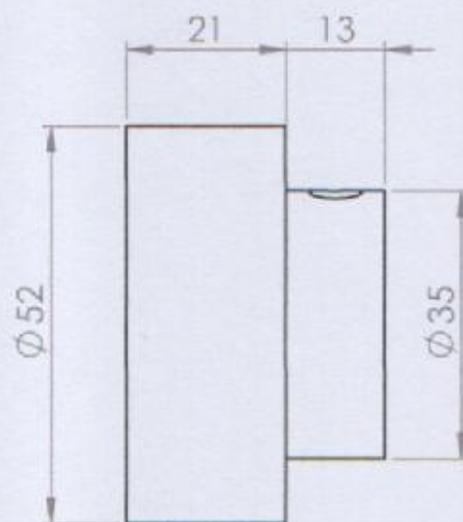
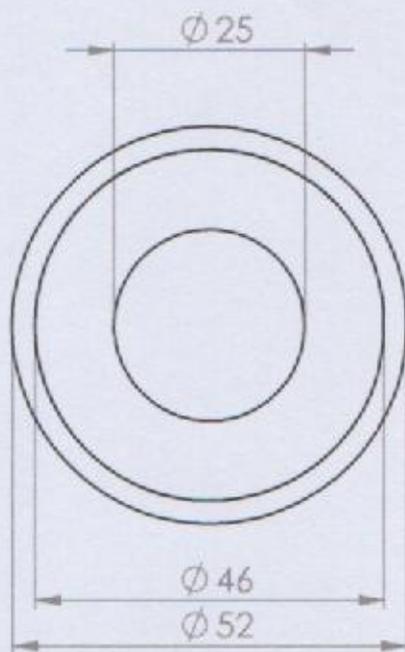
Lechner, Guntram. Alexander Knafl. Dennis Assanis. (2002). "*Engine Oil Effects on the Friction and Emissions of a Light-Duty, 2.2L Direct-Injection-Diesel Engine*". Wickliffe, Ohio. University of Michigan.

Asadi, Meisam. Amin Asadi. (2016). "*Dynamic Viscosity of MWCNT/ZnO-Engine oil Hybrid Nanofluid: An experimental Investigation and New Correlation in Different Temperatures and Soid Concentrations*". Semnan, Iran. Islamic Azad University.

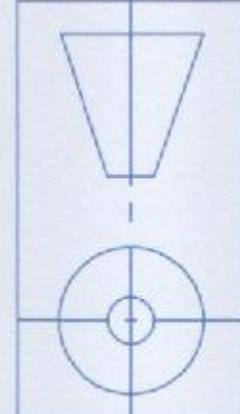
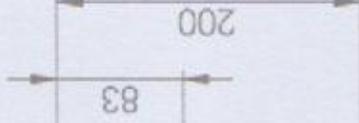
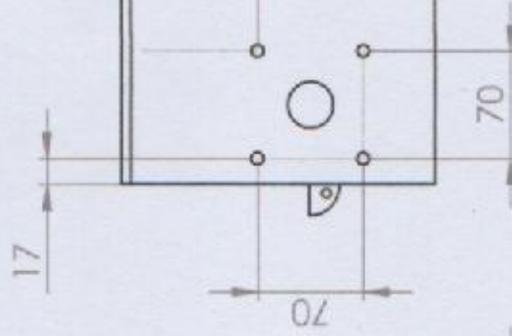
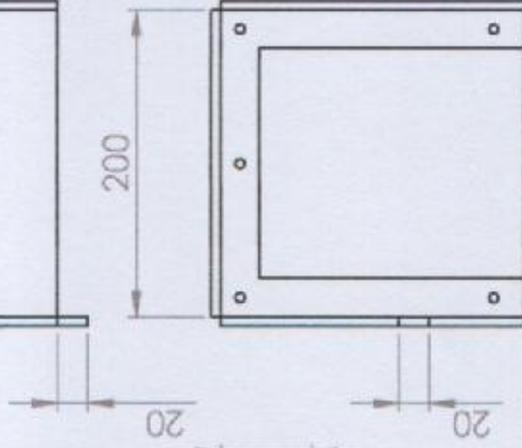
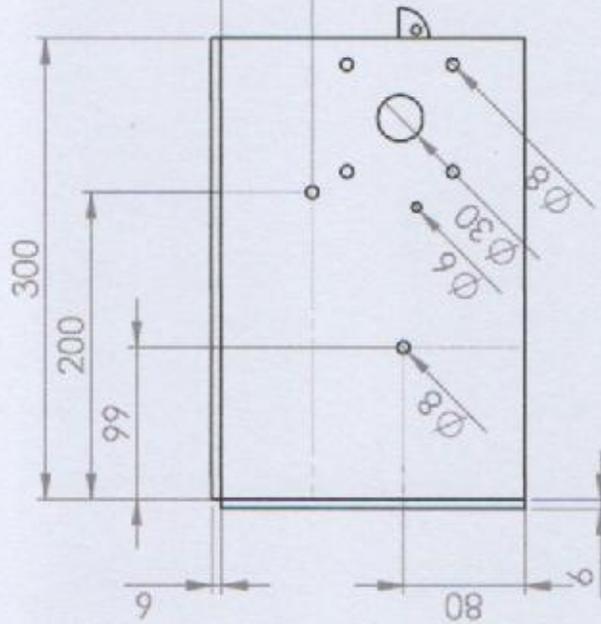
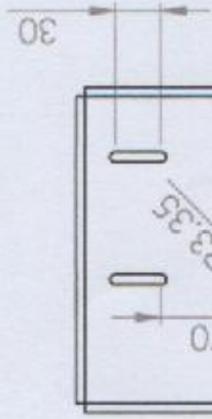
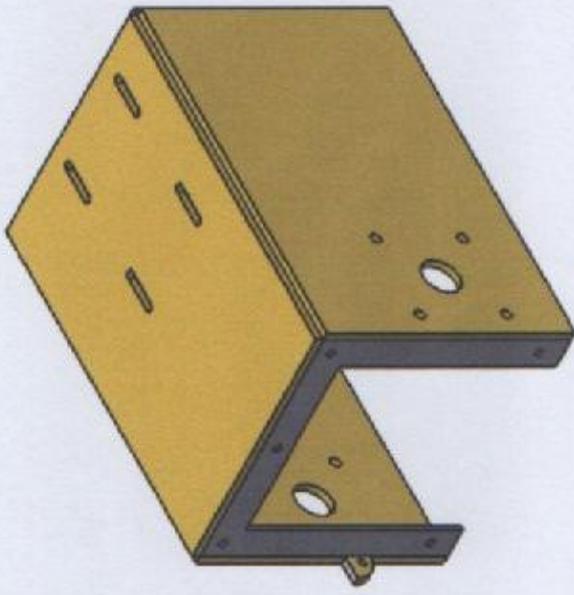
LAMPIRAN



	Skala : 1:2	Digambar : Kevin Ghifari	Peringatan:	
	Satuan Ukuran : mm	Teknik Mesin 2014		
	Tanggal : 1-02-2020	Diperiksa : Dosen Tugas Akhir		
TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK MESIN UMSU		POROS s45c	No :	A4



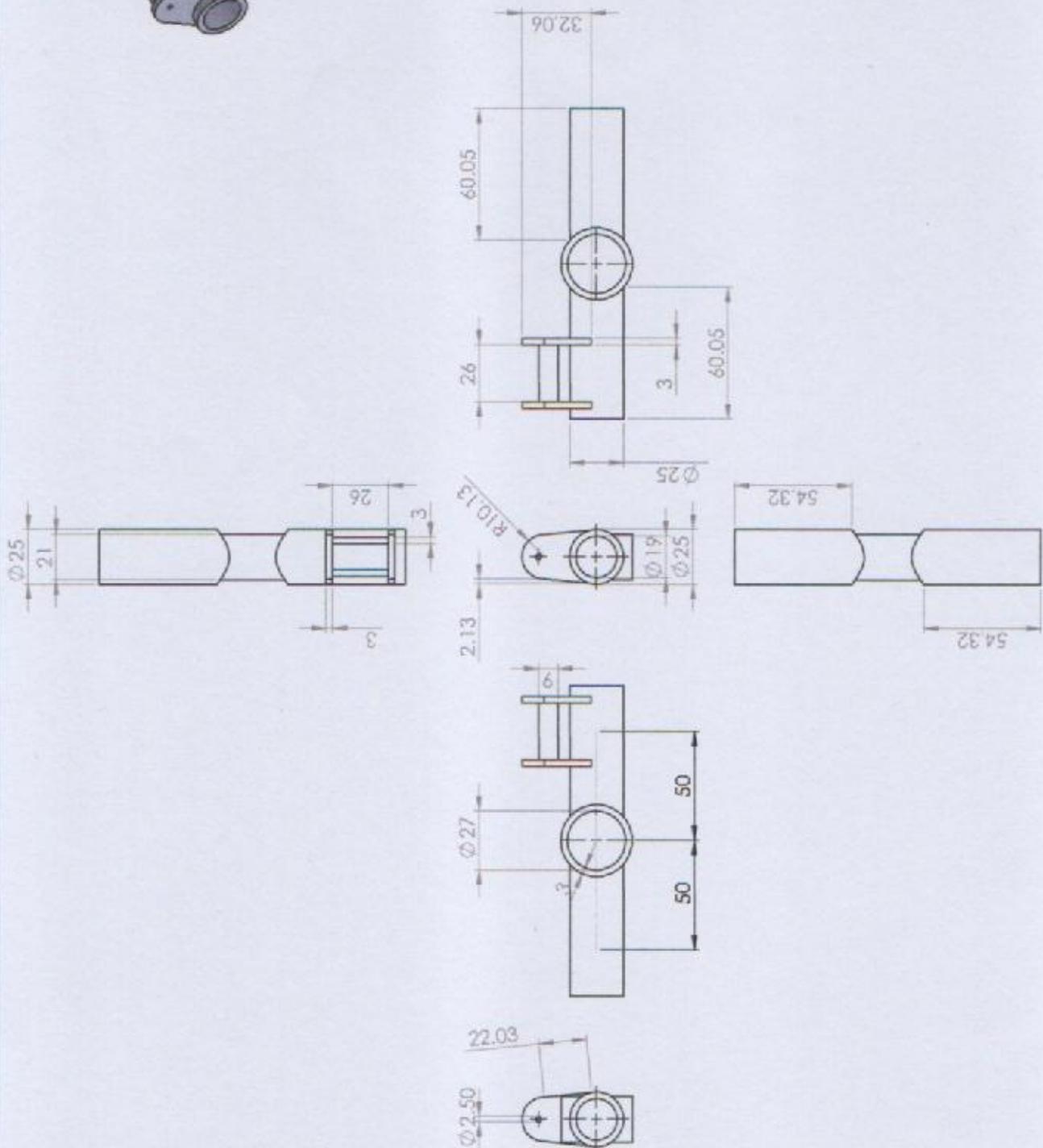
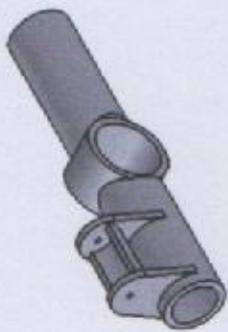
	Skala : 1:1	Digambar : Kevin Ghifari	Peringatan:		
	Satuan Ukuran : mm	Teknik Mesin 2014			
	Tanggal : 1-02-2020	Diperiksa : Dosen Tugas Akhir			
TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK MESIN UMSU		ROTOR FRICTION		No :	A4



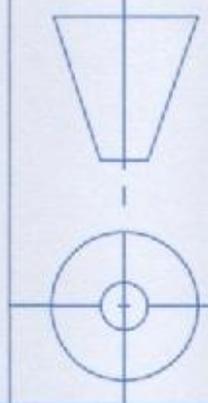
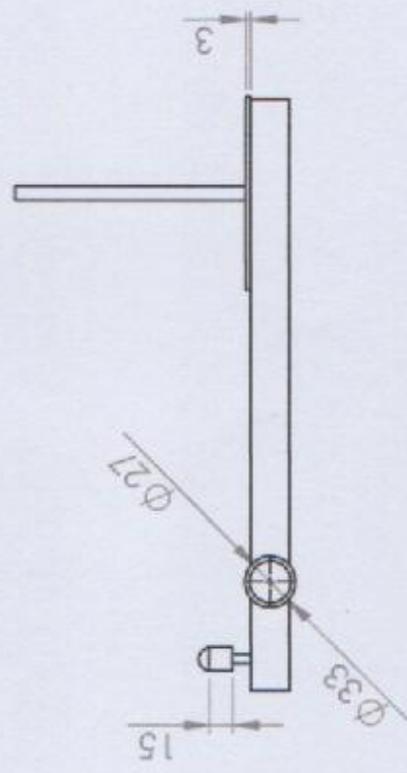
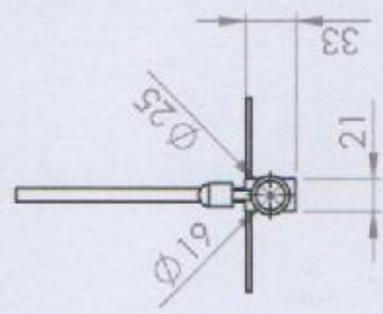
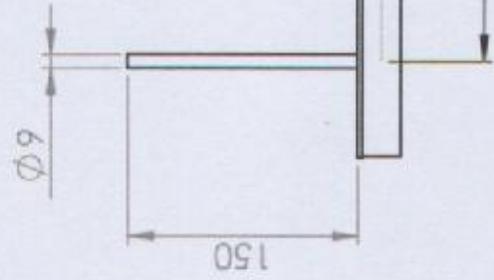
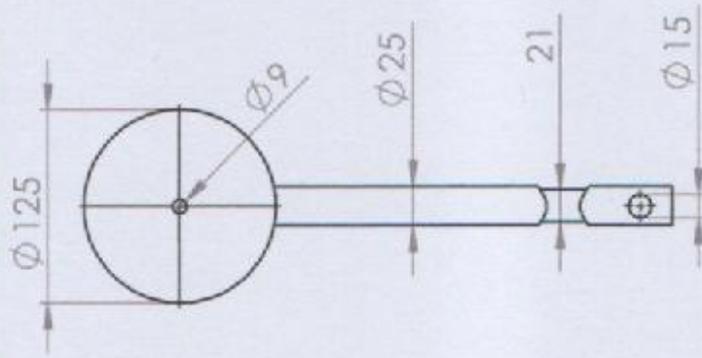
Skala : 1 : 10
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal :

Digambar : Kevin Ghifari
 Teknik Mesin 2014
 Diperiksa : Dosen Tugas Akhir

Peringatan:



	Skala : 1:2	Digambar : Kevin Ghifari	Peringkatan:
	Satuan Ukuran : mm	Teknik Mesin 2014	
	Tanggal : 1-02-2020	Diperiksa : Dosen Tugas Akhir	
TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK MESIN UMSU		TUAS BEBAN PIVOT 1	No :
			A3



Skala : 1 : 5

Satuan Ukuran : mm

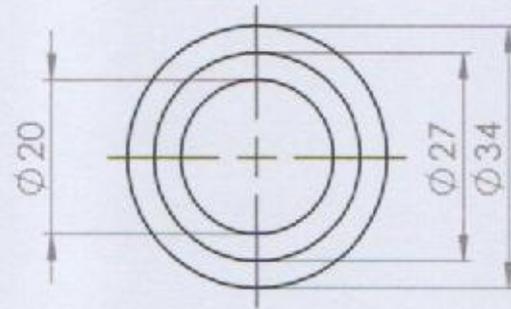
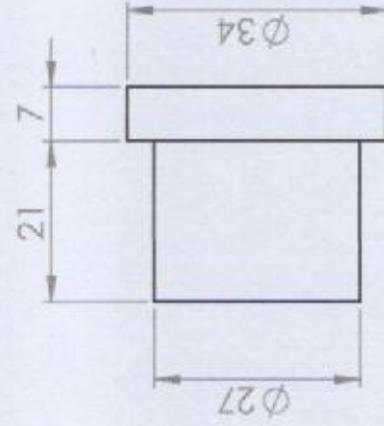
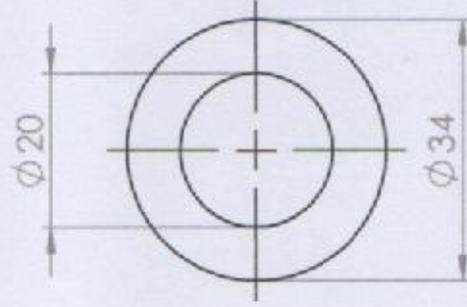
Tanggal :

Digambar : Kevin Ghifari

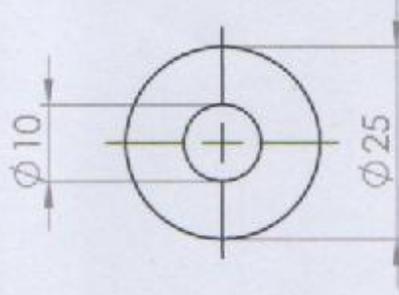
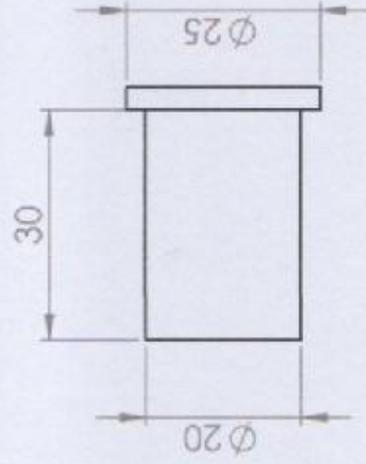
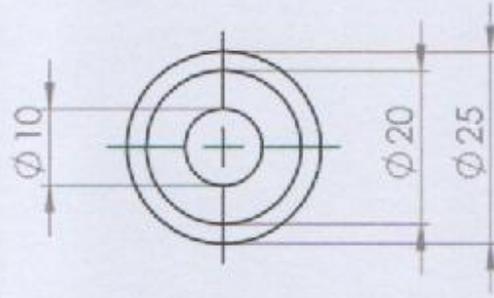
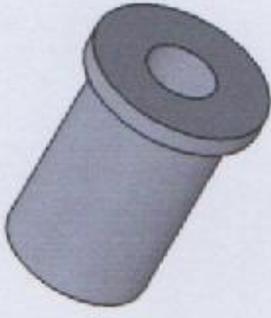
Teknik Mesin 2014

Diperiksa : Dosen Tugas Akhir

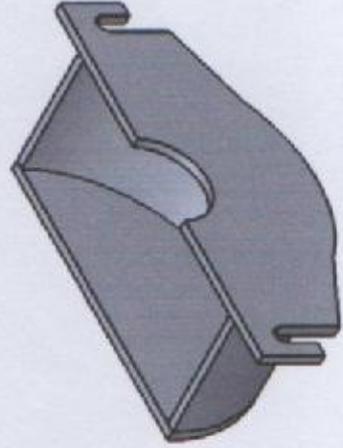
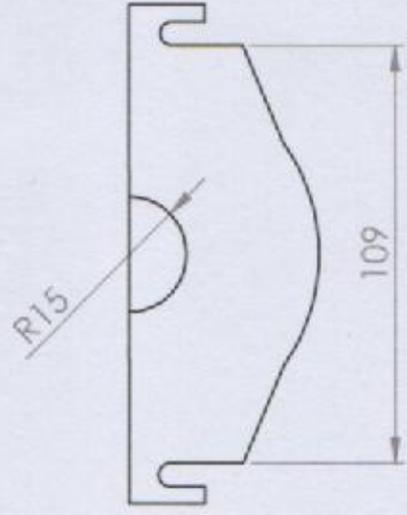
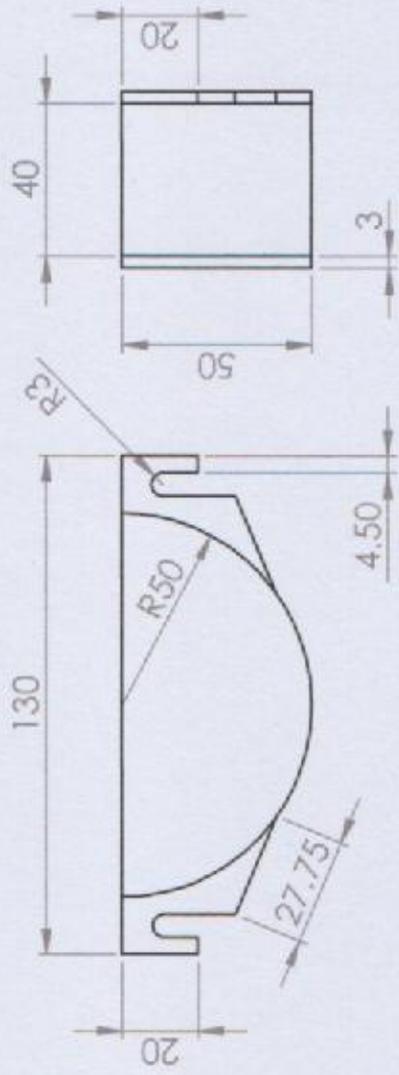
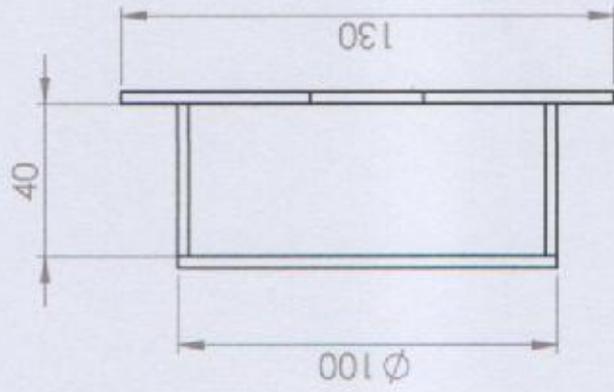
Peringatan:



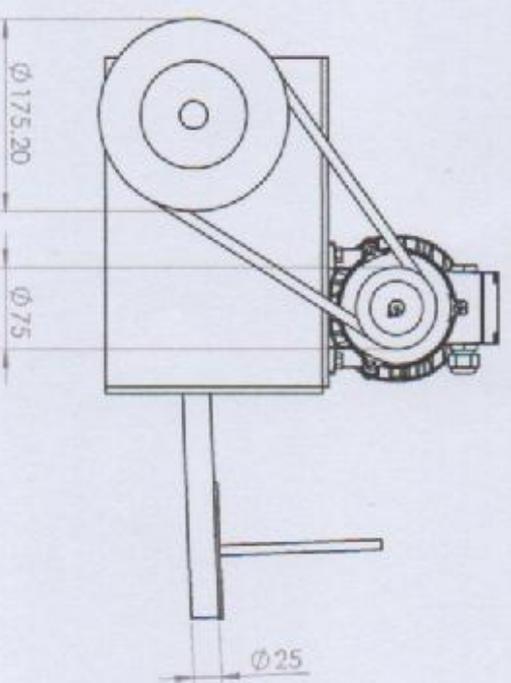
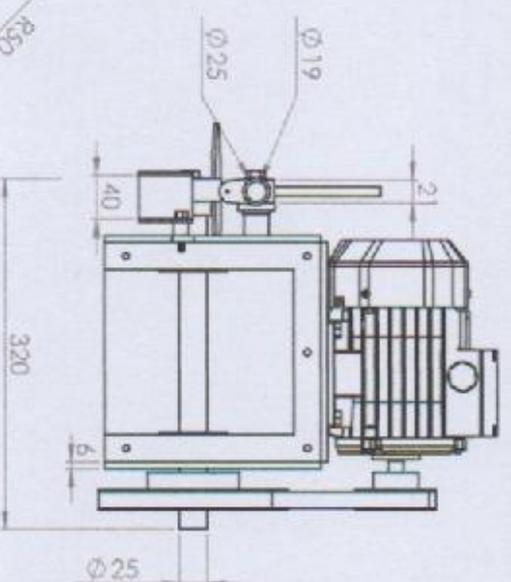
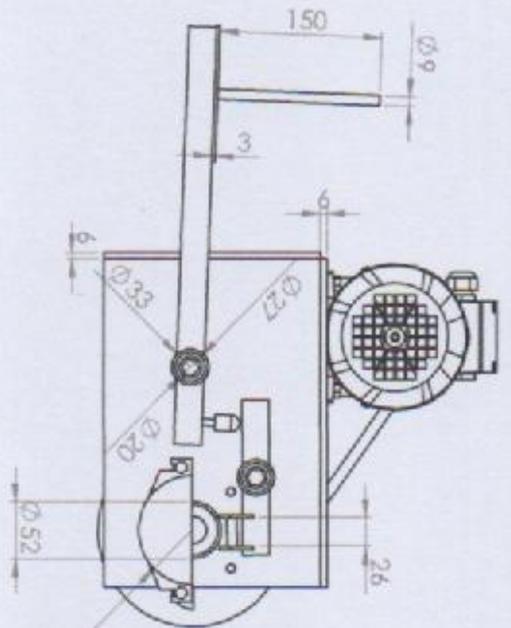
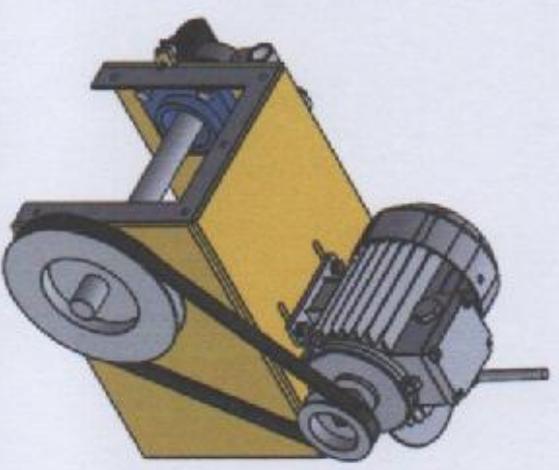
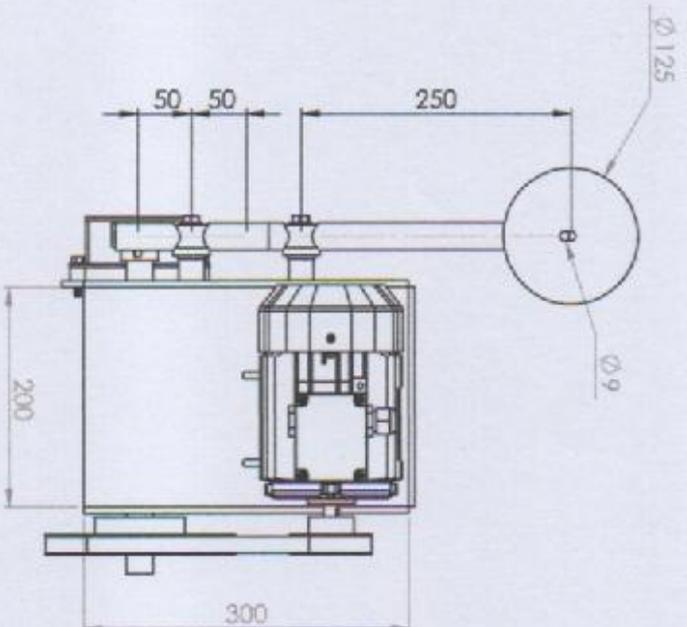
	Skala : 1:1	Digambar : Kevin Ghifari	Peringatan:
	Satuan Ukuran : mm	Teknik Mesin 2014	
	Tanggal : 1-02-2020	Diperiksa : Dosen Tugas Akhir	
TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK MESIN UMSU		BUSHING PIVOT (TEFLON)	No :
			A4



	Skala : 1:1	Digambar : Kevin Ghifari	Peringatan:
	Satuan Ukuran : mm	Teknik Mesin 2014	
	Tanggal : 1-02-2020	Diperiksa : Dosen Tugas Akhir	
TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK MESIN UMSU		BUSHING PIVOT (LOGAM)	
		No :	A4



	Skala :	Digambar : Kevin Ghifari	Peringatan:
	Satuan Ukuran : mm	Teknik Mesin 2014	
	Tanggal :	Diperiksa : Dosen Tugas Akhir	
TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK MESIN UMSU		OIL RESERVOIR	No :
			A4



	Skala	: 1 : 5	Digambar	: Kevin Ghafari	Peringatan:
	Satuan Ukuran	: mm	Teknik Mesin	: 2014	
Tanggal	: 1-02-2020	Diperiksa	: Dosen Tugas Akhir	OIL FRICTION TESTER	No :
TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK MESIN UMSU					A3

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Rancang Bangun Oil Friction Tester Kapasitas Pembebanan 10 Kgf

Nama : Kevin Ghifari
NPM : 1407230183

Dosen Pembimbing 1 : Bekti Suroso, S.T., M.Eng
Dosen Pembimbing 2 : M. Yani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	12 Juli 2019	- Pemberian spesifikasi tugas Akhir	<i>Ju</i>
	15 Juli 2019	- Perbaiki Bab I. Latar belakang, Rumusan masalah, & tujuan	<i>Ju</i>
		- Berikan hasil seminar jurnal	<i>Ju</i>
		- Jurnal yang berkaitan T.A.	<i>Ju</i>
	19 AUG 2019	- Perbaiki Bab II. Landasan Teori	<i>Ju</i>
	20 Septem 2019	- Perbaiki Bab III. Diagram Alir Penelitian & metode	<i>Ju</i>
	14 Oct 2019	- Lanjut Bab IV.	<i>Ju</i>
	7 NOV 2019	- Perbaiki Gambar hasil Rancangan	<i>Ju</i>
	18 NOV 2019	- Lanjut Bab V.	<i>Ju</i>
	22 NOV 2019	- Perbaiki kesimpulan	<i>Ju</i>
	25 NOV 2019	- Lanjut Pembimbing II.	<i>Ju</i>
		- Ace seminar Hasil	<i>Ju</i>

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Rancang Bangun *Oil Friction Tester* Kapasitas Pembebanan 10 Kgf

Nama : Kevin Ghifari
NPM : 1407230183

Dosen Pembimbing 1 : Bakti Suroso, S.T., M.Eng
Dosen Pembimbing 2 : M. Yani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	12 Desember 2019	Perbaikan format, spasi, penulisan tabel pada bab I - s/d III	My.
	13 Desember 2019	Perbaikan flow chart	My.
	14 Desember 2019	Are @ Semisual	My.

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

NAMA : Kevin Ghifari
NPM : 1407230183
Judul T.Akhir : Rancang Bangun Oil Friction Tester Kapasitas Pembebanan
10 Kg.

Dosen Pembimbing – I : Bkti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembimbing – II : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Khairul Umurani.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 :

..... *Menambah Latar Belakang*

..... *Menambah tinjauan pustaka*

..... *perbaiki metode t. prosedur*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

Medan 20 Rab.Akhir 1441 H
21 Desember 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pemanding- I

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

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

NAMA : Kevin Ghifari
NPM : 1407230183
Judul T.Akhir : Rancang Bangun Oil Friction Tester Kapasitas Pembebanan
10 Kg.

Dosen Pembimbing – I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembimbing – II : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Khairul Umurani.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 :

.....*Format tulisan, tujuan pustaka*.....
.....*Metode, kesimpulan*.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

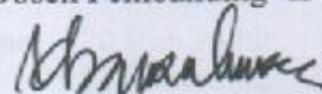
Medan 20 Rab.Akhir 1441 H
21 Desember 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi T.Mesin



Affandi.S.T.M.T

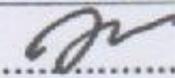
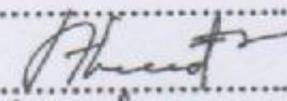
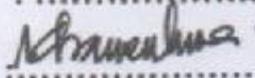
Dosen Pembanding- II

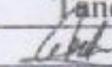
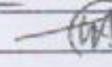


Khairul Umurani.S.T.M.T

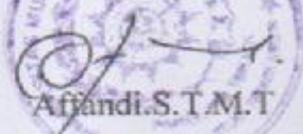
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2019 – 2020**

Peserta Seminar
 Nama : Kevin Ghifari
 NPM : 1407230183
 Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Oil Friction Tester Kapasitas Pembe-
 Banan 10 Kg.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng	: 
Pembimbing – II : M.Yani.S.T.M.T	:
Pembanding – I : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	: 
Pembanding – II : Khairul Umurani.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230285	OKI ARIA KUSUMA	
2	1407230161	AHMAD CAPUTRA SIRGGAR	
3	1402230134	M. Hidayat	
4	1501230029	Perdu	
5	1207230142	MUHAMMAD FACHRI ZENDRATO	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 20 Rab.Akhir 1441 H
21 Desember 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin

 Affandi.S.T.M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Kevin Ghifari
NPM : 1407230183
Tempat/Tanggal Lahir : Pematang Siantar 19 juli 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat
 Jalan : Pukat II No. 53 D (Vin's Motor)
 Kecamatan : Medan Tembung
 Kabupaten/Kota : Medan
 Provinsi : Sumatera Utara, Indonesia
Nomor WhatsApp : 0852-7048-9093
Nama Orang Tua
 Ayah : Yuserdy Sugiarto
 Ibu : Sinta Gaya

PENDIDIKAN FORMAL

2002-2008 : Madrasah Ibtidaiyah Negeri – Medan, Sumatera Utara
2008-2011 : SMP Negeri 12 – Medan, Sumatera Utara
2011-2014 : SMK Negeri 4 – Medan, Sumatera Utara
2014-2020 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara