

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
ANALISA KOEFISIEN GESEK PADA PADUAN
ALUMINIUM DENGAN KECEPATAN PUTARAN
BERVARIASI

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

NAMA : RIZKI AFRIZAL PRATAMA

NPM : 1207230025



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - I

TUGAS SARJANA

KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

**ANALISA KOEFISIEN GESEK PADA PADUAN
ALUMINIUM DENGAN KECEPATAN PUTARAN
BERVARIASI**

Disusun Oleh :

RIZKI AFRIZAL PRATAMA

1207230025

Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II

(Rahmat K. Simanjuntak, S.T.,M.T)

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

Diketahui Oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(Affandi, S.T.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

LEMBAR PENGESAHAN - II

TUGAS SARJANA

KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

**ANALISA KOEFISIEN GESEK PADA PADUAN
ALUMINIUM DENGAN KECEPATAN PUTARAN
BERVARIASI**

Disusun Oleh :

RIZKI AFRIZAL PRATAMA

1207230025

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 16 September 2017.

Disetujui Oleh :

Pembanding – I

Pembanding – II

(Rahamatullah.S.T.M.Sc)

(Sudirman Lubis.S.T.M.T)

Diketahui Oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(Affandi, S.T.)

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

201

Abstrak

Aluminium merupakan salah satu logam bukan besi yang termasuk paling banyak digunakan didunia industri. Karena beberapa manfaat yang didapat pada aluminium sebagai bahan industri atau bahan keteknikan. Untuk mengetahui seberapa besar kenaikan sifat mekanis aluminium terutama uji gesek pada spesimen aluminium. Aluminium memiliki kekuatan tensil sebesar 90 MPa, terlalu lunak untuk penggunaan yang luas, sehingga seringkali aluminium dipadukan dengan logam lain, titik lebur aluminium 660,3°C. Penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu meningkatkan kekuatan tensil dan gesekan. Tribology *pin-on-disc* menjadi metode untuk mendapatkan nilai koefisien gesek pada suatu material. Spesimen yang dipakai menggunakan bahan material aluminium paduan, yang pada titik tengahnya di beri lubang 8 mm untuk mengikat pada dudukan motor agar spesimen tidak lepas pada saat pengujian gesek. gesekan yang terjadi akibat kecepatan putaran 450 rpm pada spesimen uji yang dimana bebannya 11,5 N , setelah melakukan uji gesek nilai koefisien geseknya 0,12. Lalu pengujian kedua dengan kecepatan putaran 600 rpm, setelah melakukan uji nilai koefisien geseknya 0,16. Lalu pengujian ketiga dengan kecepatan putaran 900 rpm, setelah melakukan uji nilai koefisien geseknya 0,2. Semakin tinggi kecepatan putaran, maka koefisien gesek pada spesimen semakin besar, begitu juga sebaliknya.

Kata kunci : *Aluminium, Tribology Pin-On-Disc.*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur pertama dan utama Penulis sampaikan kepada sang RabbAlam Semesta, yakni Allah SWT Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang, yang telah memberikan Berkah, Rahmahdan Hidayah-Nya kepada Penulis, sehingga Tugas Sarjana ini dapat diselesaikan.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) di program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul Tugas Sarjanainiadalah“**Analisa Koefisien Gesek Pada Paduan Aluminium Dengan Kecepatan Putaran Bervariasi**”

Penulis menyadari bahwa Tugas Sarjana ini masih banyak terdapat kekurangan, baik dalam cara penyajian materi, maupun dalam penganalisaan data. Hal ini mungkin disebabkan oleh keterbatasan buku-buku literatur yang digunakan, maka demi kesempurnaan Tugas Sarjana ini, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sekalian.

Penyelesaian Tugas Sarjana ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak, dan sangat berterima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada Orang Tua yang disayangi (Suharto dan Kartini) sebagaimana mereka telah memberikan dorongan semangat, nasihat serta doa atas perjuangan untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
2. Kepada Bapak Rahmatullah, S.T, M.Sc, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
3. Kepada Bapak Affandi S.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Kepada Bapak Rahmat Kartolo Simanjuntak S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing – I yang telah membimbing, memberikan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
5. Kepada Bapak H. Muharnif M,S.T.,M.Sc, selaku Dosen Pembimbing- II yang telah memimbing, memberikan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
6. Kepada Bapak dan Ibu Dosen dan staff pegawai di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bekal pengetahuan dan bantuan hingga akhir studi.
7. Kepada Seluruh Asisten Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu dan memberikan arahan untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.

8. Kepada pacar saya Nadila Balqis yang memberi semangat, nasihat dan doa untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
9. Kepada seluruh sahabat-sahabat dan rekan seperjuangan di Fakultas Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan yang utama pada kelas A1 Pagi stambuk (2012), yang telah membantu menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
10. Kepada sahabat seperjuangan Ary Afrizal, Affandi Daulay, Bintoro Idikia, Abdullah Fandi Ahmad, yang telah banyak membantu dalam pengerjaan Tugas Sarjana ini.
11. Kepada sahabat Iskandar Syah, Muhammad Arifin.ST, Arya Rudi nst,S.T, M.Irwnsyahputra ST sebagai penyemangat dan memotivasi untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
12. Kepada keluarga UKM SEPAK BOLA UMSU yang telah mendukung dan memberi semangat.
13. Kepada rekan satu tim (Tribology), bapak Junaidi, Fadly Reza Prasetia Nst,Sandry Aprilianto, yang telah berjuang dari awal hingga akhir untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.

Semoga Tugas Sarjana ini dapat memberikan manfaat dan tambahan ilmu bagi pembaca.

Medan, 2017

penulis

RIZKI AFRIZAL PRATAMA
NIM : 1207230025

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN – 1	i
LEMBAR PENGESAHAN – 2	ii
LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA	iv
LEMBAR ASISTENSI TUGASSARJANA	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL	1
DAFTAR GAMBAR	2
DAFTAR NOTASI	3
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematik Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Material Aluminium	4
2.2 Klasifikasi Aluminium	7
2.2.1 Aluminium Murni	7
2.2.2 Aluminium Paduan	7
2.2.3 Sifat Aluminium	7
2.2.3.1 Sifat Fisik Aluminium	8
2.2.3.2 Sifat Mekanik Aluminium	8
2.2.4 Proses Pembuatan Aluminium	10
2.3 Klasifikasi Uji Tribometer	12
2.3.1 Pengertian Uji Tribometer	12
2.3.2 Jenis-Jenis Tribometer	12
2.4 Definisi Percepatan Linier(<i>tangensial</i>) Gerak Melingkar	14
2.5 Laju Linier	17
2.6 Gaya Gesek Statis	18
2.7 Gaya Gesek Kinetis(Dinamis)	19
2.8 Mekanika Kontak	20
2.9 Kontak Statis	21
2.10 Kontak Dinamis	22
2.11 Friction	24
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.1.1 Tempat Peneltian	25
3.1.2 Waktu Penelitian	25

3.2	Diagram Alir Penelitian	26
3.3	Bahan dan Alat	27
3.3.1	Alat Uji Tribology	27
3.3.2	Spesimen Uji Gesek	28
3.3.3	Sensor Kecepatan	28
3.3.4	Arduino	29
3.3.5	Sensor Beban	30
3.3.6	Inventer	30
3.3.7	Kabel USB Arduino	31
3.3.8	Laptop	31
3.3.9	Motor Listrik / <i>Three Phase</i>	32
3.4	Prosedur Penelitian	32
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Hasil Pembuatan Spesimen Uji	37
4.2	Hasil Pengujian	37
4.2.1	Percobaan Spesimen 1,2,3	39
4.2.2	Percobaan Spesimen 4,5,6	39
4.3	Penerapan Rumus Putaran Motor	40
4.4	Penerapan Rumus Koefisien Gesek	43
4.2	Hasil Koefisien Gesek	48
BAB 5 PENUTUP		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat sifat aluminium	8
Tabel 2.2	Koefisien Gesekan Antara Beberapa Permukaan	19
Tabel 3.1	Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian	25
Tabel 4.1	Data Nilai Kecepatan Putaran dan Pembebanan	39
Tabel 4.2	Putaran bervariasi pada spesimen uji aluminium	39
Tabel 4.3	putaran bervariasi pada spesimen uji aluminium	39
Tabel 4.4	hasil nilai koefisien gesek	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses bayer	11
Gambar 2.2	Tribometer <i>pin-on-disc</i>	13
Gambar 2.3	Tribometer <i>pin-on-ring</i>	13
Gambar 2.4	Tribometer <i>block-on-ring</i>	14
Gambar 2.5	Definisi percepatan linier	15
Gambar 2.6	Laju Linier	17
Gambar 2.7	Gaya Gesek Kinetis	19
Gambar 2.8	kontak dua permukaan	21
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.2	Alat uji tribology	27
Gambar 3.3	Spesimen uji gesek dengan bahan aluminium paduan	28
Gambar 3.4	Sensor kecepatan / velocity (RPM)	28
Gambar 3.5	Arduino	29
Gambar 3.6	Sensor beban / load cell	30
Gambar 3.7	Inverter	30
Gambar 3.8	Kabel USB arduino	31
Gambar 3.9	Laptop	31
Gambar 3.10	Motor listrik 3 phase	32
Gambar 3.11	Pemasangan spesimen	33
Gambar 3.12	pemasangan load cell	33
Gambar 3.13	Pemasangan sensor kecepatan	34
Gambar 3.14	Memasang arduino ke laptop	34
Gambar 3.15	Meratakan benda kerja	34
Gambar 3.16	Penyetelan program arduino	35
Gambar 3.17	Pemasangan beban	35
Gambar 3.18	Penyetelan kecepatan	35
Gambar 3.19	Proses Pengujian spesimen	36
Gambar 3.20	Proses penyimpanan data	36
Gambar 4.1	Spesimen uji gesek dari bahan aluminium	37
Gambar 4.2	Hasil spesimen setelah melakukan pengujian	38
Gambar 4.3	Grafik putaran bervariasi pada spesimen uji	40
Gambar 4.4	Grafik putaran bervariasi pada spesimen uji	43
Gambar 4.5	Grafik hasil koefisien gesek	49

DAFTAR NOTASI

Δv	Perubahan Kecepatan (m/s)
Δt	Waktu (s)
m	massa (kg)
a	percepatan (m/s^2)
f_k	gesek kinetis
μ_k	Koefisien Gesek
N	beban
R	jari-jari (m)
V	kecepatan keliling (m/s)
n	putaran (rpm)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan dunia industri, terutama yang berhubungan dengan penelitian bahan material bukan besi, maka Aluminium merupakan salah satu logam bukan besi yang termasuk paling banyak digunakan di dunia industri atau sebagai bahan keteknikan, sehingga logam ini terus dikembangkan untuk berbagai penggunaan.

Aluminium merupakan material yang banyak digunakan dalam kegiatan manusia. Aluminium dengan persentase kemurnian hampir seratus persen mempunyai kekuatan yang rendah dan kekerasan yang kecil. Untuk mengetahui seberapa besar gesekan sifat mekanis aluminium maka dilakukan suatu pengujian uji gesek pada spesimen aluminium.

Dengan latar belakang ini maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul : “**Analisa Koefisien Gesek Pada Paduan Aluminium Dengan Kecepatan Putaran Bervariasi**”.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk pembahasan analisa koefisien gesek pada paduan aluminium dengan kecepatan putaran bervariasi, ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu :

- a. Seberapa besar terjadinya gesekan pada material aluminium terhadap kecepatan yang bervariasi saat pengujian ?

1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan pada uji gesek dengan putaran yang bervariasi, diperlukan batasan-batasan yang akan dibahas mengingat tempat, waktu, dan minimumnya pengalaman penulis.

Adapun yang merupakan batasan-batasan masalah adalah sebagai berikut:

- a. Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah aluminium
- b. Mesin yang digunakan adalah mesin uji *tribology*
- c. Diasumsikan kondisi semua spesimen adalah sama dalam pengujian, hanya kecepatan yang bervariasi
- d. Pengaruh lingkungan (kelembaban, temperatur, angin) diabaikan.

1.4 Tujuan

- a. Tujuan Umum

Untuk menganalisa koefisien gesek pada paduan aluminium dengan menggunakan mesin uji *tribology*.

- b. Tujuan Khusus

1. Untuk menguji koefisien gesek menggunakan mesin uji *tribology* dengan kecepatan yang bervariasi.
2. Untuk menganalisa pengaruh putaran terhadap koefisien gesek dengan mesin uji *tribology*.

1.5. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat dari penyusunan tugas sarjana ini adalah :

1. Dapat bermanfaat untuk penulis selanjutnya sebagai bahan referensi untuk penyempurnaan mesin uji *tribology*.
2. Mendapatkan informasi tentang pengujian uji gesek aluminium dengan menggunakan mesin uji *tribology*.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini sebagai berikut : Bab 1, Pendahuluan berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan pengujian, manfaat dan sistematika penulisan. Bab 2, Tinjauan pustaka, berisi tentang dasar teori aluminium, jenis-jenis tribometer, gaya gesek, dan kontak statis, kontak dinamis dan friction. Bab 3, Metodologi pengujian, tempat dan waktu, berisi tentang alat dan spesimen, dan prosedur pengujian uji gesek. Bab 4, hasil dan pembahasan, berisi tentang hasil dari pengujian bahan aluminium dengan uji gesek. Bab 5 kesimpulan dan saran, berisi tentang hasil pengujian yang dilakukan pada spesimen setelah uji gesek.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Aluminium

Aluminium diambil dari bahasa Latin: alumen, alum. Orang-orang Yunani dan Romawi kuno menggunakan alum sebagai cairan penutup pori-pori dan bahan penajam proses pewarnaan. Pada tahun 1787, Lavoisier menduga bahwa unsur ini adalah Oksida logam yang belum ditemukan. Pada tahun 1761, de Morveau mengajukan nama alumine untuk basa alum. Pada Tahun 1827, Wohler disebut sebagai ilmuwan yang berhasil mengisolasi logam ini. Pada 1807, Davy memberikan proposal untuk menamakan logam ini Aluminum, walau pada akhirnya setuju untuk menggantinya dengan Aluminium. Nama yang terakhir ini sama dengan nama banyak unsur lainnya yang berakhir dengan “ium”. Aluminium ditemukan pada tahun 1825 oleh Hans Christian Oersted. Baru diakui secara pasti oleh F. Wohler pada tahun 1827. Sumber unsur ini tidak terdapat bebas, bijih utamanya adalah bauksit. Penggunaan Aluminium antara lain untuk pembuatan kabel, kerangka kapal terbang, mobil dan berbagai produk peralatan rumah tangga. Senyawanya dapat digunakan sebagai obat, penjernih air, fotografi serta sebagai ramuan cat, bahan pewarna, ampelas dan permata sintesis. Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Kekuatan tarik Aluminium murni adalah 90 MPa, sedangkan aluminium paduan memiliki kekuatan tarik berkisar hingga 600 MPa. Aluminium memiliki berat sekitar satu pertiga baja, mudah ditekuk,

diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik (drawing), dan diekstrusi. Resistansi terhadap korosi terjadi akibat fenomena pasivasi, yaitu terbentuknya lapisan Aluminium Oksida ketika Aluminium terpapar dengan udara bebas. Lapisan Aluminium Oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Aluminium paduan dengan tembaga kurang tahan terhadap korosi akibat reaksi galvanik dengan paduan Tembaga. Dalam keadaan murni aluminium terlalu lunak, terutama kekuatannya sangat rendah untuk dapat dipergunakan pada berbagai keperluan teknik. Dengan pepaduan ini dapat diperbaiki tetapi seringkali sifat tahan korosinya berkurang, demikian juga keuletannya. Jenis dan pengaruh unsur-unsur paduan terhadap perbaikan sifat aluminium antara lain:

1. Silikon (Si)

Dengan atau tanpa paduan lainnya silikon mempunyai ketahanan terhadap korosi. Bila bersama aluminium ia akan mempunyai kekuatan yang tinggi setelah perlakuan panas, tetapi silikon mempunyai kualitas pengerjaan mesin yang jelek, selain itu juga mempunyai ketahanan koefisien panas yang rendah.

2. Tembaga (Cu)

Dengan unsur tembaga pada aluminium akan meningkatkan kekerasannya dan kekuatannya karena tembaga bisa memperhalus struktur butir dan akan mempunyai kualitas pengerjaan mesin yang baik, mampu tempa, keuletan yang baik dan mudah dibentuk.

3. Magnesium (Mg)

Dengan unsur magnesium pada aluminium akan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan kualitas pengerjaan mesin yang baik, mampu las serta kekuatannya cukup.
4. Nikel (Ni)

Dengan unsur nikel aluminium dapat bekerja pada temperature tinggi, misalnya piston dan silinder head untuk motor.
5. Mangan (Mn)

Dengan unsur mangan aluminium sangat mudah dibentuk, tahan korosi baik, sifat dan mampu lasnya baik.
6. Seng (Zn)

Umumnya seng ditambahkan bersama-sama dengan unsur tembaga dalam prosentase kecil. Dengan penambahan ini akan meningkatkan sifat- sifat mekanik pada perlakuan panas, juga kemampuan mesin.
7. Ferro (Fe)

Penambahan ferro dimaksud untuk mengurangi penyusutan, tapi penambahan ferro (Fe) yang besar akan menyebabkan struktur perubahan butir yang kasar, namun hal ini dapat diperbaiki dengan Mg atau Cr.
8. Titanium (Ti)

Penambahan titanium pada aluminium dimaksud untuk mendapat struktur butir yang halus. Biasanya penambahan bersama-sama dengan Cr dalam prosentase 0,1%, titanium juga dapat meningkatkan mampu mesin.

2.2 Klasifikasi Aluminium

2.2.1 Aluminium Murni

Aluminium murni adalah logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Kekuatan tarik Aluminium murni adalah 90 Mpa.

2.2.2 Aluminium Paduan

Elemen paduan yang umum digunakan pada aluminium adalah silikon, magnesium, tembaga, seng, mangan, dan juga lithium sebelum tahun 1970. Secara umum, penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tensil dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi konsentrasi tersebut, umumnya titik lebur akan naik disertai meningkatnya kerapuhan akibat terbentuknya senyawa, kristal, atau granula dalam logam. Namun kekuatan bahan paduan aluminium tidak hanya bergantung pada konsentrasi logam paduannya saja, tetapi juga bagaimana proses perlakuannya hingga aluminium siap digunakan, apakah dengan penempaan, perlakuan panas, penyimpanan, dan sebagainya (Siregar, D, 2013).

2.2.3 Sifat Aluminium

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di

permukaan logam aluminium segera setelah logamterpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium.

2.2.3.1 Sifat Fisik Aluminium

Sifat fisik dari aluminium dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat fisik aluminium (*eprints.undip.ac.id*)

Nama, Simbol, dan Nomor	Aluminium, Al, 13
Sifat Fisik	
Wujud	Padat
Massa jenis	2,70 gram/cm ³
Massa jenis pada wujud cair	2,375 gram/cm ³
Titik lebur	933,47 K, 660,32 °C, 1220,58 °F
Titik didih	2792 K, 2519 °C, 4566 °F
Kalor jenis (25 °C)	24,2 J/mol K
Resistansi listrik (20 °C)	28,2 nΩ m
Konduktivitas termal (300 K)	237 W/m K
Pemuaian termal (25 °C)	23,1 μm/m K
Modulus Young	70 Gpa
Modulus geser	26 Gpa
Poisson ratio	0,35
Kekerasan skala Mohs	2,75
Kekerasan skala Vickers	167 Mpa
Kekerasan skala Brinnel	245 Mpa

2.2.3.2 Sifat Mekanik Aluminium

Adapun sifat-sifat mekanik dari aluminium adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik

Kekuatan tarik adalah besar tegangan yang didapatkan ketika dilakukan pengujian tarik. Kekuatan tarik ditunjukkan oleh nilai tertinggi dari tegangan pada kurva tegangan-regangan hasil pengujian, dan biasanya terjadi ketika terjadinya necking. Kekuatan tarik bukanlah ukuran

kekuatan yang sebenarnya dapat terjadi di lapangan, namun dapat dijadikan sebagai suatu acuan terhadap kekuatan bahan. Kekuatan tarik pada aluminium murni pada berbagai perlakuan umumnya sangat rendah, yaitu sekitar 90 MPa, sehingga untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan tarik yang tinggi, aluminium perlu dipadukan. Dengan dipadukan dengan logam lain, ditambah dengan berbagai perlakuan termal, aluminium paduan akan memiliki kekuatan tarik hingga 600 Mpa (paduan 7075).

2. Kekerasan

Kekerasan gabungan dari berbagai sifat yang terdapat dalam suatu bahan yang mencegah terjadinya suatu deformasi terhadap bahan tersebut ketika diaplikasikan suatu gaya. Kekerasan suatu bahan dipengaruhi oleh elastisitas, plastisitas, viskoelastisitas, kekuatan tarik, *ductility*, dan sebagainya. Kekerasan dapat diuji dan diukur dengan berbagai metode. Yang paling umum adalah metode Brinell, Vickers, Mohs, dan Rockwell. Kekerasan bahan aluminium murni sangatlah kecil, yaitu sekitar 20 skala Brinell, sehingga dengan sedikit gaya saja dapat mengubah bentuk logam. Untuk kebutuhan aplikasi yang membutuhkan kekerasan, aluminium perlu dipadukan dengan logam lain dan/atau diberi perlakuan termal atau fisik. Aluminium dengan 4,4% Cu dan diperlakukan *quenching*, lalu disimpan pada temperatur tinggi dapat memiliki tingkat kekerasan Brinell sebesar 160.

3. *Ductility* (kelenturan)

Ductility didefinisikan sebagai sifat mekanis dari suatu bahan untuk menerangkan seberapa jauh bahan dapat diubah bentuknya secara plastis tanpa terjadinya retakan. Dalam suatu pengujian tarik, *ductility* ditunjukkan dengan bentuk *necking*nya; material dengan *ductility* yang tinggi akan mengalami *necking* yang sangat sempit, sedangkan bahan yang memiliki *ductility* rendah, hampir tidak mengalami *necking*. Sedangkan dalam hasil pengujian tarik, *ductility* diukur dengan skala yang disebut elongasi. Elongasi adalah seberapa besar pertambahan panjang suatu bahan ketika dilakukan uji kekuatan tarik. Elongasi ditulis dalam persentase pertambahan panjang per panjang awal bahan yang diujikan.

4. *Recyclability* (daya untuk didaur ulang)

Aluminium adalah 100% bahan yang dapat didaur ulang tanpa penurunan dari kualitas awalnya, peleburannya memerlukan sedikit energi, hanya sekitar 5% dari energi yang diperlukan untuk memproduksi logam utama yang pada awalnya diperlukan dalam proses daur ulang.

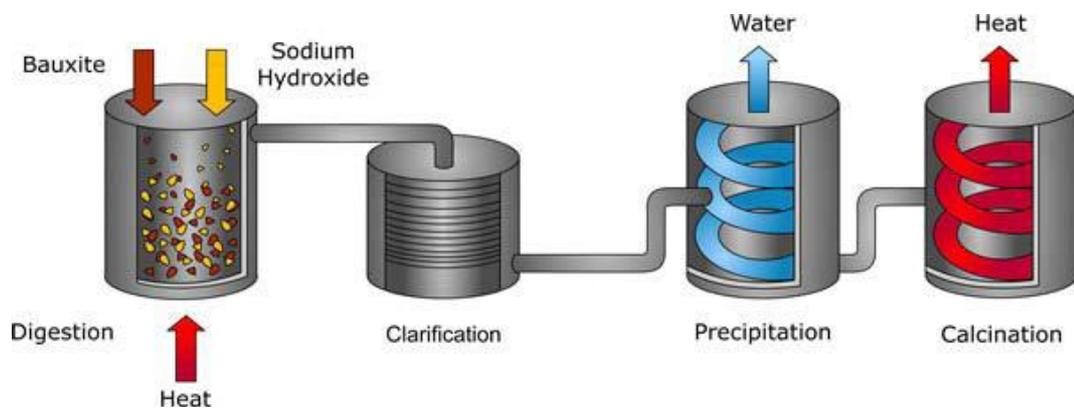
5. *Reflectivity* (daya pemantulan)

Aluminium adalah reflektor yang baik dari cahaya serta panas, dan dengan bobot yang ringan, membuatnya ideal untuk bahan reflektor misalnya atap.

2.2.4 Proses Pembuatan Aluminium

Aluminium adalah logam yang sangat reaktif yang membentuk ikatan kimia berenergi tinggi dengan oksigen. Dibandingkan dengan logam lain, proses ekstraksi aluminium dari batuannya memerlukan energi yang tinggi untuk

mereduksi Al_2O_3 . Proses reduksi ini tidak semudah mereduksi besi dengan menggunakan batu bara, karena aluminium merupakan reduktor yang lebih kuat dari karbon. Proses produksi aluminium dimulai dari pengambilan bahan tambang yang mengandung aluminium (bauxit, corundum, gibbsite, boehmite, diaspor, dan sebagainya). Selanjutnya, bahan tambang dibawa menuju proses Bayer yang ditampilkan oleh gambar 2.1



Gambar 2.1 Proses Bayer

Proses Bayer menghasilkan alumina (Al_2O_3) dengan membasuh bahan tambang yang mengandung aluminium dengan larutan natrium hidroksida pada temperatur $175\text{ }^{\circ}C$ sehingga menghasilkan aluminium hidroksida, $Al(OH)_3$. Aluminium hidroksida lalu dipanaskan pada suhu sedikit di atas $1000\text{ }^{\circ}C$ sehingga terbentuk alumina dan H_2O yang menjadi uap air. Setelah Alumina dihasilkan, alumina dibawa ke proses Hall-Heroult. Proses Hall-Heroult dimulai dengan melarutkan alumina dengan lelehan Na_3AlF_6 , atau yang biasa disebut cryolite. Larutan lalu dielektrolisis dan akan mengakibatkan aluminium cair menempel pada anoda, sementara oksigen dari alumina akan teroksidasi bersama anoda yang terbuat dari karbon, membentuk karbon dioksida. Aluminium cair memiliki massa

jenis yang lebih ringan dari pada larutan alumina, sehingga pemisahan dapat dilakukan dengan mudah.

2.3 Klasifikasi Uji Tribometer

2.3.1 Pengertian Uji Tribometer

Tribometer adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur gesekan dan keausan antara dua permukaan. Ada beberapa desain pada tribometer, tapi yang paling sering digunakan adalah permukaan datar atau bulat yang bergerak berulang-ulang di seluruh muka material. Sebuah material diberikan tepat pada bagian bergerak selama tes. Pengukuran terakhir menunjukkan keausan pada bahan dan sering digunakan untuk menentukan kekuatan dan panjang umur. Tribometer merupakan bagian integral dari manufaktur dan rekayasa.

Dalam industri dan manufaktur, tribometer dapat digunakan untuk berbagai produk. Kebanyakan yang terkait dengan tribometer adalah pada pengujian bagian bagian mesin yang berkontak. Aplikasi lain yang sering dilakukan adalah pengujian pada implan medis dan pelumas.

2.3.2 Jenis-Jenis Tribometer

Jenis tribometer ada banyak, tiga diantara jenis tribometer yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tribometer *Pin-on-Disc*

Tribometer *pin-on-disc* adalah tribometer yang menggunakan pin dan lempengan plat datar sebagai material yang bergesekan. Disc akan berotasi dan pin diberikan beban agar permukaan pin menekan pada permukaan disc . Pada

sebagian tribometer, pin dikondisikan untuk diam tetapi pada tribometer yang lain juga ada yang menggerakkan pin ketika diberi beban agar terjadi sliding . Gambar 2.1 menunjukkan tribometer jenis *pin-on-disc*.



Gambar 2.2 Tribometer *pin-on-disc*

2. Tribometer *Pin-on-Ring*

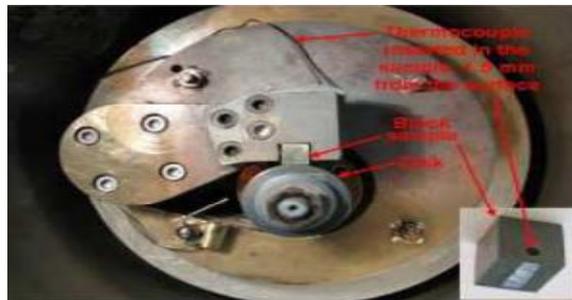
Tribometer *pin-on-ring* merupakan jenis tribometer yang menggunakan ring dan pin sebagai material yang berkontak. Ring melakukan rotasi sedangkan pin diberikan beban agar menekan *ring*. Sebagian tribometer *pin-on-ring*, pada bidang kontak dapat diberikan pelumas untuk mengukur nilai dari karakteristik



Gambar 2.3 Tribometer *pin-on-ring*

3. Tribometer *Block-on-Ring*

Pada tribometer block-on-ring material yang digunakan sebagai spesimen adalah sebuah block dan ring. Ring melakukan rotasi sedangkan block diberikan beban agar menekan ring. Sebagian tribometer *block-on-ring*, pada bidang kontak dapat diberikan pelumas untuk mengukur nilai dari karakteristik minyak pelumas yang akan diuji. Pada tribometer jenis ini, untuk mengatur bagian yang akan berkontak relatif lebih susah karena permukaan kontakannya lebih besar.

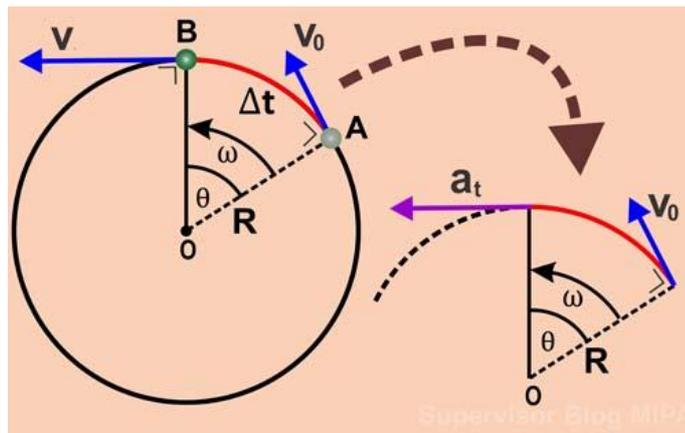


Gambar 2.4 Tribometer *block-on-ring*

2.4 Definisi Kecepatan Linier (*Tangensial*) Gerak Melingkar

Dalam gerak melingkar terdapat dua jenis kecepatan, yaitu kecepatan linear (*tangensial*) yang arahnya selalu menyinggung lingkaran dan juga kecepatan sudut (*angular*) yang arahnya mengikuti arah gerak benda sepanjang lintasan lingkaran. jadi bisa dikatakan, kecepatan tangensial dan kecepatan angular merupakan besaran yang sejenis akan tetapi memiliki arti fisis, nilai dan arah yang berbeda. Percepatan pada gerak melingkar lebih unik lagi, karena ada tiga jenis percepatan, yaitu percepatan linear (*tangensial*), percepatan sudut (*angular*) dan percepatan sentripetal (*radial*). Namun dalam artikel ini hanya akan dibahas satu jenis percepatan saja, yaitu percepatan tangensial. Konsep percepatan

tangensial pada gerak melingkar itu sama dengan konsep percepatan linear pada gerak lurus berubah beraturan yang biasa disebut dengan “percepatan” saja. Dalam gerak lurus berubah beraturan atau GLBB, percepatan dapat terjadi karena ada perubahan kecepatan. Hal yang serupa juga berlaku pada gerak melingkar. Untuk lebih jelas perhatikan gambar berikut ini :



Gambar 2.5 definisi percepatan linier

Sebuah partikel mula-mula bergerak dari titik A dengan kecepatan linear v_0 . Kemudian dalam selang waktu Δt , partikel tersebut mencapai titik B dengan kecepatan linear v dan kecepatan sudut ω . Posisi sudut yang ditempuh partikel tersebut dalam selang Δt sebesar θ . Dalam fisika, besarnya perubahan kecepatan linear partikel tersebut dalam selang waktu Δt selama bergerak melingkar disebut dengan percepatan linear atau tangensial (a_t) yang arahnya menyinggung lingkaran. Dengan demikian dapat kita simpulkan pengertian percepatan linear gerak melingkar yaitu sebagai berikut:

Dari definisi percepatan tangensial tersebut, maka kita dapat menuliskan rumus atau persamaan percepatan linear pada gerak melingkar yaitu sebagai berikut:

$$a_t = \frac{\text{Perubahan kecepatan tangensial}}{\text{selang waktu}}$$

Atau dapat ditulis sebagai simbol berikut :

$$a_t = \frac{V-V_0}{\Delta t} \quad (2.1)$$

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2.2)$$

Keterangan :

a_t = Percepatan Tangensial (m/s^2)

v = Kecepatan tangen pada saat (m/s)

v_s = Kecepatan tangensial awal (m/s)

Δv = Perubahan kecepatan (m/s)

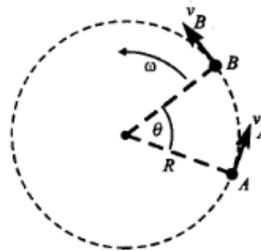
Δt = Selang waktu (s)

Dalam kinematika gerak lurus, percepatan hanya dapat terjadi jika ada perubahan kecepatan pada gerak benda. Dengan kata lain benda melakukan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Begitu juga dalam gerak melingkar, percepatan tangensial hanya terjadi jika ada perubahan kecepatan tangensial. Dengan kata lain, benda melakukan gerak melingkar berubah beraturan (GMBB). Percepatan tangensial atau linear mempengaruhi kecepatan putar benda yang bergerak melingkar. Semakin besar percepatan tangensial, maka benda. Arah percepatan tangensial (a_t) dapat sama atau berlawanan dengan arah kecepatan linear. Jika percepatan tangensial searah dengan kecepatan linear, maka benda akan mengalami percepatan sehingga semakin lama kecepatan putar benda akan semakin meningkat. Sedangkan jika percepatan tangensial berlawanan arah

dengan kecepatan linear maka benda akan mengalami perlambatan yang membuat kecepatan putar benda semakin menurun. Untuk lebih memahami tentang percepatan linear gerak melingkar,

2.5 Laju Linier

Sebuah partikel bergerak melingkar menempuh lintasan sepanjang keliling lingkaran $2\pi R$ dengan kelajuan tetap v , jari-jari lintasannya R , dengan waktu putar atau periode T .



Gambar 2.6 Laju Linier

Sebuah partikel bergerak melingkar menempuh lintasan sepanjang keliling lingkaran $2\pi R$ dengan kelajuan tetap v , jari-jari lintasannya R , dengan waktu putar atau periode T . Waktu yang diperlukan oleh sebuah titik untuk melakukan satu kali lingkaran penuh dari titik A kembali ke titik A lagi adalah T , yang disebut dengan satu periode. Panjang lintasan yang ditempuh adalah s , atau satu keliling lingkaran. Sedangkan frekuensi f adalah banyaknya lingkaran penuh yang dapat dilakukan dalam waktu satu sekon. Jadi, frekuensi merupakan kebalikan dari periode. Laju linier partikel v dapat dituliskan sebagai berikut :

$$v = 2\pi Rn \quad (2.3)$$

Keterangan :

v = kecepatan linier (m/s)

R = jari-jari (m)

n = jumlah putaran yang dilakukan dalam satu sekon (Hz)

2.6 Gaya Gesek Statis

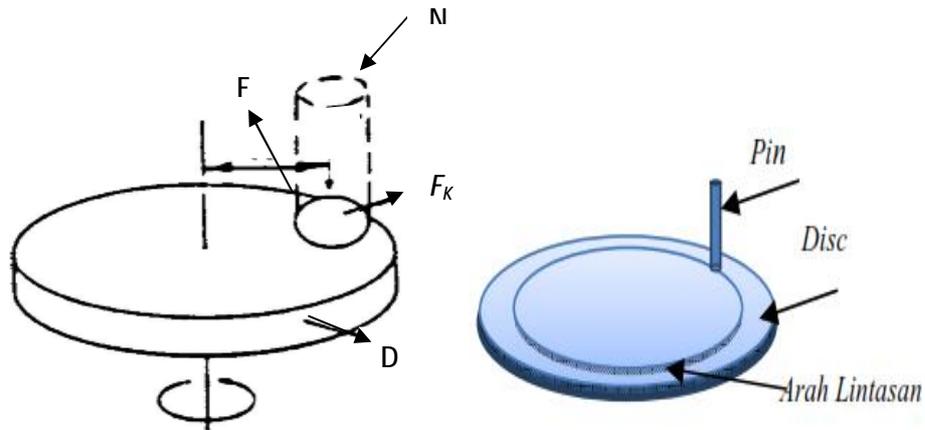
Gaya gesek statis adalah gesekan antara dua benda padat yang tidak bergerak relatif satu sama lainnya. Sebagai contoh, gesekan statis dapat mencegah benda meluncur ke bawah pada bidang miring. Koefisien gesek statis umumnya dinotasikan dengan μ_s , gaya gesek dinotasikan dengan F_s (friction of weight) dan gaya normal dinotasikan dengan N (friction of normal). Gaya gesek statis dihasilkan dari sebuah gaya yang diaplikasikan tepat sebelum benda tersebut bergerak. Gaya gesekan maksimum antara dua permukaan sebelum gerakan terjadi adalah hasil dari koefisien gesek statis dikalikan gaya normal.

$$F_s = \mu_s N \quad (2.4)$$

Dimana F_s gaya gesek statis, μ_s koefisien gesek statis benda, N gaya normal.

Ketika tidak ada gerakan yang terjadi, gaya gesek dapat memiliki nilai dari nol hingga gaya gesek maksimum. Setiap gaya yang lebih kecil dari gaya gesek maksimum yang berusaha untuk menggerakkan salah satu benda akan dilawan oleh gaya gesekan yang setara dengan besar gaya tersebut namun berlawanan arah. Setiap gaya yang lebih besar dari gaya gesek maksimum akan menyebabkan gerakan terjadi.

2.7 Gaya Gesek Kinetis



Gambar 2.7 Gaya Gesek Kinetis

$$F_k = \mu_k N \quad (2.5)$$

$$\mu_k = \frac{f_k}{N} \quad (2.6)$$

Dimana F_k gaya gesek kinetis, μ_k koefisien gesek kinetis benda, N gaya normal

Gaya gesek kinetis (dinamis) terjadi ketika dua buah benda bergerak relatif satu sama lainnya dan saling bergesekan. Koefisien gesek kinetis umumnya dinotasikan dengan f_k dan pada umumnya selalu lebih kecil dari gaya gesek statis untuk material yang sama.

Tabel 2.2 Koefisien Gesekan Antara Beberapa Permukaan (*repository.ipb.ac.id*)

BAHAN	μ_s	μ_k
Besi pada Baja	0,74	0,57
Aluminium pada Baja	0,61	0,47
Tembaga pada Baja	0,53	0,36
Kuningan pada Baja	0,51	0,44

Seng pada besi	0,83	0,21
Tembaga pada Besi	1,05	0,29
Kaca pada Kaca	0,94	0,40
Tembaga pada Kaca	0,68	0,53
Teflon pada Teflon	0,04	0,04
Karet pada Beton (kering)	1,00	0,80

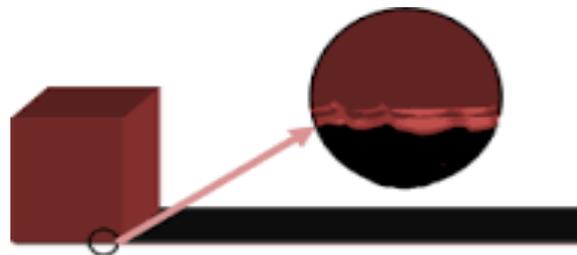
2.8 Mekanika kontak

Mekanika Kontak Secara sederhana mekanika kontak (contact mechanics) mempelajari tentang kontak yang terjadi antar benda, yang merupakan bagian dari ilmu tribologi. Mekanika kontak mempelajari tentang tegangan dan deformasi yang ditimbulkan saat dua permukaan solid saling bersentuhan satu sama lain pada satu titik atau lebih, dimana gerakan kedua benda atau lebih dibatasi oleh suatu constraint. Kontak yang terjadi antara dua benda dapat berupa titik, garis ataupun permukaan. Jika kontak yang terjadi diteruskan dan dikenai suatu beban kontak, maka kontak yang awalnya berupa titik dapat berubah menjadi bentuk ataupun permukaan yang lain tergantung besar tegangan yang terjadi saat terjadinya kontak (Yanto, 2010). Hampir setiap permukaan dapat dipastikan menerima beban kontak, dimana tegangan paling besar terdapat pada area titik atau permukaan tertentu. Jenis konfigurasi pembebanan pada batas elastis dinamakan Hertzian Contact. Kita mengetahui bahwa ketika dua permukaan yang terkena kontak terdapat tekanan yang terbentuk pada suatu titik maupu garis. Kita dapat melihat titik atau garis kontak pada permukaan lengkung saat kontak

keduanya mempunyai gerakan memutar. Kondisi ini akan muncul seperti halnya roda bertemu dengan suatu permukaan dan bagian yang saling kontak pada roda gigi transmisi dan kontak yang terjadi pada screw conveyor dengan bahan yang di angkut. Saat dua permukaan benda, diletakkan dan diberi beban bersama-sama dan diamati dengan skala mikron maka akan terbentuk deformasi pada kedua permukaan tersebut. Dengan pengamatan skala mikron setiap benda memiliki kekasaran permukaan, sehingga kontak aktual terjadi pada asperities dari kedua dan sifat materialnya, asperities akan mengalami deformasi elastis, elastis plastis, atau fully plastis.

2.9 Kontak Statis

Kontak statis bermula ketika beban dikenakan pada benda. Dalam skala mikro, surface yang merupakan sekumpulan dari asperiti-asperiti akan mengalami deformasi. Daerah kontak akan bertambah banyak seiring dengan meningkatnya jumlah asperiti yang saling kontak karena peningkatan beban. Akibat selanjutnya adalah muncul fenomena deformasi.



Gambar 2.8 kontak dua permukaan

Rejim elastis mengacu pada ketiadaan defomasi plastis, yaitu ketika beban yang dikenakan pada benda dihilangkan, maka benda tersebut dapat kembali ke bentuk asal. Rejim elastis plastis ialah keadaan transisi dari elastis ke plastis. Dalam

rejim ini benda terdeformasi plastis, tetapi daerah kontak masih berada pada daerah elastis serta kondisi ketiga adalah kondisi plastis (fully plastic). Kondisi ini terjadi apabila daerah kontak telah terjadi luluh sepenuhnya, yaitu nilai modulus elastisitas suatu material sudah terlewati. Untuk mempermudah dalam menganalisa kontak, para peneliti membangun sebuah model. Model dapat berupa formula matematis ataupun bentuk asperiti. Bentuk Asperiti dapat disederhanakan dengan memodelkannya dalam bentuk bola (sphere), setengah bola (hemisphere), elips (ellips) ataupun bentuk datar (flat). Pendekatan model ini dapat diperoleh dengan finite element dan juga data hasil percobaan. Fenomena beralihnya keadaan dari elastis menuju plastis pada tingkat asperiti sangat menarik untuk dikaji. Zhao et al (2000) menggunakan parameter ω sebagai kedalaman penetrasi untuk kedalaman menganalisanya.

2.10 Kontak Dinamis

Kontak dinamis terbagi menjadi dua bagian. Bagian pertama tentang kontak luncur (*sliding contact*) dan yang kedua tentang kontak bergulir (*rolling contact*).

1. Kontak luncur (*Sliding Contacts*)

Kontak ini terjadi karena adanya beban tangensial sehingga gerakan luncur bisa terjadi. Sedangkan pada kontak statis hanya ada gaya normal saja. Beberapa peneliti mengkombinasikan antara kedua beban tersebut. Kerena pada kenyataannya gerakan sliding yang merupakan awal terjadinya gesekan, bermula dari kontak statis.

2. Kontak Bergulir (*Rolling Contacts*)

Gerakan dalam rolling contact diklasifikasikan menjadi (Halling, 1976): 1. Bergulir bebas. 2. Bergulir dengan tujuan untuk traction. 3. Bergulir dalam alur. 4. Bergulir disekitar kurva. Setiap gerakan yang bergulir, jenis free rolling pasti terjadi, sedangkan jenis 2, 3 dan 4 terjadi secara terpisah atau dapat juga kombinasi, tergantung pada situasinya. Kasus berputarnya roda mobil adalah melibatkan gerakan 1 dan 2. Gesekan karena rolling adalah resistansi terhadap gerakan yang berlangsung ketika sebuah permukaan bergulir terhadap permukaan yang lain. Terminologi gesekan rolling umumnya terbatas pada benda dengan bentuk yang mendekati sempurna dengan tingkat kekasaran permukaan yang relatif kecil. Pada material yang keras, koefisien gerak rolling antara sebuah silinder dan benda bulat atau dengan benda datar adalah berkisar antara 10⁻⁵ sampai 5x10⁻⁴.

Koefisien dari *sliding friction* pada kondisi benda tanpa pelumas dari 0,1 sampai lebih besar dari 1 (Bushan, 1999). Jika kontak dari dua buah benda *non-conformal* adalah jenis titik, keadaan rolling murni berlaku disini. Gesekan karena gerakan gulir dapat disebabkan oleh berbagai kasus, tetapi walau bagaimanapun, *slipping/sliding* lebih dominan sebagai penyebabnya (Robinowicz, 1995). Kekasaran adalah sebuah parameter penting dalam kontak bergulir dalam hubungannya dengan gesekan dan aus. Kesempurnaan geometri *rolling* dapat dikurangi dengan kekasaran sehingga *microslip* yang terjadi pada tingkat kekasaran saja. *Deformasi plastis* pada *asperiti* juga dapat menyebabkan hilangnya energi selama gerakan bergulir. Ditinjau dari sisi gaya gesek, permukaan yang halus mempunyai gaya gesek yang lebih kecil jika dibandingkan

permukaan yang kasar. Hampir setiap kasus gesekan pada *rolling contact*, gaya gesek akan mengalami penurunan saat *running-in*.

2.11 Friction

Friction adalah gaya gesek yang timbul karena adanya kontak antara dua permukaan yang saling bersinggungan. Hal ini akan selalu timbul meskipun pada permukaan yang stationary (diam) tapi akan sangat kelihatan ketika salah satu permukaan saling bergesekan satu sama lain. Jenis dari permukaan sangat menentukan gaya gesek yang terjadi pada permukaan yang kasar akan mengalami friction yang lebih besar dari pada permukaan yang halus. Ketika sebuah permukaan dikatakan sebagai permukaan yang halus, maka permukaan yang tidak teratur hanya sedikit. Jika sebuah usaha membuat dua permukaan saling bergeser maka bukit-bukit pada kedua permukaan akan cenderung saling mengunci dan mengalami pergerakan yang berkawanan arah. Permukaan yang kasar akan kelihatan sangat jelas mengalami tahanan dan akan mengalami tahanan geser lebih besar dibandingkan dengan permukaan yang halus. Permukaan benda kerja yang dikerjakan dengan mesin akan mempunyai hasil permukaan yang halus. Ada bermacam-macam ukuran kehalusan tergantung dari kegunaan benda kerja yang dihaluskan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan.

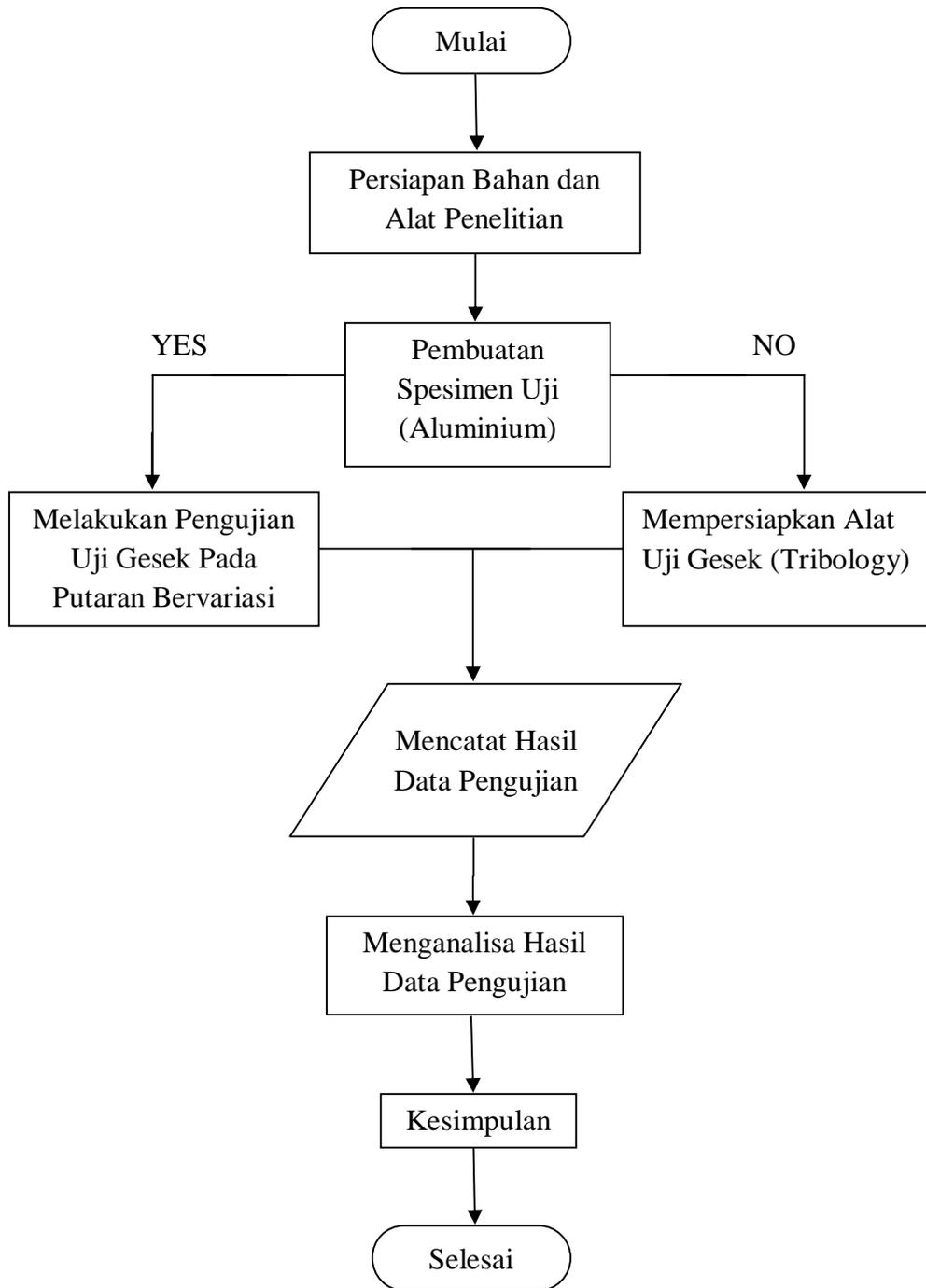
3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu kegiatan pelaksanaan penelitian dilaksanakan selama 11 bulan seperti pada tabel 3.1 dan langkah-langkah penelitian yang dilakukan pada data dibawah ini :

Tabel 3.1 : jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Bulan (Tahun 2016-2017)										
		Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Ags	Sept
1.	Pengajuan Judul	■										
2.	Studi Literature			■	■	■	■					
3.	Perancangan Alat			■	■	■	■	■	■	■	■	
4.	Pembuatan Spesimen										■	
5.	Pelaksanaan Pengujian										■	
6.	Penyelesaian Skripsi										■	■

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

Keterangan diagram alir penelitian :

Mempersiapkan bahan percobaan atau spesimen. Bahan yang digunakan ialah Aluminium. Setelah membentuk spesimen, melakukan penelitian dengan pengujian yang menggunakan kecepatan yang bervariasi. Setelah itu, mencatat hasil data dari pengujian yang dilakukan.

3.3 Bahan dan Alat

Adapun bahan yang digunakan dalam yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

3.3.1 Alat uji tribology

Merupakan alat uji yang akan digunakan untuk mengetahui koefisien gesek. Fungsinya ialah untuk mengetahui koefisien gesek dengan kecepatan bervariasi, yang digerakkan oleh motor listrik. dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alat Uji Tribology

3.3.2 Spesimen Uji Gesek

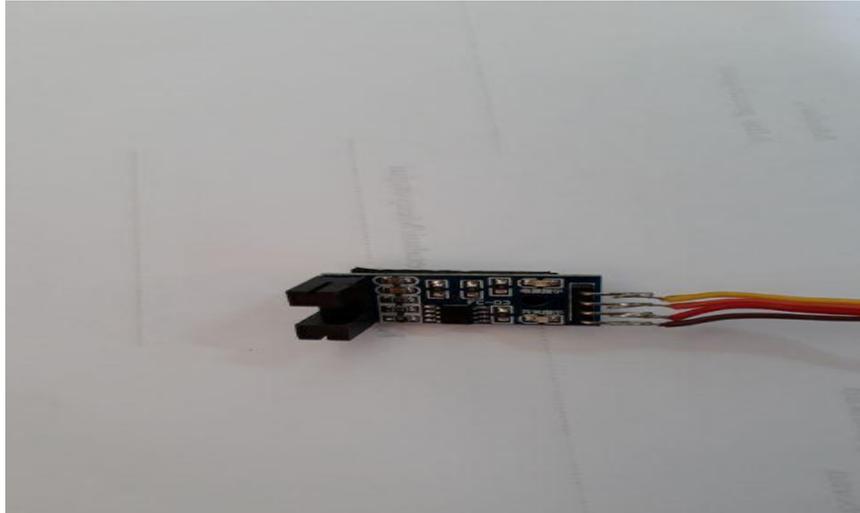
Spesimen berfungsi sebagai sample atau bahan material yang akan diuji yang diletakan di atas motor. Spesimen ini digunakan untuk mengetahui nilai kurva koefisien gesek pada putaran bervariasi. Bahan atau yang akan diuji, menggunakan aluminium paduan, yang dibentuk bulat dengan tebal 2 MM dan diameter 13 CM . Dimensi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Spesimen Aluminium

3.3.3 Sensor Kecepatan / velocity (RPM)

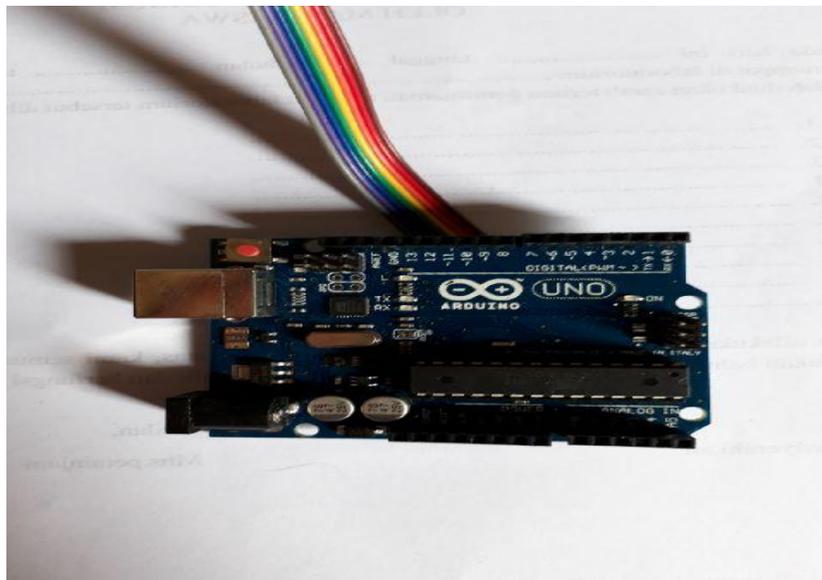
Sensor kecepatan atau velocity sensor merupakan suatu sensor yang digunakan untuk mendeteksi kecepatan gerak benda untuk selanjutnya diubah kedalam bentuk sinyal elektrik, dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Sensor Kecepatan / velocity (RPM)

3.3.4 Arduino

Arduino digunakan untuk membaca sensor ke PC dan arduino uno sebagai sistem aplikasipembuat program / pengatur program sistem kerja sensor pada rpm dan load cell dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Arduino

3.3.5 Sensor Beban / Load Cell

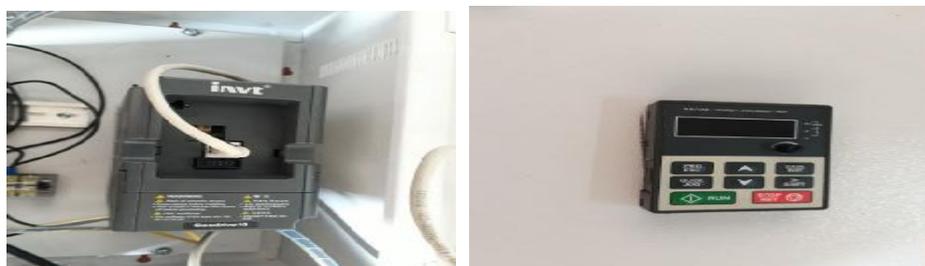
Load cell digunakan untuk membaca beban pada uji roda gigi lurus dan seberapa beban yang akan di berikan pada pengujian ini dan beban yang di berikan pada pengujian ini adalah 1kg . dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Sensor beban / Load cell

3.3.6 Inverter

Digunakan untuk membaca frekuensi dengan mengatur seberapa besar putaran yang diberikan pada pengujian uji gesek, dan nilai putaran yang diberikan pada pengujian ini adalah 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm. dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Inverter

3.3.7 Kabel USB Arduino

digunakan sebagai pengantar muka pemrograman atau komunikasi ke PC (Laptop).



Gambar 3.8 Kabel USB Arduino

3.3.8 Laptop

Laptop ASUS digunakan pada saat proses pengujian dan dihubungkan dengan arduino uno yang akan menampilkan hasil kecepatan (Rpm) dan pembebanan dari load cell yang terjadi pada saat pengujian. dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Laptop

3.3.9 Motor Listrik / *Three Phase*

- Spesifikasi dari motor penggerak

Merek : Tanika

Type : Y802-4

Voltase : 220/380 V

Frekuensi : 50Hz

Kuat arus : 3.5/2.0 Ampere

Power : 0,75 KW

Putaran : 1390 rpm



Gambar 3.10 Motor Listrik 3 Phase

3.4 Prosedur Penelitian

Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu melakukan pembentukan lubang pada titik tengah spesimen yang akan diuji dengan ukuran

diameter 12mm, Untuk pemasangan spesimen ke dudukan motor alat uji *tribology*. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan kecepatan dan pembebebanan yang bervariasi, dengan menggunakan alat uji *tribology* (uji gesek) dengan cara sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat uji serta bahan-bahan yang akan digunakan untuk pengujian.
2. Memasang spesimen uji gesek pada alat uji *tribology* , pada ujung dudukan motor listrik , dapat dilihat pada gambar 3.11.



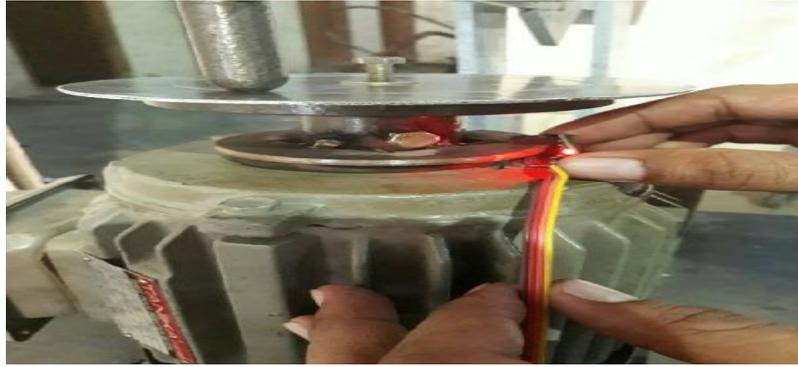
Gambar 3.11 Pemasangan Spesimen

3. Memasang Load Cell pada alat uji *tribology* , dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar. 3.12 Pemasangan Load Cell

4. Memasang sensor kecepatan (Rpm) , dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Pemasangan Kecepatan (RPM).

5. memasang sensor Arduino Uno pada PC (laptop) menggunakan kabel USB Arduino. dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Memasang Arduiono Ke Laptop

6. Meratakan benda kerja pada spesimen yang akan diuji dengan menggunakan water pass. dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Meratakan Benda kerja

7. Penyetelan program arduino uno pada laptop, yang akan menghasilkan angka kecepatan (Rpm) dan pembebanan dari load cell yang terjadi saat pengujian. dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Penyetelan Program Arduino

8. pemasangan beban, bebang yang digunakan seberat 1,18 kg. Dapat dilihat pada gambar 3.17



Gambar 3.17 Pemasangan beban seberat 1,18kg

9. Penyetelan putaran dengan mengatur tombol pada Inverter . Dapat dilihat pada gambar 3.18



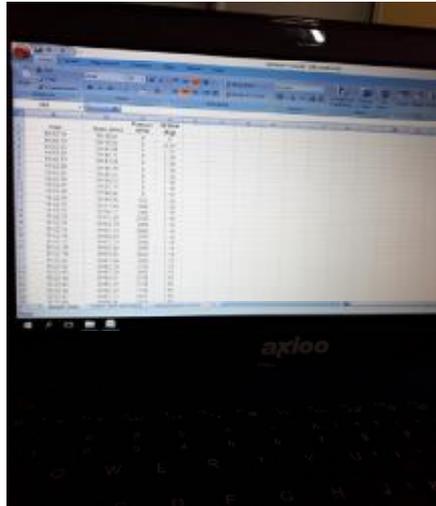
Gambar 3.18 Penyetelan kecepatan

10. Proses pengujian spesimen dengan kecepatan bervariasi. Dapat dilihat pada gambar 3.19



Gambar 3.19 Proses Pengujian spesimen

11. Setelah data di dapat langsung save data dan proses pengujian uji gesek selesai.



Gambar 3.20 proses penyimpanan data

12. Setelah itu motor dimatikan dan inventer juga dimatikan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Spesimen Uji

Pembentukan atau pembuatan spesimen uji gesek bahan Aluminium, dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Spesimen Uji Gesek Dari Bahan Aluminium

Berdasarkan gambar 4.1. pada titik tengah di lubangi menggunakan mata bor 8 mm, untuk mengikat baut pada dudukan motor listrik, agar spesimen terikat kuat pada dudukan motor listrik tersebut.

4.2 Hasil Pengujian Uji Gesek *Tribology pin-on-disc*

Berdasarkan gambar 4.2 pengujian dengan kecepatan 450 rpm, 600 rpm, 750 rpm, 900 rpm, 1050 rpm, 1200 rpm. Spesimen uji yang mengalami

gesekan yang disebabkan gaya gesek. Hasil pengujian pada spesimen saat pengujian adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Hasil spesimen setelah melakukan pengujian

Karena ketidak konstannya pada putaran motor, maka penulis hanya memanipulasikan putaran pada spesimen uji bahan aluminium, dengan kecepatan 450 rpm, 600 rpm, 750 rpm, 900 rpm, 1050 rpm, 1200 rpm, didapat data berdasarkan gesekan yang terjadi terhadap beban seberat 1,18 kg pada spesimen uji (dapat dilihat pada tabel 4.1, gambar 4.3).

Hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium Mekanika Kekuatan Material di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jalan Kapten Mukhtar Basri No, 3 Medan. Data percobaan pada uji gesek ini dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Data Nilai Kecepatan Putaran dan Pembebanan

No	Putaran (rpm)	Beban (kg)
1	450	1,18 kg
2	600	1,18 kg
3	750	1,18 kg
4	900	1,18 kg
5	1050	1,18 kg
6	1200	1,18 kg

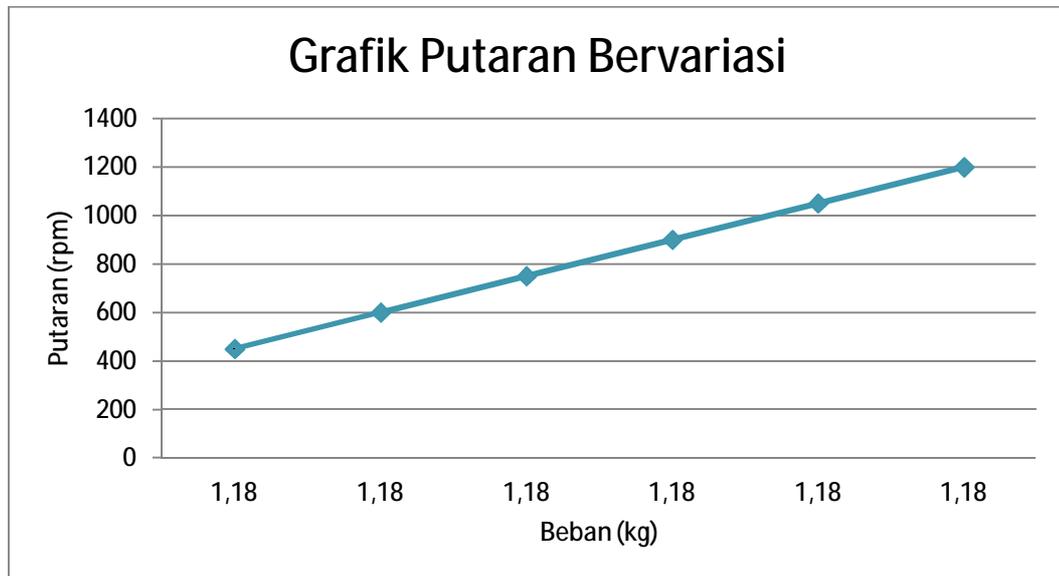
Berdasarkan tabel 4.1 pengujian yang dilakukan sebanyak 6 x pengujian dan dapat dilihat data nilai kecepatan bervariasi dengan menggunakan pembebanan seberat 1,18 kg.

4.2.1 Percobaan Spesimen

Pada percobaan ini beban yang digunakan 1,18 kg dengan kecepatan putaran yang bervariasi yaitu 450 rpm, 600 rpm, 750 rpm, 900 rpm, 1050 rpm, 1200 rpm dan dilakukan selama 1 menit dengan hasil data sebagai berikut :

Tabel 4.2 putaran bervariasi pada spesimen uji aluminium

spesimen	Kecepatan (rpm)	Beban (kg)
I	450	1,18
II	600	1,18
III	750	1,18
IV	900	1,18
V	1050	1,18
VI	1200	1,18



Gambar 4.3 Grafik Putaran Bervariasi

Berdasarkan gambar 4.3 grafik putaran bervariasi pada uji gesek spesimen aluminium, dimana bebannya 1,18kg. Telah melakukan pengujian gaya gesek, dapat disimpulkan bahwa semakin cepat putaran pada motor maka semakin besar pula gaya gesek yang terjadi pada spesimen.

4.3 Penerepan Rumus Putaran Motor

Motor induksi 3 fasa merupakan motor listrik yang bekerja berdasarkan putaran medan elektromagnetik yang di induksikan dari kumparan stator ke rotornya. Kecepatan putaran magnet ini dipengaruhi oleh frekuensi sumber yang masuk ke motor. Dimana pada pengujian uji gesek dengan putaran yang bervariasi dengan frekuensi 15 Hz, 20 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz. Dengan putaran dapat kita peroleh.

$$N_s = \frac{120 f}{p}$$

Diketahui : Frekuensi = 15 Hz, 20 Hz, 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz.

$$P = 4 \text{ kutup}$$

1. Perhitungan dengan frekuensi 15 Hz

diketahui : $f = 15 \text{ Hz}$

$$p = 4$$

$$N_s = \frac{120 f}{p}$$

$$N_s = \frac{120 \times 15}{4}$$

$$N_s = 450 \text{ rpm}$$

jadi frekuensi 15 Hz sama dengan putaran 450 rpm

2. Perhitungan dengan frekuensi 20 Hz

diketahui : $f = 20 \text{ Hz}$

$$p = 4$$

$$N_s = \frac{120 f}{p}$$

$$N_s = \frac{120 \times 20}{4}$$

$$N_s = 600 \text{ rpm}$$

jadi frekuensi 20 Hz sama dengan putaran 600 rpm

3. Perhitungan dengan frekuensi 25 Hz

diketahui : $f = 25$ Hz

$$p = 4$$

$$N_s = \frac{120 f}{p}$$

$$N_s = \frac{120 \times 25}{4}$$

$$N_s = 750 \text{ rpm}$$

jadi frekuensi 25 Hz sama dengan putaran 750 rpm

4. Perhitungan dengan frekuensi 30 Hz

diketahui : $f = 30$ Hz

$$p = 4$$

$$N_s = \frac{120 f}{p}$$

$$N_s = \frac{120 \times 30}{4}$$

$$N_s = 900 \text{ rpm}$$

jadi frekuensi 30 Hz sama dengan putaran 900 rpm

5. Perhitungan dengan frekuensi 35 Hz

diketahui : $f = 35$ Hz

$$p = 4$$

$$N_s = \frac{120 f}{p}$$

$$N_s = \frac{120 \times 35}{4}$$

$$N_s = 1050 \text{ rpm}$$

jadi frekuensi 35 Hz sama dengan putaran 1050 rpm

6. Perhitungan dengan frekuensi 40 Hz

diketahui : $f = 40 \text{ Hz}$

$$p = 4$$

$$N_s = \frac{120 f}{p}$$

$$N_s = \frac{120 \times 40}{4}$$

$$N_s = 1200 \text{ rpm}$$

jadi frekuensi 40 Hz sama dengan putaran 1200 rpm

4.4 Penerapan Rumus Koefisien Gesek Pada Kecepatan Bervariasi

Berdasarkan beberapa hasil percobaan yang telah dilakukan peneliti maka disini peneliti mengambil sampel untuk penerapan kedalam rumus koefisien gesek.

1. Percobaan 1

Berdasarkan hasil pengujian 1 dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 450 rpm

Diketahui : kecepatan keliling

$$v = 2\pi.R.n$$

$$R = 42 \text{ mm} = 0,042 \text{ m}$$

$$n = 450 \text{ rpm} = \frac{450}{60} \text{ rpm} = 7,5 \text{ rps}$$

$$v = 2\pi.R.n = 7,5 \text{ m/s}$$

Ditanya : koefisien Gesek (μ_k) ?

$$\text{Jawab : percepatan (a)} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7,5}{60} = 0,12 \text{ m/s}^2$$

$$f_k = m.a$$

$$= 11,5 \times 0,12 = 1,38 \text{ N}$$

$$f_k = 1,38 \text{ N}$$

$$\mu_k = \frac{fk}{N} = \frac{1,38}{11,5}$$

$$\mu_k = 0,12$$

Jadi dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 450 rpm maka didapat koefisien gesek sebesar 0,12

2. Percobaan 2

Berdasarkan hasil pengujian 2 dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 600 rpm

Diketahui : kecepatan keliling

$$v = 2\pi.R.n$$

$$R = 42 \text{ mm} = 0,042 \text{ m}$$

$$n = 600 \text{ rpm} = \frac{600}{60} \text{ rpm} = 10 \text{ rps}$$

$$v = 2\pi.R.n = 10 \text{ m/s}$$

Ditanya : koefisien Gesek (μ_k) ?

Jawab : percepatan (a) = $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10}{60} = 0,16 \text{ m/s}^2$

$$f_k = m.a$$

$$= 11,5 \times 0,16 = 1,84 \text{ N}$$

$$f_k = 1,84 \text{ N}$$

$$\mu_k = \frac{fk}{N} = \frac{1,84}{11,5}$$

$$\mu_k = 0,16$$

Jadi dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 600 rpm maka didapat koefisien gesek sebesar 0,16

3. Percobaan 3

Berdasarkan hasil pengujian 3 dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 750 rpm

Diketahui : kecepatan keliling

$$v = 2\pi.R.n$$

$$R = 42 \text{ mm} = 0,042 \text{ m}$$

$$n = 750 \text{ rpm} = \frac{750}{60} \text{ rpm} = 12,5 \text{ rps}$$

$$v = 2\pi.R.n = 12,5 \text{ m/s}$$

Ditanya : koefisien Gesek (μ_k) ?

Jawab : percepatan (a) = $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12,5}{60} = 0,20 \text{ m/s}^2$

$$f_k = m.a$$

$$= 11,5 \times 0,20 = 2,3 \text{ N}$$

$$f_k = 2,3 \text{ N}$$

$$\mu_k = \frac{fk}{N} = \frac{2,3}{11,5}$$

$$\mu_k = 0,2$$

Jadi dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 750 rpm maka didapat koefisien gesek sebesar 0,2

4. Percobaan 4

Berdasarkan hasil pengujian 4 dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 900 rpm

Diketahui : kecepatan keliling

$$v = 2\pi \cdot R \cdot n$$

$$R = 42 \text{ mm} = 0,042 \text{ m}$$

$$n = 900 \text{ rpm} = \frac{900}{60} \text{ rpm} = 15 \text{ rps}$$

$$v = 2\pi \cdot R \cdot n = 15 \text{ m/s}$$

Ditanya : koefisien Gesek (μ_k) ?

$$\text{Jawab : percepatan (a)} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ m/s}^2$$

$$f_k = m \cdot a$$

$$= 11,5 \times 0,25 = 2,87 \text{ N}$$

$$f_k = 2,87 \text{ N}$$

$$\mu_k = \frac{fk}{N} = \frac{2,87}{11,5}$$

$$\mu_k = 0,249 = 0,25$$

Jadi dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 900 rpm maka didapat koefisien gesek sebesar 0,25

5. Percobaan 5

Berdasarkan hasil pengujian 5 dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 1050 rpm

Diketahui : kecepatan keliling

$$v = 2\pi.R.n$$

$$R = 42 \text{ mm} = 0,042 \text{ m}$$

$$n = 1050 \text{ rpm} = \frac{1050}{60} \text{ rpm} = 17,5 \text{ rps}$$

$$v = 2\pi.R.n = 17,5 \text{ m/s}$$

Ditanya : koefisien Gesek (μ_k) ?

$$\text{Jawab : percepatan (a)} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{17,5}{60} = 0,29 \text{ m/s}^2$$

$$f_k = m.a$$

$$= 11,5 \times 0,29 = 3,33 \text{ N}$$

$$f_k = 3,33 \text{ N}$$

$$\mu_k = \frac{fk}{N} = \frac{3,33}{11,5}$$

$$\mu_k = 0,289 = 0,29$$

Jadi dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 1050 rpm maka didapat koefisien gesek sebesar 0,29

6. Percobaan 6

Berdasarkan hasil pengujian 6 dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 1200 rpm

Diketahui : kecepatan keliling

$$v = 2\pi.R.n$$

$$R = 42 \text{ mm} = 0,042 \text{ m}$$

$$n = 1200 \text{ rpm} = \frac{1200}{60} \text{ rpm} = 20 \text{ rps}$$

$$v = 2\pi \cdot R \cdot n = 20 \text{ m/s}$$

Ditanya : koefisien Gesek (μ_k) ?

$$\text{Jawab : percepatan (a)} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20}{60} = 0,33 \text{ m/s}^2$$

$$f_k = m \cdot a$$

$$= 11,5 \times 0,33 = 3,79 \text{ N}$$

$$f_k = 3,79 \text{ N}$$

$$\mu_k = \frac{fk}{N} = \frac{3,79}{11,5}$$

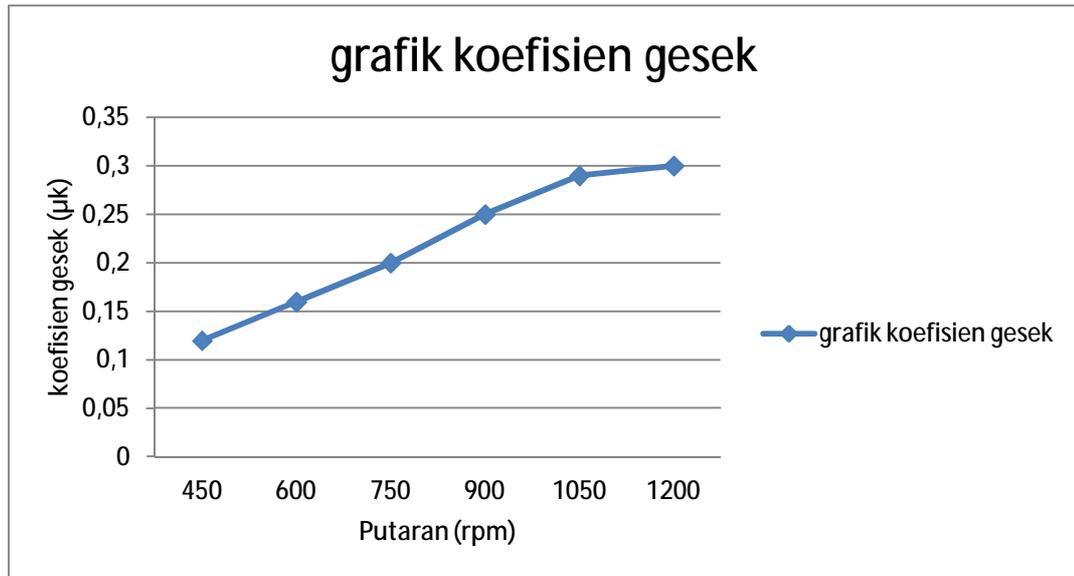
$$\mu_k = 0,329 = 0,3$$

Jadi dengan beban 1,18 kg (11,5 N) dan kecepatan putaran 1200 rpm maka didapat koefisien gesek sebesar 0,3

4.5 Hasil Koefisien Gesek Dengan kecepatan Putaran Bervariasi

Tabel 4.3 hasil nilai koefisien gesek

Putaran (rpm)	Koefisien gesek (μ_k)
450	0,12
600	0,16
750	0,2
900	0,25
1050	0,29
1200	0,30



Gambar 4.4 grafik hasil koefisien gesek

Berdasarkan gambar 4.4 grafik hasil nilai koefisien gesek, pada uji gesek spesimen aluminium, dimana bebannya 1,18kg. Telah melakukan pengujian gaya gesek, dapat disimpulkan bahwa semakin cepat putaran pada motor maka semakin besar pula gaya gesek yang terjadi pada spesimen.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian analisa koefisien gesek pada paduan aluminium dengan kecepatan putaran bervariasi, maka dapat diambil kesimpulan beberapa hal sebagai berikut :

1. Tribometer *pin-on-disc* adalah tribometer yang menggunakan pin dan lempengan plat datar sebagai material yang bergesekan. Disc akan berotasi dan pin diberikan beban agar permukaan pin menekan pada permukaan disc .
2. Spesimen yang dipakai menggunakan bahan material aluminium paduan, yang pada titik tengahnya di beri lubang 8 mm untuk mengikat pada dudukan motor agar spesimen tidak lepas pada saat pegujian gesek.
3. Gesekan yang terjadi akibat kecepatan putaran bervariasi pada spesimen uji, dapat dilihat pada nilai koefisien gesek sebagai berikut :
 - kecepatan 450 rpm nilai koefisien geseknya sebesar 0,12
 - kecepatan 600 rpm nilai koefisien geseknya sebesar 0,16
 - kecepatan 750 rpm nilai koefisien geseknya sebesar 0,2
 - kecepatan 900 rpm nilai koefisien geseknya sebesar 0,25
 - kecepatan 1050 rpm nilai koefisien geseknya sebesar 0,29
 - kecepatan 1200 rpm nilai koefisien geseknya sebesar 0,30

4. Semakin tinggi kecepatan putaran maka nilai koefisien geseknya semakin besar.
5. Kecepatan 1200 rpm menghasilkan nilai koefisien gesek tertinggi dari pada putaran lainnya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian analisa koefisien gesek pada paduan aluminium dengan kecepatan putaran bervariasi, maka saya dapat menyarankan agar penulis berikutnya lebih baik dan dikembangkan lagi :

1. Agar melengkapi peralatan-peralatan untuk pengujian suatu material. Sehingga penulis dapat melanjutkan penelitian-penelitian yang lebih baik, supaya dapat dilakukan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Fakultas Teknik UMSU.
2. Bagi penulis selanjutnya diharapkan dalam melakukan perencanaan atau pengujian, sangat dibutuhkan ketelitian agar tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data.
3. Bagi penulis yang ingin melanjutkan penelitian tentang alat *tribology pin on disc* khususnya pengujian uji gesek, hendaknya melakukan penyempurnaan pada sistem pengoperasian data *Arduino Uno*.
4. Keselamatan kerja selalu diutamakan.

DAFTAR PUSTAKA

N. Tasneem, 2002, *Journalstudy of wave shaping technique os tribology using finite element analiysis*, 2002, 93 Pages.

Lindholm, U.S., 1971, Chapter 3, *Journal Appendix A in techniques of metals research*, vol. 5, Pt (Ed. by R. Bunshah), Jhon Wiley & sons.

Umatsu,2002, introduction. *Journal of Materials Processing Technology* 234,2016,280-445

Stolarski, T.A., 1990, *Journal Tribology In Machine Design*, Licensing Agency Ltd., London.

Hutchings, I.M.,1992, *Tribology : friction and wear of Engineering Materials*, Licensing Agency Ltd., London

Mutlu, I., Eldogan, O., and findik, F, 2006 *Journal Tribological Properties of some Phenolic Composites Suggested for Automotive Brakes*, Tribology International,39,317-325.

Shukla, A., and Dally, J.W 2010, *Experimental solid mechanics*, Chapter 17, College House Enterprices, L.L.C 5713 Glen Cove Drive. Koxville, TN 37919, 2010,U.S.A.

Yayancancoet,2013, *Journal Contact Mecanics, journal of materils processing technology* 234 2016,380-389

IR. Sularso dan Kiyokatshu Suga dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin, pradnya paramita, jakarta, 1994

Tata Surdia, dan Shinroku Saito, 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*.PT. Praditiya Paramita, Jakarta

Andreas Sigismund Marggraf,1782, *Aluminium Finishing* proses produksi.htm. Diakses Supermetalcraft 28 Juli 2010.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Rizki Afrizal Pratama
NPM : 1207230025
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan, 3 april 1994
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah`
Alamat : Jalan 3 Komplek PJKA Pulo Brayan Bengkel
No.46A Kecamatan Medan Timur
Nomor HP : 085322484823
Nama Orang Tua
Ayah : Suharto
Ibu : Kartini

PENDIDIKAN FORMAL

2000-2006 : SD NEGRI 060863
2006-2009 : SMP SWASTA LAKSAMANA MARTADINATA
2009-2012 : SMK SWASTA PRAYATNA-MEDAN
2012-2017 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara