

**PENYELIDIKAN KEAUSAN RODA GIGI MIRING BAHAN
POLITETRAFLUOROETILENA DENGAN KONDISI KERING
DAN TERLUMASI**

SKRIPSI

OLEH:

AFAAF AS'AD MA'RUF

208130050



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/7/25

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/25

**PENYELIDIKAN KEAUSAN RODA GIGI MIRING BAHAN
POLITETRAFLUOROETILENA DENGAN KONDISI KERING
DAN TERLUMASI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Fakultas
Teknik Universitas Medan Area



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Penyelidikan Keausan Roda Gigi Miring Bahan
Politetrafluoroetilena Dengan Kondisi Kering Dan
Terlumasi
Nama Mahasiswa : Afaaf As'ad Ma'ruf
NIM : 208130050
Fakultas : Teknik Mesin

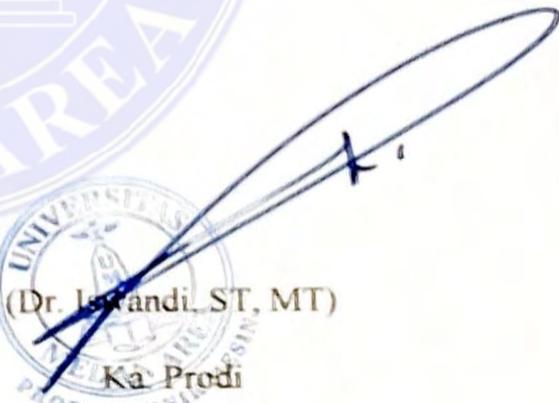
Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



(Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar, S.T, M.Eng)
Pembimbing



(Dr. Fauzan Sidiq, ST, MT)
Dekan



(Dr. Isfandi, ST, MT)
Ka Prodi

Tanggal Lulus :

HALAMAN PENYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulisan saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain yang sudah saya tuliskan narasumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulis ilmiah

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 24 Maret 2025



ATAAF AS'AD MA'RUF
208130050

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Afaaf As'ad Ma'ruf

Npm : 208130050

Program studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan. Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Royalti Nonesklusif (*Non – exclusive Royalti – Free Right*)** atas karya ilmiah yang berjudul : Penyelidikan Keausan Roda Gigi Miring Bahan *Politetrafluoroetilena* Dengan Kondisi Kering Dan Terlumasi.

Berdasarkan perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas royalti noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan. Mengalih media/format-kan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat .

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 24 Maret 2025

Yang menyatakan



Afaaf As'ad Ma'ruf

ABSTRAK

Roda gigi miring merupakan komponen krusial dalam berbagai aplikasi industri dan mekanis, di mana keausan roda gigi dapat memengaruhi kinerja serta umur suatu sistem. Bahan polimer seperti polyefomaldehyde memiliki keunggulan dalam hal kekuatan, ketahanan terhadap bahan kimia, dan biaya produksi yang rendah. Namun, pemahaman mengenai pengaruh kondisi operasi, variasi rasio diameter serta beban terhadap keausan roda gigi polimer masih terbatas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan beberapa tahapan penyelesaian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh beban yang bervariasi terhadap keausan roda gigi miring berbahan polimer pada rasio diameter yang berbeda dalam dua kondisi operasi: kering dan terlumasi. Pengujian dilakukan setiap 200.000 rpm untuk setiap kombinasi modul dan kondisi, dengan beban yang bervariasi mulai dari 0 N hingga 0,32 N. Data putaran per menit (Rpm) dicatat untuk setiap variasi beban dan modul. Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk modul 2, putaran rpm berkisar dari 2650 hingga 3550 rpm, dengan peningkatan beban yang menyebabkan penurunan Rpm yang signifikan. Kondisi operasi (kering dan terlumasi) juga memengaruhi keausan roda gigi polimer, di mana data terlumasi menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan dengan kondisi kering. Penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai karakteristik keausan roda gigi polimer *Politetrafluoroetilena* menjadi referensi untuk pengembangan material serta desain roda gigi yang lebih tahan lama.

Kata Kunci :Roda Gigi miring,Keausan,*Politetrafluoroetilena*,Pengujian Roda Gigi.

ABSTRACT

Helical gears are crucial components in various industrial and mechanical applications, where gear wear can affect the performance and lifespan of a system. Polymer materials such as polyformaldehyde have advantages in terms of strength, chemical resistance, and low production costs. However, the understanding of the effect of operating conditions, variations in diameter ratio, and load on polymer gear wear remains limited. The method used in this research was an experimental method with several stages of completion. The objective of this research was to analyze the effect of varying loads on the wear of polymer helical gears at different diameter ratios under two operating conditions: dry and lubricated. The testing was conducted every 200,000 rpm for each combination of module and condition, with loads varying from 0 N to 0.32 N. The rotational speed (Rpm) data were recorded for each load and module variation. The results of the testing showed that for module 2, the rotational speed ranged from 2650 to 3550 rpm, with an increase in load causing a significant decrease in Rpm. The operating conditions (dry and lubricated) also affected the wear of polymer gears, where the lubricated data showed different results compared to dry conditions. This research provided valuable insights into the wear characteristics of Polytetrafluoroethylene polymer gears, serving as a reference for the development of more durable materials and gear designs.

Keywords: Helical Gear, Wear, Polytetrafluoroethylene, Gear Testing



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tahun 16 Agustus 2000, dari pasangan Bapak Mustiyono dan Ibu Faidohtur Rahmah. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Semenanjung Pasar 4 Dusun IX, Percut Sei Tuan, Sumatera Utara.

Pada tahun 2006 penulis memulai pendidikan di Tk Nusa Indah Medan Sumatera Utara, selanjutnya pada tahun 2007 penulis melanjutkan pendidikan Sd Negeri 068073, kemudian pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikannya di Smp Swasta Pelita, pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikannya di Smk Swasta Sinar Husni, kemudian pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Selama berada dibangku kuliah, penulis aktif melakukan perkuliahan. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk penelitian kedepannya.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penelitian ini merupakan Tugas Akhir guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Universitas Medan Area.

Dalam penulisan dan penelitian skripsi ini banyak kendala yang penulis alami, namun berkat bantuan moril dan material dari berbagai pihak, maka skripsi ini dapat diselesaikan, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

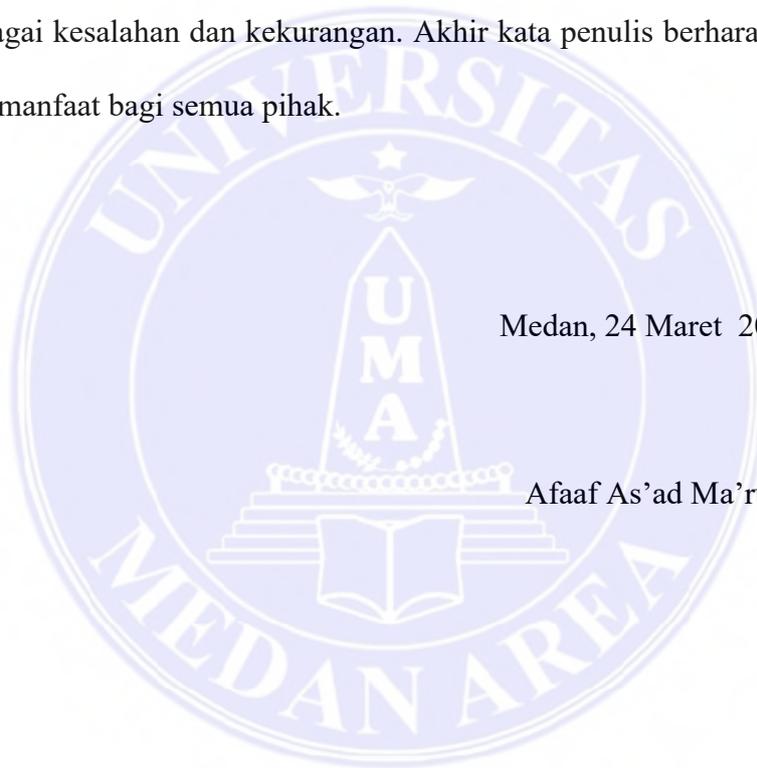
1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M. Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Tekni Universitas Medan Area .
3. Ibu Susilawati, S. Kom., M. Kom., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Dr. Iswandi. ST.MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
5. Bapak Tino Hermanto, ST., M.Sc, selaku Seketaris Program Studi Teknik Mesin Univesitas Medan Area.
6. Bapak Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar, selaku Dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi dan memberi saran kepada penulis dalam penulisan skripsi ini. Seluruh dosen pengajar dan pegawai Prodi Teknik Mesin Universitas Medan Area. dan

7. Kedua Orang tua saya, beserta keluarga yang memberikan dukungan dan doa untuk saya dalam penulisan skripsi ini. Seluruh teman-teman Teknik Mesin yang senantiasa memberikan dukungan untuk saya dalam penulisan skripsi saya ini.

Penulis berusaha untuk memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari sebagai seorang manusia tentunya tidak luput dari segala kesalahan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Medan, 24 Maret 2025

Afaaf As'ad Ma'ruf



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I	2
PENDAHULUAN.....	2
1.1. Latar Belakang Masalah	2
1.2. Rumus Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
BAB II.....	1
TINJAUAN PUSTAKA	1
2.1. Roda Gigi.....	1
2.1.1. Fungsi – Fungsi Roda Gigi	6
2.1.2. Bagian – Bagian Roda Gigi	6
2.1.3. Jenis – Jenis Roda Gigi.....	8
2.1.4. Klasifikasi Roda Gigi.....	13
2.1.5. Roda Gigi Miring.....	14
2.2. Jenis-Jenis Roda Gigi Miring	16
2.3. Bahan-Bahan Roda Gigi	17
2.4. Keausan.....	21
2.4.1. Jenis – Jenis Keausan.....	22
2.5. Sistem Pelumasan	26
2.5.1. Pelumasan Fluida Cair	26
2.5.2. Pelumasan Padat	27

BAB III	28
METODE PENELITIAN	28
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.1.1. Waktu.....	28
3.1.2. Tempat	28
3.2. Bahan dan Alat.....	28
3.2.1. Bahan	28
3.2.2. Alat.....	30
3.3. Metode Penelitian	34
3.4. Populasi dan Sampel.....	36
3.4.2. Sampel	36
3.5. Prosedur Kerja	37
3.5.1. Diagram Alir Penelitian	41
BAB IV	43
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1. Hasil pembuatan roda gigi miring	43
4.1.1. Hasil Perencanaan Spesimen Roda Gigi Miring.....	43
4.1.2. Hasil Pembuatan Roda Gigi Miring Berbahan PTFE (<i>Politetrafluoroetilena</i>)	46
4.2. Hasil Pengujian Roda Gigi Bahan TEFLON	47
BAB V	82
SIMPULAN DAN SARAN	82
5.1. Kesimpulan	82
5.2. Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar. 2.1. Bagian - Bagian Roda Gigi	7
Gambar. 2.2. Roda Gigi Lurus (Sur Gear)	9
Gambar. 2.3. Roda Gigi Miring	10
Gambar. 2.4. Roda Gigi Heliks (Herringbone Gears)	11
Gambar. 2.5. Roda Gigi Rank dan Pinion Di Komudi Pada Mobil	12
Gambar. 2.6. Roda Gigi Cacing	13
Gambar. 2.7. Roda Gigi Miring	15
Gambar. 2.8. Roda Gigi Helix	16
Gambar. 2.9. Jenis - Jenis Roda Gigi Miring	17
Gambar. 2.10. Profil Material Polyethylene (PE)	19
Gambar. 2.11. Profil Material POM (Polyoxymethylene)	20
Gambar. 2.12. Politetrafluoroetilena (PTEE)	21
Gambar. 2.13. Abresive Wear	22
Gambar. 2.14. Two - Body Abrasion	23
Gambar. 2.15. Surface fatigue wear	24
Gambar. 2.16. Tribo chemical wear	24
Gambar. 2.17. Adhesive wear	25
Gambar. 3. 1. <i>Politetrafluoroetilena</i> (PTFE)	29
Gambar. 3. 2. SGMW API GL-5	29
Gambar. 3. 3. Alat Uji Keausan	30
Gambar. 3.4. Mesin Frais	31
Gambar. 3.5. Kertas Milimeter	31
Gambar. 3.6. Thermogun	32
Gambar. 3. 7. Scenner	32
Gambar. 3. 8. Timbangan	33
Gambar. 3. 9. Tachometer	33
Gambar. 3. 10. Laptop	34
Gambar. 3. 11. Gambar Roda Gigi Miring	35
Gambar. 3. 12. Spesimen Roda Gigi Miring Modul 2, Rasio 1:1	36
Gambar. 3. 13. Spesimen Roda Gigi Miring Modul 2, 1:0,75	36
Gambar. 3. 14. Prosedur Pembuatan Roda Gigi	38
Gambar. 3. 15. Prosedur Pengujian Keausan Roda Gigi Miring	39
Gambar. 3. 16. Diagram Alir	41
Gambar. 4. 1. politetrafluoretilena (PTFE)	43
Gambar. 4. 2. spesifikasi bahan Politetrafluoroetilena	44
Gambar. 4. 3. roda gigi miring (PTFE) Rasio 1:1 Dan 1 : 0,75 Tampak Samping & Tampak Depan dengan kondisi kering dan terlumas	47
Gambar. 4. 4. Pengujian roda gigi miring bahan Politetrafluoroetilena	49
Gambar. 4. 5. Grafik pengujian tempratur kondisi Kering rasio 1:1	49
Gambar. 4. 6. Grafik pengujian tempratur kondisi kering rasio 1:0,75	50
Gambar. 4. 7. Grafik pengujian tempratur kondisi terlumas rasio 1:1	50
Gambar. 4. 8. Grafik pengujian tempratur kondisi terlumas rasio 1:0,75	51

Gambar. 4. 9. Grafik Temperatur Roda Gigi Driver	54
Gambar. 4. 10. Grafik Tempratur Driven	55
Gambar. 4. 11. Grafik Keausan Rasio 1 : 1 Kondisi Kering	57
Gambar. 4. 12. Grafik Kumulatif Keausan (%) Rasio 1 : 1 Kondisi Kering	58
Gambar. 4. 13. Grafik Keausan (g) Rasio 1 : 1 Kondisi Kering	59
Gambar. 4. 14. Grafik Keausan rasio 1:0,75 kondisi kering	61
Gambar. 4. 15. Grafik Kumulatif Keausan (g) Rasio 1 : 0,75 Kondisi Kering	62
Gambar. 4. 16. Grafik Keausan (%) Rasio 1 : 0,75 Kondisi Kering	63
Gambar. 4. 17. Grafik Keausan rasio 1:1 kondisi terlumasi	64
Gambar. 4. 18. Gambar. 4. 13. Grafik Kumulatif Keausan (g) Rasio 1 : 1 Kondisi Terlumas	65
Gambar. 4. 19. Grafik Keausan (%) Rasio 1 : 1 Kondisi terlumas	66
Gambar. 4. 20. Grafik Keausan Rasio 1 : 0,75 Terlumas	68
Gambar. 4. 21. Grafik Kumulatif Keausan (g) Rasio 1 : 0,75 Kondisi Terlumas	69
Gambar. 4. 22. Grafik Keausan (%) Rasio 1 : 1 Kondisi terlumas	70
Gambar. 4. 23. Hasil Scanner Roda Gigi Miring Teflon 1 : 1 & 1 : 0,75 Kondisi Kering	72
Gambar. 4. 24. Hasil Scanner Roda Gigi Miring Teflon 1 : 1 & 1 : 0,75 Kondisi Terlumas	72



DAFTAR TABEL

Tabel.3.1. Rencana Jadwal Penelitian Tugas Akhir	28
Tabel.3.2. populasi & sampel	37
Tabel.4. 1. Data Uji Tarik Spesimen	44
Tabel.4. 2. Ukuran Pembuatan Roda Gigi Miring	45
Tabel.4. 3. Ukuran parameter roda gigi diameter 100mm	47
Tabel.4. 4. Ukuran parameter roda gigi diameter 75mm	48
Tabel.4. 5. Hasil pengukuran massa pengujian kondisi kering rasio 1:1	52
Tabel.4. 6. Hasil pengukuran massa pengujian kondisi kering rasio 1:0,75	52
Tabel.4. 7. Hasil pengukuran massa pengujian kondisi terlumas rasio 1:1	53
Tabel.4. 8. Hasil pengukuran massa pengujian kondisi terlumas rasio 1:0,75	53
Tabel.4. 9. Hasil keausan roda gigi rasio 1:1 kondisi kering	56
Tabel.4. 10. Hasil keausan roda gigi rasio 1:0,75 kondisi kering	60
Tabel.4. 11. Hasil keausan roda gigi rasio 1:1 kondisi Terlumas	64
Tabel.4. 12. Hasil keausan roda gigi rasio 1:0,75 kondisi Terlumas	68
Tabel.4. 13. Hasil Kerusakan Pada Spesimen Roda Gigi Rasio 1:1 Kondisi Kering	73
Tabel.4. 14. Hasil Kerusakan Pada Spesimen Roda Gigi Rasio 1:0,75 Kondisi Kering	75
Tabel.4. 15. Hasil Kerusakan Pada Spesimen Roda Gigi Rasio 1:1 Kondisi Terlumas	77
Tabel.4. 16. Hasil Kerusakan Pada Spesimen Roda Gigi Rasio 1:0,75 Kondisi Terlumas	79

DAFTAR NOTASI

F_s	Gaya gesek statis	N
μ_s	Koefisien gaya gesek statis	
w	Gaya normal/beban	N
F_k	Gaya gesek kinetik	N
μ_k	Koefisien gaya gesek kinetik	
F_{rr}	Gaya gesek bergelindir	N
μ_{rr}	Koefisien gaya gesek bergelindir	
V	Volume keausan	m^3
K	Koefisien keausan	
L	Jarak gesekan	m
H_v	<i>Hardness</i> permukaan lunak	
A_1	Luas penampang setelah keausan	m^2
A_0	Luas penampang sebelum keausan	m^2
m	Modul	mm
D_p	Diameter pitch	mm
z_1	Jumlah roda gigi pertama	
z_2	Jumlah roda gigi kedua	
p	Pitch circle	mm
R_1	Putaran roda gigi pertama	rpm
R_2	Putaran roda gigi kedua	rpm
m_o	Massa awal	kg
m_1	Massa sesudah pengujian	kg



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Roda gigi telah ada selama beberapa ribu tahun. Meskipun perkembangannya dari Revolusi Industri ke depan, dan setelah munculnya alat mesin, baru pada dekade pertama abad ke-20, dengan kebutuhan untuk kecepatan transmisi yang lebih tinggi, kemunculan gear-cutting machine memungkinkan untuk memperbaiki secara signifikan kualitas permukaan gigi. Seperti proses produksi lainnya yang terlibat, peningkatan presisi ini dikaitkan dengan evolusi sistem kontrol dan pemantauan. Dari tahun 1920 dan seterusnya, dengan penemuan mesin inspeksi gigi berdasarkan metode pemeriksaan profil gigi yang tidak rata relatif terhadap lingkaran dasar, pemeriksaan gigi mulai lebih dapat diandalkan, berkat kelancaran prosedur. Ini bisa dianggap sebagai titik tolak metrologi roda gigi saat ini. Berbagai item peralatan telah dikembangkan sejak saat itu, disesuaikan dengan desain baru dan kebutuhan transmisi berkecepatan tinggi.

Diera globalisasi Peran roda gigi dalam kendaraan maupun dunia industry sangat penting dalam menghubungkan atau meneruskan putaran, daya yang dihasilkan dari proses *energy kinetic* menjadi *energy* mekanik. Sehingga dengan kemajuan teknologi, ilmu pengetahuan dan pertumbuhan penduduk maka tak hentinya manusia mengembangkan teknologi baru yang berbagai macam tipe dan lebih modern. Roda gigi bagian yang tidak dapat dipisah kan pertumbuhan dan



peningkatan industry permesinan karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan produksi mesin. Dalam merancang suatu mesin banyak factor yang Harus di perhatikan seperti mulai dari perancangan roda gigi hingga pemilihan bahan yang tepat untuk menghasilkan gear yang kuat (Siregar et al., 2019).

Keausan paling umum di defenisikan yaitu hilangnya sebagian material dari permukaan yang saling kontak dalam gerak relatif. Defenisi lain tentang keausan yaitu sebagai hilang nya bagian dari permukaan yang saling berinteraksi yang terjadi sebagai hasil gerak *relative* pada permukaan keausan yang terjadi pada suatu material di sebabkan oleh adanya beberapa mekanisme yang berada dan terbentuk oleh beberapa parameter yng bervariasi meliputi bahan, lingkungan kondisi operasi, dan geometri permukaan benda yang terjadi keausan .

Keausan adalah kerusakan progresif pada permukaan yang disebabkan oleh gerakan yang berhubungan dengan zat yang lain. Sebagai komponen yang selalu bergerak kerusakan pada roda gigi didominasi oleh faktor keausan. Penelitian tentang kerusakan dan perilaku roda gigi berbahan logam banyak dipublikasikan dalam bentuk paper maupun buku. Tetapi untuk roda giginon-logam yang memiliki keterbatasan pada rendahnya putaran dan beban, ketertarikan untukpeneliti relatif tidak banyak. Untuk bahan non-logam, penelitian tentang keausan pada roda gigi telah lama dilakukan pada berbagai jenis roda gigi, mulai dari roda gigi lurus hingga roda gigi cacing. Roda gigi dengan bahan acetal, diamati keausan yang terjadi dengan menggunakan alat Optik dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) diperoleh hasil bahwa keausan terjadi pada flanks disekitar

garis pitch berbeda untuk roda gigi penggerak (drive) dan roda gigi yang digerakkan (driven).

Penyelidikan keausan roda gigi belakang oleh karena belum pernah dilakukan di Universitas Medan Area. Dengan dibuatnya penyelidikan keausan ini, diharapkan penelitian ini bisa menambah wawasan bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area. Pada saat ini penelitian terhadap keausan roda gigi masih sangat jarang dilakukan orang, dan alat untuk penelitian tersebut masih jarang ditemukan, contohnya di kampus Universitas Medan Area.

1.2. Rumus Masalah

Berdasarkan dari latar belakang masalah, terdapat berbagai objek yang berhubungan pada penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana cara menganalisa keausan roda gigi akibat bahan *politetrafluoroetilena*

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dituliskan sebelumnya, adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat spesimen roda gigi miring bahan politetrafluoroetilena untuk pengujian keausan dengan kondisi kering dan terlumasi.
2. Menguji keausan spesimen roda gigi miring bahan politetrafluoroetilena dengan kondisi kering dan terlumasi.

3. Menganalisis pengaruh putaran yang bervariasi terhadap uji keausan spesimen roda gigi miring bahan politetrafluoroetilena dengan kondisi kering dan terlumasi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Roda Gigi

Roda gigi merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dan putaran dari satu poros ke poros lainnya. Perkembangan industri yang cepat seperti pada kendaraan, kapal dan pesawat terbang memerlukan penerapan lebih lanjut dari teknologi roda gigi. Secara umum menggunakan mesin dengan efisiensi tinggi, sehingga memerlukan transmisi daya yang unggul. Industri mobil merupakan salah satu perusahaan manufaktur skala besar yang cukup banyak menggunakan roda gigi (Sutanto, 2017).

Roda gigi miring banyak digunakan sebagai roda gigi transmisi daya karena relatif memiliki kerja lebih halus dan kebisingan rendah dengan kapasitas beban besar dan kecepatan kerja lebih tinggi. Roda gigi memiliki kerja lebih halus karena sudut miring yang besar sehingga menambah panjang garis kontak roda gigi.

Desain roda gigi miring yang memiliki kekakuan yang memadai dan tingkat kebisingan rendah pada sistem transmisi daya dengan beban besar memerlukan metode analisis yang tepat, sehingga dapat diterapkan serta memberikan informasi yang berguna terhadap tegangan lentur dan kontak. Secara praktis desain roda gigi merupakan proses yang kompleks, sehingga analisis numerik menggunakan metode elemen hingga dapat digunakan untuk melakukan sejumlah interaksi berdasarkan sekumpulan data yang tersedia. Data perancangan yang diperlukan pada desain roda gigi hingga saat ini tersedia cukup luas. Baik berupa

buku – buku teks, jurnal atau prosiding dudle, buckingham, tuplin, dan merriit dapat di gunakan sebagai rujukan dalam perancangan roda gigi

2.1.1. Fungsi – Fungsi Roda Gigi

Secara umum, roda gigi berfungsi sebagai mentransfer tenaga. Ia memungkinkan tenaga dari motor pembakaran dalam atau motor listrik untuk diteruskan ke peralatan atau mesin lain yang memerlukannya (Hantoro & Tiwan, 2006). Adapun penggunaan roda gigi di kelompokkan 3 golongan yaitu :

1. Poros sejajar satu sama lain . roda gigi yang digunakan bentuk dasarnya adalah dua buah silinder yang saling bersinggungan menurut sebuah garis lukis. Roda gigi yang di gunakan dapat sejajr dengan garis lukis silinder, atau membuat sudut dengan garis lukis.
2. Poros saling memotong. Roda gigi yang digunakan adalah roda gigi kerucut dengan puncak gabungan yang saling menyinggung menurut sebuah garis lukis. Gigi ini dapat lurus, garis lukis gigi saling berpotongan di puncak kerucut
3. Poros saling menyilang, gigi yang digunakan berbentuk roda gigi ulir , gigi ini bersilangan dan berinteraksi untuk mentransfer gerakan rotasi dari satu poros ke poros lainnya . transmisi ini umumnya di gunakan sebagai aplikasi di mana perbandingan gigi sangat tinggi di perlukan

2.1.2. Bagian – Bagian Roda Gigi

Nama – nama komponen utama roda gigi tertera pada gambar 2.1 berikut. Desain roda gigi di ukur dengan menggunakan diameter linkaran dasar, yakni lingkaran khayal yang menggelinding tanpa slip. Dimensi gigi diindikasikan oleh

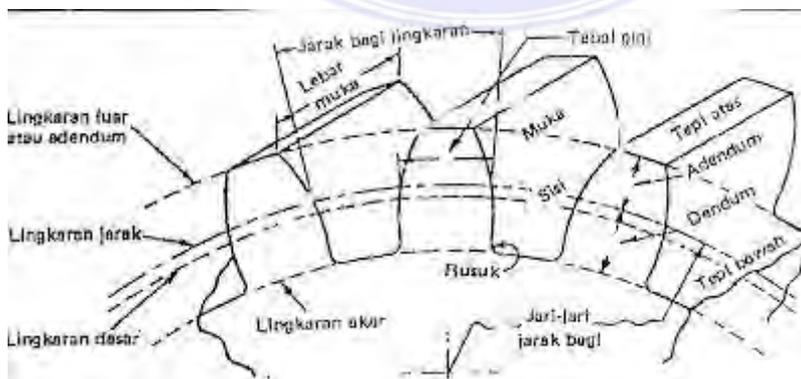
jarak sepanjang lingkaran dasar, yang merupakan jarak antara profile dua garis gigi yang berdekatan (Budynas & Nisbett, 2011).

Modul merupakan kependekan modulus yaitu suatu perbandingan antara diameter jarak bagi dari suatu roda gigi dengan jumlah giginya. Jika roda gigi mempunyai ukuran diameter jarak bagi D dalam satuan mm dengan jumlah giginya z buah gigi, maka modulusnya adalah sebagai berikut :

$$m = \frac{d}{z} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : d = diameter jarak bagi (mm)
 m = modul
 z = jumlah roda gigi

Roda gigi terbentuk dari beberapa kompoenen utama yang memegang peran khusus dalam melakukan fungsinya (Rahdiyanta, 2010). Berikut penamparan singkat mengenai elemen – elemen roda gigi tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar. 2.1. Bagian - Bagian Roda Gigi

Berikut ini adalah nama – nama bagian dari roda pada gambar 2.1 seperti yang di atas:

1. Adendum, jarak radial dari lingkaran samapi diameterluar atu lingkaran adendum
2. Muka, permukaan yang terletak antara lingkaran jarak dengan lingkaran adendum
3. Dendum, jarak radial dari lingkaran jarak sampai lingkaran akar atau lingkaran dendum yaitu sama dengan adendum + ruang bebas gigi
4. Tebal sisi, tebal yang di ukur pada lingkaran jarak
5. Sisi adalah, permukaan yang terlertak diantara lingkaran jarak dengan lingkaran akar
6. Ruang bebas, jarak sedikit yang di berikan sedemikian rupa sehingga punca dari gigi pasangan tidak menyentuh tepi bawah dari roda gigi yang lain pada waktu melintas garis antara kedua titik pusat roda gigi,

2.1.3. Jenis – Jenis Roda Gigi

1. Roda Gigi Lurus

Roda gigi lurus merupakan salah satu jenis roda gigi yang paling mendasar. Giginya lurus dan sejajar dengan sumbu poros yang membawa roda gigi tersebut.

(Tangel et al., 2016).

Keuntungan menggunakan roda gigi lurus ialah : rasio kecepatan lebih spontan , kokoh dan tahan lama , muda pembuatannya dan roda gigi lurus sangat stabil. Bentuk dari roda gigi lurus dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut :

Beberapa pengaplikasian pada roda gigi lurus antara lain sebagai berikut :

1. Mesin pemotong logam
2. Gearbox otomatis
3. Jam alroji mekanis
4. Pompa bahan bakar
5. Mesin penggilingan
6. Mekanisme rak dan pinion



Gambar. 2.2. Roda Gigi Lurus (*Sur Gear*)

2. Roda Gigi Miring

Roda gigi miring memiliki sudut kemiringan . roda gigi dapat digunakan untuk menghubungkan dua poros yang tersusun paralel atau sejajar dari 2 gigi yang bersinggungan. Sudut kemiringan setiap roda gigi sama. Tetapi arah kemiringannya setiap roda gigi satu dengan yang lain berlawanan arah. Persinggungan gigi secara bertahap dan perpindahan beban secara rotasi dari satu gigi ke gigi lain mengakibatkan roda gigi miring memiliki kemampuan untuk memindahkan beban yang besar dengan putaran tinggi (Ramadhani et al., 2017).

Keuntungan penggunaan roda gigi miring adalah : umur lebih panjang, daya dukung beban tinggi , ketahan kimia dan korosi yang kuat, pengurangan kebisingan dan getaran , biaya murah . dan pelumasannya bagus . Roda Gigi Miring dapat dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar. 2.3. Roda Gigi Miring

3. Roda Gigi Heliks Ganda (*Herringbone Gears*)

Roda gigi heliks ganda (*Herringbone Gears*) adalah roda gigi sersan yang bertepatan tanpa saluran di antaranya. Mereka bekerja lebih tepat, tetapi biaya produksinya tinggi karena pisau saku khusus diperlukan untuk pembuatan roda gigi ini. Perawatan mereka membutuhkan lebih banyak perawatan daripada roda gigi lainnya (Budynas & Nisbett, 2011).

Transmisi roda gigi heliks ganda (*Herringbone Gears*) lebih baik dari pada roda gigi lurus, dapat mempersempit jarak tengah untuk kecepatan tinggi dan beban berat untuk keuntungan dari roda gigi ini sebagai berikut :

1. Roda gigi ini dapat membuat permukaan meshing berupa dari kecil sampai besar, besar menjadi kecil, meshingnya stabil, memperkecil gesekan atau keausan, dan suara bisingnya rendah.
2. Daya tenaga mesin menjadi besar, meningkatkan kestabilan pada mesin
3. Dan masih banyak lagi keuntungan pada roda gigi heliks ini.

Transmisi roda gigi heliks terdiri dari dua roda gigi heliks yang saling berhubungan. Tujuan: Untuk mentransfer pergerakan antara dua sumbu bergeser

fase di ruang angkasa. Roda Gigi Heliks Ganda (*Herringbone Gears*) dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut :



Gambar. 2.4. Roda Gigi Heliks (*Herringbone Gears*)

4. Roda Gigi Rank Dan Pinion

Mekanisme yang paling umum digunakan untuk mengubah Gerakan melingkar menjadi gerakan linier adalah roda gigi rak dan pinion. Dalam hal ini, roda gigi biasanya memacu roda gigi, tetapi juga diproduksi sebagai roda gigi heliks. Roda gigi dirancang sesuai dengan prinsip roda gigi normal, dan rak serta pinion diproduksi dengan panjang yang diinginkan sesuai dengan modul roda gigi (Firmansyah, 2020).

Keuntungan dari giin ini kita bisa mengaplikasi keuntungan dari roda gigi ini dengan kemudi pada mobil, menjadikannya sebgai pilihan yang solid dalam sistem kemudi pada mobil. Keuntungannya meliputi keselamatan berkendara, stabil, responsiv, akurasi, efisensi energi, perawatan yang muda. Roda Gigi Rank

Dan Pinion di komudi pada mobil dapat di lihata pada Gambar 2.5 sebagai berikut.

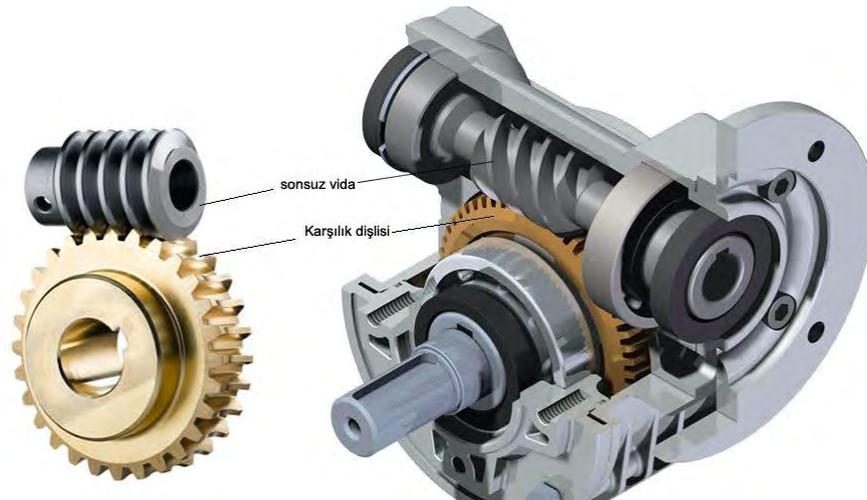


Gambar. 2.5. Roda Gigi Rank dan Pinion Di Komudi Pada Mobil

5. Roda gigi cacing

Roda gigi yang paling umum digunakan dengan sumbu yang tidak tumpang tindih adalah sekrup cacing dan roda gigi yang sesuai. Roda gigi ini adalah jenis roda gigi utama yang digunakan terutama di gearbox, karena mereka dapat beroperasi tanpa getaran, secara diam-diam, pada rasio reduksi yang sangat besar dan pada kecepatan yang sangat tinggi (Nugroho et al., 2019).

Keuntungan dari roda gigi cacing ini adalah Dapat menghasilkan torsi yang tinggi, Dapat mengubah arah gerakan rotasi sebesar 90 derajat. Roda gigi cacing dapat dilihat pada Gambar 2.6 sebagai berikut :



Gambar. 2.6. Roda Gigi Cacing

2.1.4. Klasifikasi Roda Gigi

Roda gigi berfungsi untuk mengalirkan daya besar dan putaran dengan akurasi yang tinggi. Struktur roda gigi mencakup serangkaian gigi di sekelilingnya, memungkinkan transmisi daya melalui keterkaitan gigi-gigi dari kedua roda. Penggunaan roda gigi umum karena kemampuannya dalam menyampaikan putaran dan daya dengan lebih beragam serta bentuk yang lebih kompak dibandingkan dengan alternatif transmisi lainnya. Keunggulan roda gigi juga mencakup beberapa aspek dibandingkan dengan alat transmisi lain, seperti:

1. sistem transmisinya lebih sederhana, mampu menghasilkan putaran yang lebih tinggi, dan mampu mentransmisikan daya besar
2. Konstruksinya menjadi lebih sederhana karena sistemnya yang kompak.
3. Kemampuan menerima beban lebih tinggi
4. Efisiensi pemindahan daya tinggi karena slipnya sangat kecil.
5. kecepatan transmisi roda gigi dapat diatur, memungkinkan penggunaannya dalam aplikasi dengan kebutuhan dimensi kecil dan daya yang besar.

Klasifikasi ini memberikan pandangan umum terhadap ragam roda gigi,

dan berbagai aplikasi menuntut jenis roda gigi yang spesifik sesuai dengan kebutuhan desain dan fungsi mekanisme. Penting bagi roda gigi untuk menjaga perbandingan kecepatan sudut yang konsisten antara dua poros. Selain itu, ada kemungkinan merancang roda gigi yang dapat memodifikasi perbandingan kecepatan sudutnya. Jenis roda gigi yang menampilkan putaran yang bersifat terputus-putus juga ada, memberikan fleksibilitas tambahan dalam aplikasi mekanism

2.1.5. Roda Gigi Miring

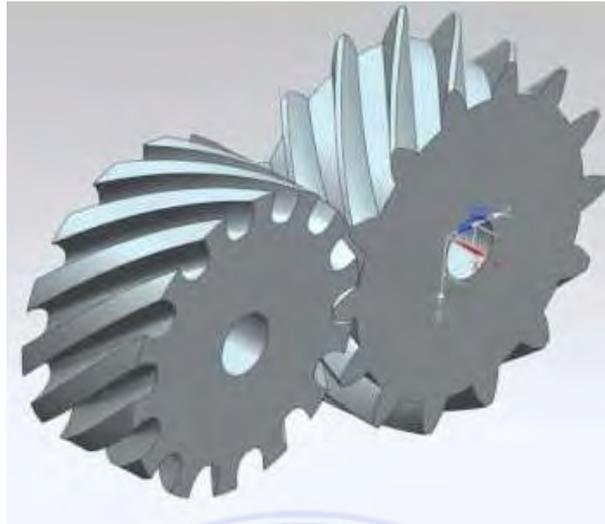
Roda gigi merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dan putaran dari satu poros ke poros lainnya. Perkembangan industri yang cepat seperti pada kendaraan, kapal dan pesawat terbang memerlukan penerapan lebih lanjut dari teknologi roda gigi. Roda gigi miring banyak digunakan sebagai roda gigi transmisi daya karena relatif memiliki kerja lebih halus dan kebisingan rendah dengan Kapasitas beban besar dan kecepatan kerja lebih tinggi. Roda gigi miring memiliki kerja lebih halus karena sudut miring yang besar sehingga menambah panjang garis kontak roda gigi. Roda gigi miring memiliki jalur gigi yang membentuk ulir pada silinder jarak bagi. Pada roda gigi miring tersebut, jumlah pasangan gigi yang saling membuat kontak serentak atau dapat disebut “perbandingan kontak”. Roda gigi miring lebih besar dari pada roda gigi lurus, sehingga pada saat pemindahan momen atau putaran melalui gigi - gigi tersebut, maka dapat berlangsung dengan halus. Sifat ini sangat baik untuk mentransmisikan putaran tinggi dan beban besar. Akan tetapi roda gigi miring memerlukan bantalan aksial dan kontak roda gigi yang lebih kuat dan kokoh, karena jalur gigi berbentuk ulir tersebut akan menimbulkan gaya reaksi

yang sejajar dan poros. Roda gigi miring digunakan untuk mentransmisikan gerakan dan daya antara dua poros yang berpotongan. Dalam permesinan umum, sudut persimpangan antara dua poros roda gigi miring sama dengan 90° (tetapi mungkin tidak sama dengan 90°). Mirip dengan roda gigi silinder, roda gigi miring memiliki kerucut pengindeksan, kerucut addendum, kerucut akar gigi, dan kerucut dasar. Kerucut memiliki ujung besar dan ujung kecil, dan lingkaran yang bersesuaian dengan ujung besar disebut lingkaran indeks (jari-jarinya adalah r), lingkaran tambahan, lingkaran akar, dan lingkaran alas. Pada penelitian ini roda gigi dengan kemiringan 12° beroperasi lebih lancar karena sudut kemiringannya yang sesuai, sehingga meningkatkan panjang garis kontak roda gigi. Dapat di lihat pada Gambar 2.7 sebagai berikut :



Gambar. 2.7. Roda Gigi Miring

Dalam roda gigi miring terdapat istilah yang berkaitan dengan roda gigi miring, yaitu sudut helix (helical angle) yang disebut sebuah sudut yang dibuat konstan berbentuk helix dengan sumbu berputar. Dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut ini:



Gambar. 2.8. Roda Gigi Helix

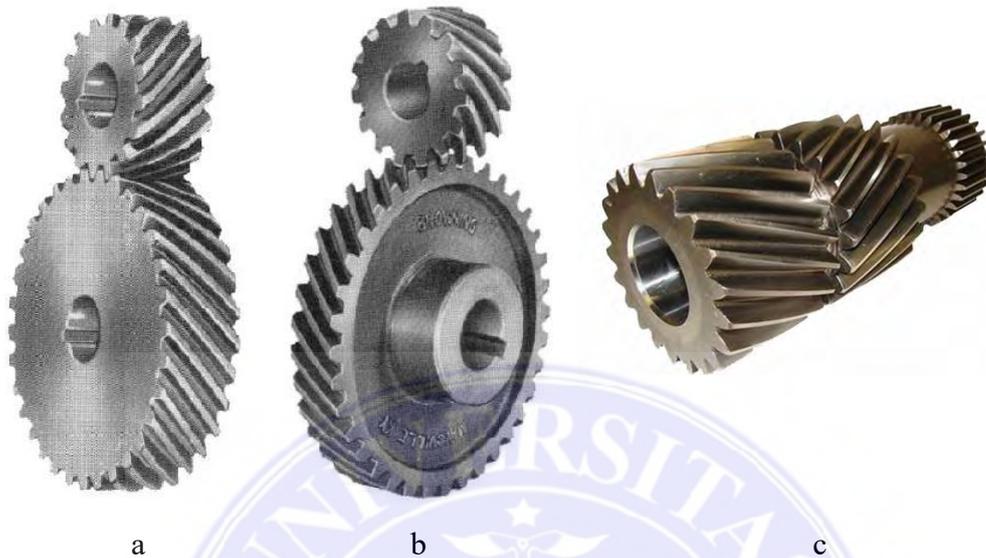
Kisar aksial (axial pitch), merupakan jarak sejajar terhadap sumbu permukaan yang serupa dengan gigi yang berdekatan. Circular pitch dinotasikan dengan p_c . Axial pitch juga didefinisikan sebagai circular pada bidang putar atau bidang diametral, 16 sedangkan kisar normal (normal pitch). Adalah dinotasikan dengan p_n . normal pitch dapat juga didefinisikan sebagai *circular pitch* pada bidang normal yang tegak lurus terhadap gigi.

2.2. Jenis-Jenis Roda Gigi Miring

Ada beberapa jenis roda gigi miring yang digunakan dalam sistem transmisi mekanis. Berikut beberapa di antaranya:

1. Roda gigi miring biasa (a).
2. Roda gigi miring silang (b). gaya aksial yang timbul pada gigi yang mempunyai alur berbentuk V tersebut akan saling meniadakan, perbandingan reduksi, kecepatan keliling dan yang diteruskan dapat diperbesar, tetapi membuatnya sulit.
3. Roda gigi miring ganda (c).

Berbagai varian roda gigi miring dapat terlihat dalam ilustrasi yang disajikan di bawah ini :



Gambar. 2.9. Jenis - Jenis Roda Gigi Miring

2.3. Bahan-Bahan Roda Gigi

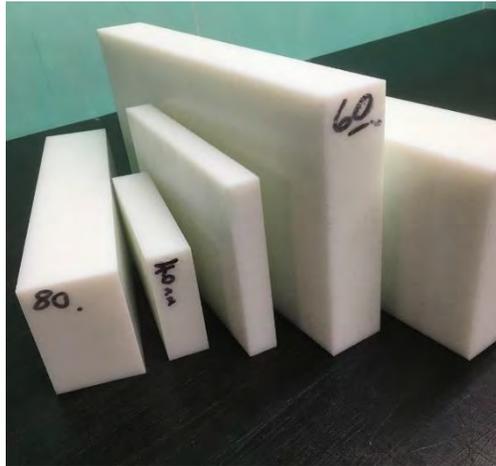
1. *Polyethylene* (PE)

Perkembangan dunia industri yang melesat dituntut untuk bisa menghasilkan produk dengan jumlah yang besar, presisi dan kualitas yang tinggi. Tingkat kekasaran permukaan menjadi salah satu faktor penting untuk meningkatkan kualitas produk. Dengan meningkatnya kebutuhan produk – produk manufaktur diiringi dengan kemajuan industri manufaktur. Material spesimen yang akan dilakukan pengujian pada penelitian ini yaitu polyethylene yang merupakan bahan termoplastik memiliki warna putih dengan titik leleh diantara 110 – 137 derajat celcius berdimensi panjang 125 mm dan berdiameter 52 mm. *Polyethylene* banyak digunakan dalam manufaktur seperti pembuatan komponen *stopper*, roda gigi, *roller*, dan *drift*.

Polyethylene (PE) adalah salah satu jenis polimer termoplastik yang paling umum digunakan. Ini adalah material serbaguna yang memiliki berbagai aplikasi di berbagai industri (Paxton et al. 2019). Berikut adalah beberapa karakteristik dan penggunaan utama *polyethylene* :

1. Tahan Terhadap Bahan Kimia : *Polyethylene* memiliki ketahanan yang baik terhadap berbagai jenis bahan kimia,
2. Ringan dan Tahan Terhadap Air : *Polyethylene* adalah material yang ringan dan tahan terhadap air,
3. Tahan Terhadap Suhu Rendah : PE tetap fleksibel bahkan pada suhu rendah, menjadikannya pilihan yang baik untuk aplikasi di lingkungan beku.
4. Kekuatan dan Ketahanan Terhadap Aus : Meskipun tidak sekuat beberapa polimer lainnya, PE memiliki kekuatan yang baik dan tahan terhadap keausan, terutama dalam aplikasi beban ringan hingga sedang.

Polyethylene ditemukan dalam berbagai produk sehari-hari, seperti wadah makanan, botol minuman, tas plastik, pipa saluran air, dan berbagai produk kemasan. Kehadirannya yang melimpah dan sifat-sifatnya yang berguna menjadikannya salah satu plastik paling banyak digunakan di dunia. Dapat dilihat pada Gambar 2.10 sebagai berikut :



Gambar. 2.10. Profil Material *Polyethylene* (PE)

2. *Polyformaldehyde* (POM)

Polyoxymethylene (POM) dikenal juga sebagai asetal, polyacetal dan polyformaldehyde adalah jenis rekayasa termoplastik yang biasa digunakan pada bagian presisi yang memerlukan kekakuan tinggi, gesekan rendah dan stabilitas dimensi yang sangat baik. *Polyformaldehyde* adalah jenis rekayasa termoplastik yang sering digunakan dalam komponen presisi. Material ini memiliki kekakuan tinggi, gesekan rendah, dan stabilitas dimensi yang sangat baik. Sehingga, *Polyformaldehyde* umumnya digunakan pada bagian-bagian yang membutuhkan ketahanan mekanik dan kestabilan dimensi yang tinggi. Karena karakteristiknya yang kuat dan tahan aus, POM sering digunakan dalam pembuatan komponen presisi dalam industri otomotif, elektronik, dan manufaktur umum. Contoh aplikasinya meliputi roda gigi, bantalan, katrol, dan berbagai komponen mesin presisi lainnya. Keistimewaan POM 19 membuatnya menjadi pilihan yang populer untuk penggunaan teknik dan rekayasa (Yulianto et al., 2014).



Gambar. 2.11. Profil Material POM (*Polyoxymethylene*)

3. *Politetrafluoroetilena (PTFE)*

Politetrafluoroetilena adalah plastic polimer industri yang di temukan oleh Dr. Roy J. Plunkett di laboratorium Jackson, Du Pont's, New Jersey, US, pada 6 april 1938. Pada tahun 1957 Mc Grew mengemukakan bahwa inti kimia dari polimer ini memiliki ketahanan terhadap suhu yang relative tinggi untuk kelas plastik dan memiliki nilai koefisien gesek yang relative rendah. Pemilihan Teflon untuk diangkat sebagai bahan penelitian disebabkan karena bahan Teflon memiliki ketahanan terhadap segala cuaca dan memiliki keahanan berbagai suhu yang sangat baik untuk kelas polimer (Prabasworo, 2018). Teflon merupakan bahan yang sangat baik untuk melapisi mesin atau peralatan yang terkena panas atau memiliki aplikasi untuk tidak mengalami korosi seperti peralatan memasak dan peralatan percobaan bahan kimia, dan peralatan yang memerlukan properti anti – gesek.



Gambar. 2.12. Politetrafluoroetilena (PTFE)

2.4. Keausan

Keausan adalah sebuah fenomena yang sering terjadi dalam engineering. Keausan bukan hanya proses tunggal, tetapi beberapa proses berbeda yang dapat berlangsung independen atau secara bersamaan. Kompleksitas proses keausan dapat dibaca dengan mengetahui berbagai variabel yang terlibat, yaitu kekerasan, ketangguhan, kelenturan, modulus elastisitas, kekuatan tarik, kelelahan, dan struktur permukaan yang saling bertemu, seperti geometri, temperatur, tegangan, distribusi tegangan, koefisien gesek, dan atmosfer dari permukaan yang aus (Abidin, 2010). Berikut adalah rumus sederhana dalam menghitung persentase keausan yang terjadi pada spesimen.

$$Keausan = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

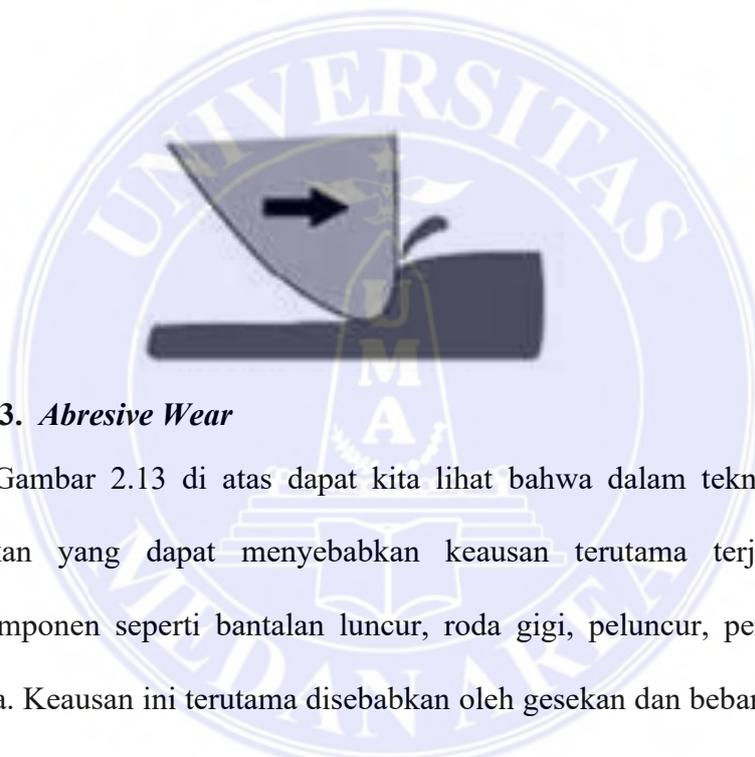
Dimana : A1 : Luas Penampang Awal (mm)

 A0 : Luas Penampang Akhir (mm)

2.4.1. Jenis – Jenis Keausan

Keausan adalah suatu proses kompleks yang melibatkan penurunan material yang disebabkan oleh gesekan atau kontak berulang dengan benda lain. Proses ini dapat mengakibatkan perubahan struktural dan geometris pada permukaan material (Djunaidi, 2017). Terdapat beberapa jenis keausan yang umum terjadi, di antaranya :

1. Abresive Wear



Gambar. 2.13. *Abresive Wear*

Pada Gambar 2.13 di atas dapat kita lihat bahwa dalam teknik mesin, gerakan-gerakan yang dapat menyebabkan keausan terutama terjadi pada komponen-komponen seperti bantalan luncur, roda gigi, peluncur, penghancur, dan sejenisnya. Keausan ini terutama disebabkan oleh gesekan dan beban mekanis yang terjadi selama operasi. Pada bantalan luncur, misalnya, keausan dapat timbul karena gesekan antara permukaan bantalan dan poros yang berputar. Begitu pula pada roda gigi, peluncur, dan penghancur, gerakan yang berulang dan beban mekanis dapat memicu keausan pada permukaan komponen tersebut. Dalam konteks ini, pemeliharaan yang baik dan penggunaan pelumasan yang sesuai dapat membantu mengurangi keausan dan memperpanjang umur pakai komponen-komponen mesin. *Abrasive wear* adalah kehilangan material pada

permukaan benda yang disebabkan oleh pemotongan dari material yang lebih keras terhadap material yang lebih lunak.

2. *Two - Body Abrasion*

Keausan ini disebabkan oleh hilangnya material karena proses rubbing (penggarukan) oleh material lain yang lebih keras dibanding material yang lain. Sehingga material yang lunak akan terabrasi. Dapat di lihat pada Gambar 2.14 sebagai berikut :



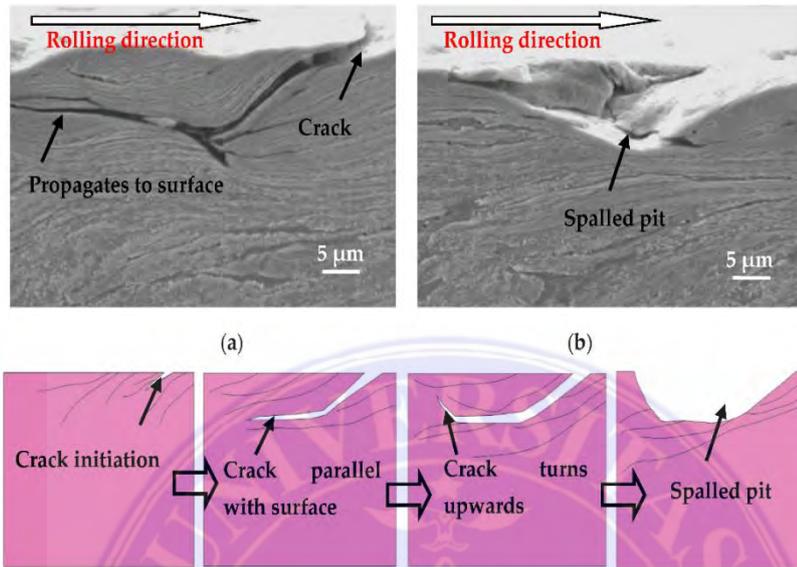
Gambar. 2.14. *Two - Body Abrasion*

Debris berasal dari logam lembaran yang teradhesi pada permukaan alat cetak, kemudian karena proses pembentukan yang terjadi, serpihan ini akan menggaruk permukaan pelat, sehingga terjadilah keausan secara abrasif. Gambar 2.14 di atas adalah ilustrasi keausan jenis adhesif yang terjadi pada sheet metal forming antara tool dan logam lembaran yang berlanjut dengan keausan *abrasive*.

3. *Surface Fatigue Wear*

Keausan lelah pada permukaan pada hakikatnya bisa terjadi baik secara abrasif atau adhesif. Tetapi keausan jenis ini terjadi secara berulang-ulang dan periodik. Hal ini akan berakibat pada meningkatnya tegangan geser. Pada Gambar 2.15 mengilustrasikan tentang pertumbuhan retak pada permukaan benda. Tidak

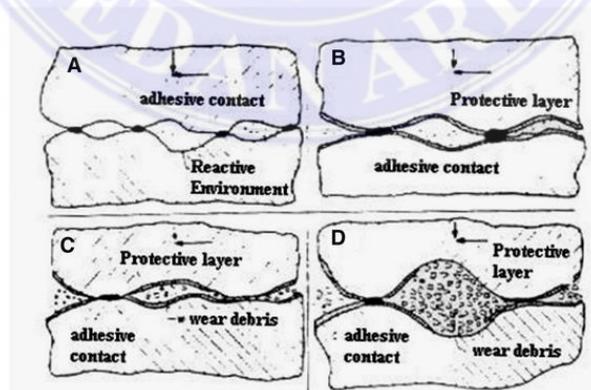
sempurnaan dalam struktur material salah satu penyebabnya adalah lokasi yang kosong yang ada dalam susunan butir pembentuk material.



Gambar. 2.15. *Surface fatigue wear*

4. *Tribo Chemical Wear*

Keausan kimiawi merupakan kombinasi antara proses mekanis dan proses termal yang terjadi pada permukaan benda serta lingkungan sekitarnya.

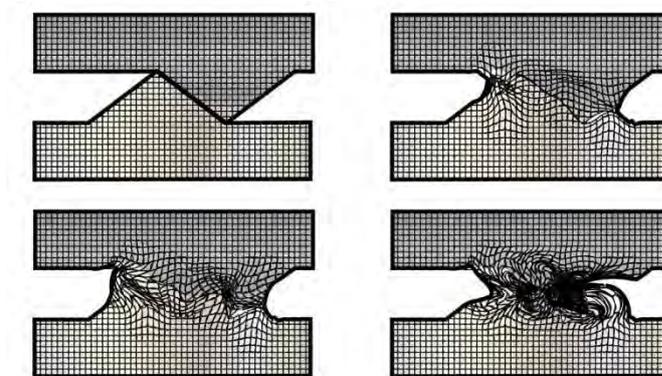


Gambar. 2.16. *Tribo chemical wear*

Sebagai contoh, proses oksidasi yang sering terjadi pada sistem kontak luncur (*Sliding Contact*) antar logam. Proses ini lama kelamaan akan menyebabkan perambatan retak dan juga terjadi abrasi. Peningkatan suhu dan perubahan sifat mekanis pada asperiti adalah akibat dari keausan kimiawi. Keausan jenis ini akan menyebabkan korosi pada logam. Interaksi antara agen korosif dan permukaan yang rusak seperti terlihat dalam Gambar 2.16. Korosi diawali dengan keausan adhesif yang merusak lapisan film. Sliding yang terus menerus akan menghilangkan lapisan. Karena adanya bahan yang reaktif maka korosi berlangsung dengan cepat.

5. *Adhesive wear*

Keausan adhesif adalah salah satu jenis keausan yang disebabkan oleh terikat dan berpindahnya partikel dari suatu permukaan material yang lemah ke material yang lebih keras. Pada Gambar 2.17, proses itu bermula ketika benda dengan kekerasan yang lebih tinggi menyentuh permukaan yang lemah kemudian terjadi pengikatan. Pengikatan ini terjadi secara spontan dan dapat terjadi dalam suhu yang rendah atau moderat. Adhesive wear sering juga disebut galling, scoring, scuffing, seizure, atau seizing (Syafa'at, 2008).



Gambar. 2.17. *Adhesive wear*

2.5. Sistem Pelumasan

Sistem Pelumasan Mesin adalah suatu system yang bertujuan memberikan lapisan film (*oil film*) untuk mencegah kontak langsung pada komponen-komponen yang bergesekan. Dari segi kegunaan, ada pelumas sangat kental seperti gel yang biasa disebut grease alias gemuk. Begitu kentalnya, gemuk akan menempel terus pada komponen yang dilumasi dan tidak akan menetes, sehingga cocok untuk komponen-komponen terbuka seperti engsel pintu, sendi-sendi batang kemudi (*Tie Rod*), lengan suspensi. Untuk melumasi komponen yang sifatnya presisi, dan rumit seperti mesin, transmisi, dan gardan (*Diferensial*), diperlukan pelumas yang lebih encer ketimbang gemuk (Ikhsan et al., 2018). Fungsi dari suatu sistem pelumasan adalah untuk menyediakan jumlah minyak pelumas yang cukup dan dingin serta bersih ke dalam mesin untuk mengadakan pelumasan yang efektif dan cukup terhadap semua bagian yang saling bergesekan dan bergerak yang terjadi di dalam mesin itu sendiri (Al Hakiki & Dwisetiono, 2021). Sistem Pelumasan dibagi menjadi dua yaitu :

2.5.1. Pelumasan Fluida Cair

Sistem pelumasan yang menggunakan cairan, biasanya berupa minyak pelumas, bertujuan untuk mengurangi gesekan dan keausan pada permukaan mesin yang bergerak. Dalam situasi ini, cairan tersebut, umumnya berupa oli pelumas, berperan sebagai medium yang membentuk lapisan pelumas di antara permukaan gesekan, sehingga dapat mengurangi gesekan dan panas yang timbul selama operasional. Fungsi ini membantu meningkatkan efisiensi, masa pakai mesin, dan kinerja secara keseluruhan dari sistem tersebut.

Pada pelumas cair, kemampuan menahan beban cukup baik dan kemampuan pada putaran 700-3000 rpm yang sangat baik. Hal ini dikarenakan pelumas cair dapat melapisi bagian bagian yang tidak dapat dijangkau oleh pelumas tipe lain karena viskositasnya rendah. Pelumas cair memiliki viskositas rendah, sehingga dapat dilakukan proses sirkulasi dan penyaringan, dengan adanya proses sirkulasi, maka pelumas cair dapat melakukan proses pendinginan pada mesin. Oli-oli yang beredar di pasaran sebaiknya telah memiliki kode SAE dan API. SAE adalah singkatan dari Society of Automotive Engineer yang menunjukkan kekentalan oli. SAE adalah asosiasi yang berfungsi menstandarisasi berbagai bidang rancang desain teknik dan manufaktur.

2.5.2. Pelumasan Padat

Pelumasan padat atau kental mengacu pada metode pelumasan yang menggunakan bahan padat atau kental sebagai agen pelumas. Berbeda dengan pelumasan cair yang memanfaatkan minyak atau cairan serupa, pelumasan padat melibatkan penggunaan bahan berkepadatan tinggi atau kental untuk membentuk lapisan pelumas di antara permukaan gesekan. Salah satu contoh paling umum dari pelumasan padat adalah penggunaan grease atau gemuk.

Keunggulan dari pelumasan padat atau kental mencakup resistensi terhadap tumpahan, kemampuan untuk melekat pada permukaan, dan daya tahan terhadap tekanan tinggi. Namun, pelumasan ini mungkin kurang efisien dalam mengatasi masalah panas dibandingkan dengan pelumasan cair. Pemilihan antara pelumasan cair dan pelumasan padat bergantung pada kondisi operasional, jenis mesin, dan kebutuhan khusus aplikasi yang sedang digunakan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Waktu

Adapun waktu dan penelitian yang sejak tanggal di keluarkannya Surat keputusan tugas akhir dan penentuan dosen pembimbing dengan detail jadwal tugas akhir seperti terlihat pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel. 3.1. Rencana Jadwal Penelitian Tugas Akhir

Aktifitas	Tahun 2024 – Tahun 2025						
	Jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul
Pengajuan judul		■					
Penulisan proposal			■	■	■		
Seminar proposal				■	■		
Proses penelitian			■	■	■		
Pengelolaan data penyelesaian laporan				■	■		
Seminar hasil					■	■	
Evaluasi dan persiapan sidang						■	■
Sidang sarjana							■

3.1.2. Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Cv, rimbun jaya Di Jln . Mongisidi No. 91 , Kota Medan

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. *Politetrafluoroetilena* (PTFE)

Politetrafluoroetilena adalah *fluoropolimer tetrafluoroetilena* sintesis. Senyawa polimer ini lebih dikenal dengan nama dagang Teflon. Teflon diciptakan oleh Roy J. Plunkett (1910–1994) di DuPont pada tahun 1938 dan diperkenalkan sebagai produk yang dikomersialkan pada tahun 1946. Senyawa ini merupakan *fluoropolimer* termoplastik. dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar.3. 1. *Politetrafluoroetilena* (PTFE)

2. Oli (Pelumas)

Adapun bahan pelumas yang digunakan yaitu oli transmisi SGMW API GL-5 yang digunakan untuk melumasi saat pengujian roda gigi dalam keadaan terlumasi ,gambar dapat dilihat digambar 3. 2. berikut.



Gambar.3. 2.SGMW API GL-5

3.2.2. Alat

Adapun alat yang digunakan ialah sebagai berikut :

1. Alat Uji Keausan

Peralatan ini dipergunakan untuk menguji tingkat keausan pada sampel roda gigi. Secara umum, mesin ini dilengkapi dengan berbagai fitur tambahan seperti mikrokontroler yang berfungsi untuk mendeteksi load cell, sensor RPM untuk memudahkan pengukuran rotasi, dan beban massa pada uji coba spesimen. Untuk alat uji keausan dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut:



Gambar.3. 3. Alat Uji Keausan

2. Mesin *frais*

Mesin *frais* adalah mesin perkakas yang memiliki gerak utama berputar untuk memutar alat potong yang digunakan untuk menyayat benda kerja agar menjadi bentuk tertentu. Mesin ini digunakan pada pemebentukan roda gigi setelah proses milling. Gambar mesin *frais* dapat dilihat pada gambar 3.4. dibawah



Gambar.3.4. Mesin Frais

3. Kertas Milimeter

Kertas milimeter digunakan untuk menghitung hasil uji keausan pada roda gigi miring bahan polimer. Kertas milimeter dapat dilihat pada Gambar 3.5 sebagai berikut :



Gambar.3.5. Kertas Milimeter

4. Thermogun

Adapun digunakan thermogun untuk mengukur tempratur roda gigi saat pengujian berlangsung dikarenakan aman saat digunakan dari jarak jauh . thermogun dapat di lihat pada gambar 3.6. sebagai berikut :



Gambar.3.6. Thermogun

5. Scenner

Scanner digunakan mengukur keausan roda gigi, Roda gigi akan di scan untuk mengetahui keausan. Gambar scanner dapat dilihat pada gambar 3.7. sebagai berikut :



Gambar.3. 7. Scenner

6. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur massa roda gigi sebelum dan sesudah pengujian agar diketahui keausan dari pengujain tersebut,Gambar dapat dilihat pada gambar 3.8. sebagai berikut :



Gambar.3. 8. Timbangan

7. Tachometer

Tachometer ini digunakan untuk mengukur kecepatan putaran pada poros di alat uji keausan roda gigi. *Tachometer* ini dapat di lihat pada gambar 3.9. sebagai berikut :



Gambar.3. 9. Tachometer

8. Laptop

Digunakan untuk mengerjakan data penelitian serta menampilkan grafik dan dapat melihat hasil dari scener untuk mengetahui kerusakan pada roda gigi miring yang di uji . laptop .Dapat dilihat pada gambar 3.9. sebagai berikut :



Gambar.3. 10. Laptop

3.3.Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu secara metode eksperimen yang merupakan pembuatan atau set tindakan dan pengamatan yang dilakukan dan bertujuan untuk mencari tahu penyebab terjadinya keausan pada roda gigi yang diteliti. Sistematika pada analisis pada pembuatan rig uji keausan dan temperatur pada roda gigi dengan sensor putaran dan beban adalah sebagai berikut:

3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematika pada analisis pada pembuatan rig uji keausan roda gigi dengan putaran dan beban yang sudah ditentukan adalah sebagai berikut:

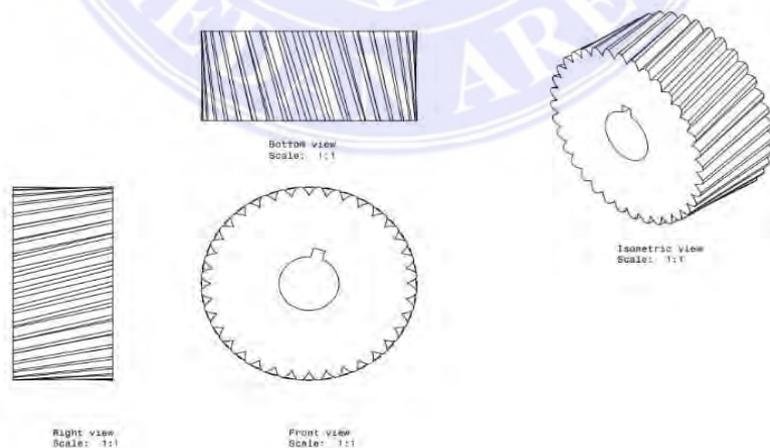
1. Studi literatur. Mengumpulkan informasi tentang karakteristik roda gigi yang diambil dari berbagai sumber, termasuk spesifikasi teknis, material,dimensi, dan parameter desain.

2. Mengukur dimensi dan fitur fisik dari setiap roda gigi menggunakan kertas milimeter.
3. Menguji ketahanan dan kekuatan setiap roda gigi menggunakan metode uji kekuatan yang sesuai, seperti tes keausan, tes uji *impact*, dan lain-lain. Meng analisis data yang diperoleh dari pengujian fisik dan simulasi dengan menggunakan metode statistik untuk mendapatkan informasi tentang kekuatan, daya tahan, dan karakteristik lainnya dari roda gigi lurus.

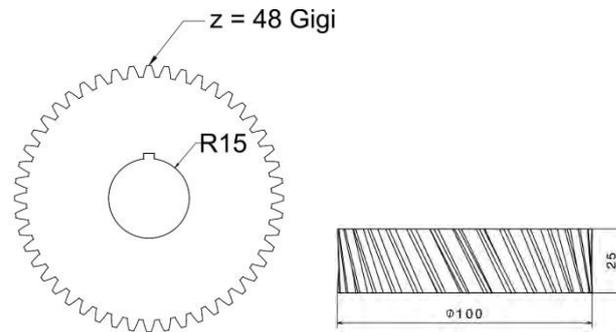
3.3.2. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah prosedur pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan peralatan dan bahan uji.
2. Menyiapkan lembar data *sheet* pengujian keausan roda gigi.
3. Memeriksa dan memastikan pembacaan alat ukur dapat berfungsi dengan baik dan memastikan bahwa alat uji berfungsi **Teknik** dengan baik.



Gambar.3. 11. Gambar Roda Gigi Miring



Gambar.3. 12. Spesimen Roda Gigi Miring Modul 2, Rasio 1:1



Gambar.3. 13. Spesimen Roda Gigi Miring Modul 2, 1:0,75

3.4. Populasi dan Sampel

3.4.1. Populasi

Populasi penelitian ini terdiri dari berbagai jenis roda gigi lurus yang digunakan dalam sistem transmisi mesin industri di berbagai sektor seperti manufaktur, pertambangan, otomotif, dan lain-lain. Populasi ini mencakup berbagai ukuran dan material roda gigi yang digunakan dalam berbagai aplikasi.

3.4.2. Sampel

Untuk membatasi penelitian, akan diambil sampel acak dari populasi di atas. Sampel penelitian ini akan terdiri dari 3 buah roda gigi lurus yang dipilih 37 secara acak dari berbagai sektor industri yang telah disebutkan sebelumnya.

Sampel ini akan mencakup berbagai ukuran dan material roda gigi untuk mencerminkan keragaman yang ada dalam populasi. Dapat kita lihat pada Tabel 3.2.2 sebagai berikut:

Tabel 3. 2. populasi & sampel

No.	Bahan	Modul	Diameter out (mm)	Diameter in (mm)	Jumlah gigi	Jumlah spesimen
1.	Teflon	2	100	96	48	2
2.	Teflon	2	75	71	36	2
Jumlah spesimen						4

3.5. Prosedur Kerja

Berikut adalah prosedur kerja yang dilaksanakan :

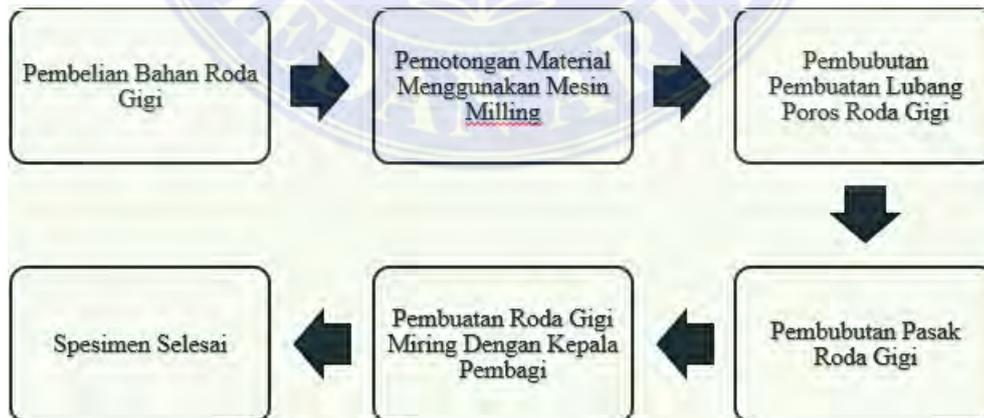
Langkah–langkah prosedur pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Scan Roda gigi sebelum di uji untuk mengetahui ukuran awal sebelum di uji dengan cara meletakkan roda gigi di atas kertas millimeter kemudian atur tata letak roda gigi pada alat scan untuk mendapatkan posisi yang di butuhkan
2. Setting roda gigi pada alat uji, atur posisi roda gigi pada alat uji rig kemudian kencangkan
3. Nyalakan Mesin uji rig dengan menyalakan mesin motor bensin
4. Berikan Beban beban pada handle rem dengan menarik tuas *handwich* pada alat uji rig, berikan beban sesuai yang di butuh kan.

5. Setiap 20×10^4 putaran atau setiap 1 jam lepas roda gigi lalu timbang massa roda gigi serta scan ulang untuk mengetahui perkembangan keausan, lakukan sampai 200×10^4 putaran.
6. Setelah itu, hitung luas penampang awal dan luas penampang akhir untuk mendapatkan banyak material yang hilang pada pengujian.

3.5.1. Proses Pembuatan Spesimen

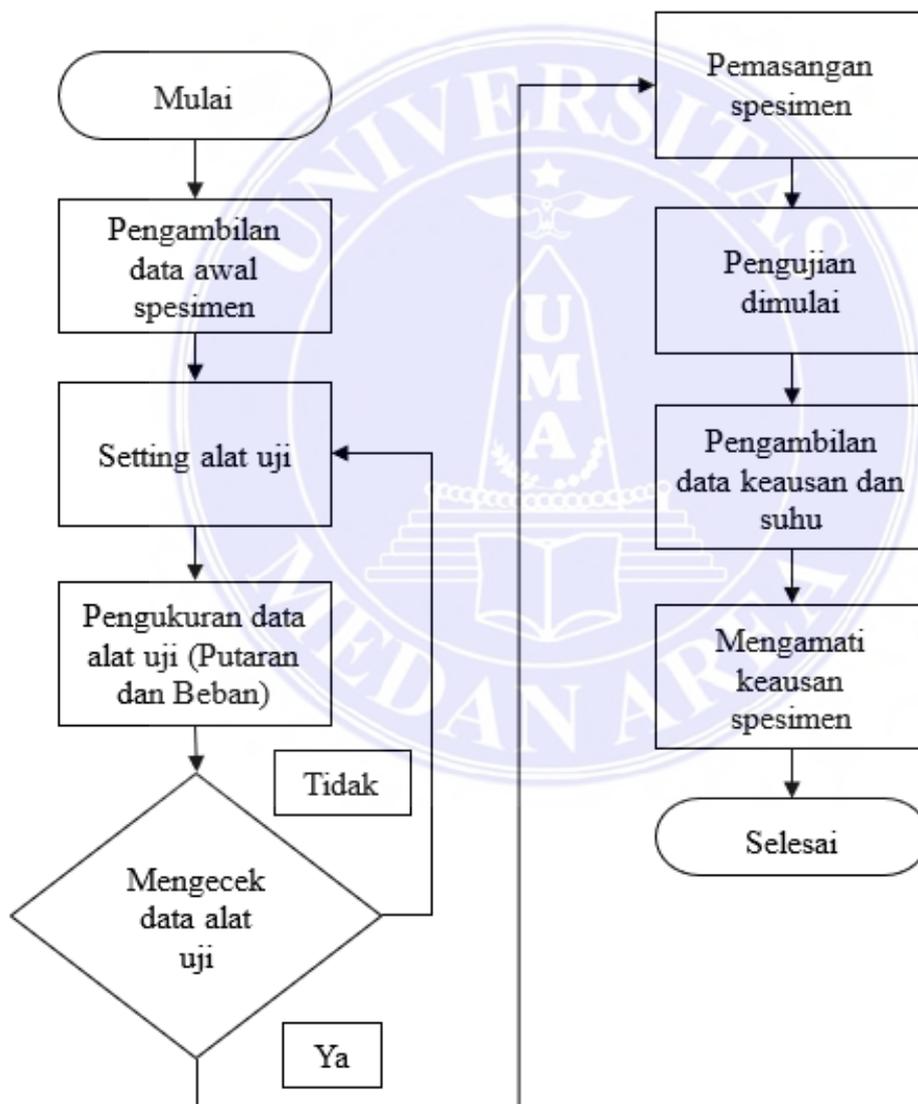
Proses pembuatan roda gigi miring dari bahan *Politetrafluoroetilena* (PTFE) melibatkan beberapa tahap yang penting dan terstruktur. Tahap pertama adalah pemilihan bahan, di mana bahan PTFE dipilih karena sifat-sifatnya yang sesuai untuk aplikasi ini, seperti kekuatan, ketahanan terhadap aus, dan kemampuannya untuk dibentuk dengan presisi tinggi. Setelah bahan dipilih, langkah selanjutnya adalah desain dan perhitungan awal. Roda gigi yang dirancang memiliki 2 jenis rasio, yaitu 1:1 dan 1:0,75 dengan modul 2 sebagai parameter penting dalam desain ini.



Gambar.3. 14. Prosedur Pembuatan Roda Gigi

3.5.2. Proses Pengujian Keausan

Tahap persiapan meliputi penentuan parameter pengujian dan penyiapan peralatan pengujian yang diperlukan. Selanjutnya, proses pengujian melibatkan pengujian keausan abrasif dengan menggunakan mesin uji gesek, di mana roda gigi mengalami gesekan untuk mensimulasikan kondisi operasional yang sebenarnya. Selama pengujian berlangsung, parameter seperti beban dan kecepatan. Selama pengujian berlangsung, parameter seperti beban dan kecepatan dipantau dengan ketat.

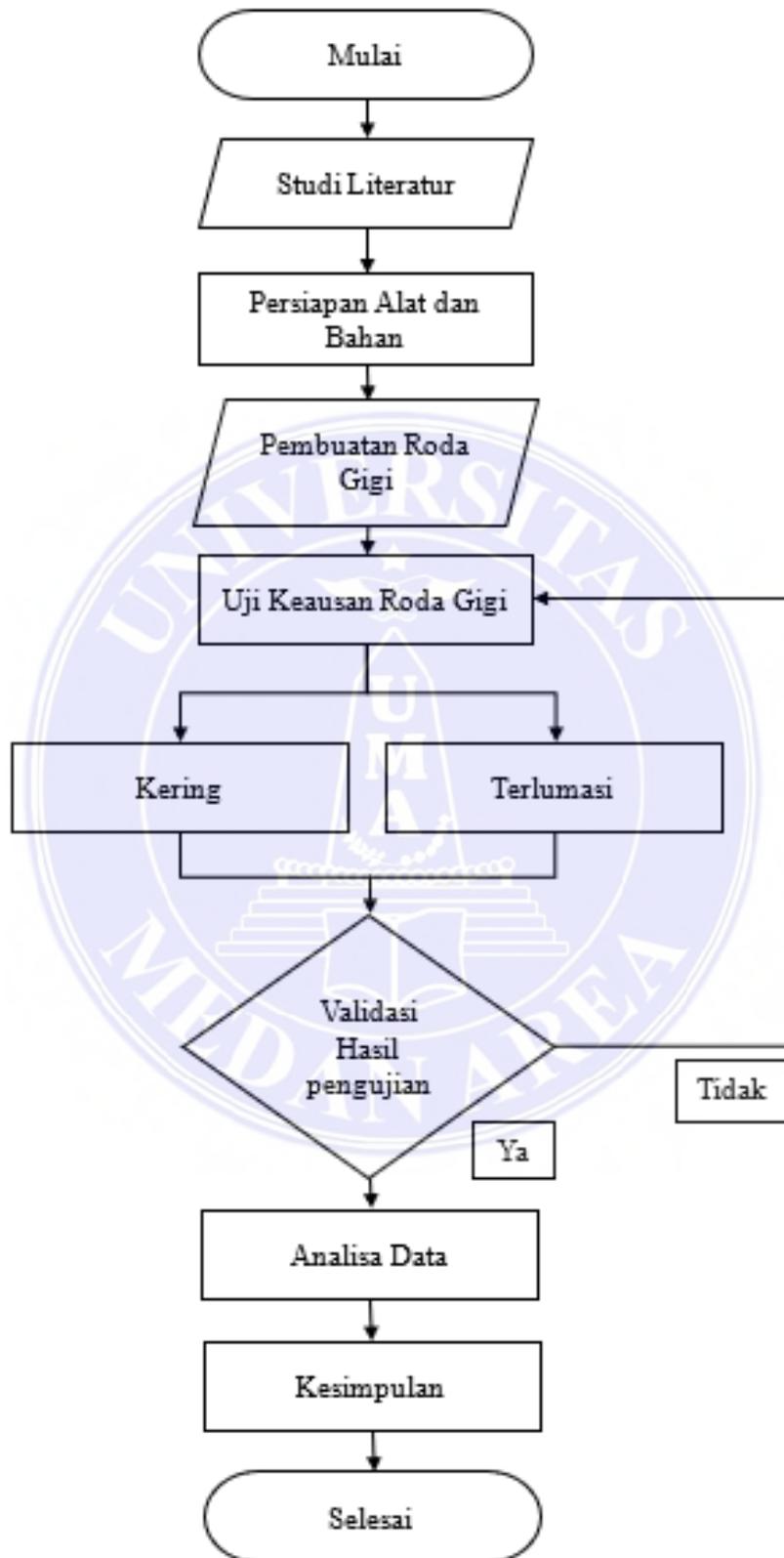


Gambar.3. 15. Prosedur Pengujian Keausan Roda Gigi Miring

Berikut adalah penjelasan sederhana dari diagram diatas.

1. Dengan roda gigi spesimen telah dibentuk, langkah pertama sebelum melakukan penelitian adalah mengukur data roda gigi, seperti massa roda gigi dan suhu awal sebelum pengujian.
2. Langkah berikutnya adalah mengatur alat pengujian, beban dan putaran poros, setelah penyetulan beban dan kecepatan maka pengukuran beban dan putaran digunakan timbangan digital dan *tachometer*.
3. Kecepatan dan beban yang diinginkan pada pengujian ini di rencanakan sebesar 3400rpm dan 5.8Nm, apabila pengukuran tidak tercapai maka alat uji akan di *setting* kembali.
4. Setelah data sudah benar, pemasangan spesimen dapat dilakukan dan pengujian dapat dimulai. Pengujian keausan roda gigi akan berlangsung hingga roda gigi mencapai putaran total sebanyak 2 juta putaran dan 5.8Nm beban.
5. Setiap interval 200 ribu putaran, beban dan suhu akan didatakan kembali, dan keausan yang terjadi pada roda gigi akan diamati dan dipelajari. Pengujian selesai ketika putaran roda gigi sudah menjadi total 2 juta putaran.

3.5.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar.3. 16. Diagram Alir

berikut adalah penjelasan diagram alir penelitian diatas sebagai berikut :

1. Penelitian dimulai dengan studi literatur dimana penulis mengumpulkan segala informasi mengenai topik yang diteliti seperti keausan, roda gigi, dan material polimer Teflon. Informasi dapat diperoleh baik dari buku, website, journal, catalog dan lain-lain.
2. Setelah studi literatur, peneliti akan mempersiapkan alat dan bahan yang berhubungan dengan topik penelitian seperti pembelian material polimer yang digunakan, memasang mesin pengujian, dan memastikan mesin pengujian tidak mengalami masalah ketika berjalan.
3. Setelah alat dan bahan sudah tersedia, maka spesimen roda gigi akan dibuat dalam bengkel yang ditentukan oleh penulis.
4. Setelah spesimen sudah tersedia maka pengujian keausan dapat dilakukan. Spesimen akan dipasang dalam mesin pengujian dan dikencangkan kemudian pengujian akan dilaksanakan sesuai sirklus yang ditentukan dengan kondisi roda gigi kering dan terlumasi.
5. Setelah pengujian selesai maka pengambilan data seperti beban dalam pengujian, putaran roda gigi, temperatur dan reduksi massa akan dilaksanakan.
6. Setelah pengambilan data selesai maka data yang dicatat akan diolah untuk mendapatkan keausan yang terjadi pada roda gigi.
7. Dan terakhir, penulis akan menyimpulkan penelitian yang dilaksanakan melalui data, studi literatur dan pengetahuan yang dimiliki dan memberi saran dalam penelitiannya.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian terhadap pengujian keausan pada roda gigi miring polimer, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Spesimen roda gigi miring dari bahan *politetrafluoretilena* telah selesai dibuat dengan rasio 1:1 dan 1:0,75 , Spesimen ini dibuat dengan modul 2 dengan diameter luar 100 mm dengan jumlah gigi 48, dan diameter 75 mm dengan jumlah gigi 36 Ketebalan spesimen adalah 25 mm, dan total roda gigi yang digunakan untuk pengujian ini sebanyak 8 buah.
2. Hasil pengujian keausan roda gigi, variasi putaran diterapkan. Semakin besar beban yang diberikan, semakin tinggi tingkat keausan yang terjadi pada roda gigi berbahan polimer. Pada pengujian dengan kecepatan siklus putaran di 2416 rpm dan beban 3 kg, tingkat keausan tertinggi yang dicapai adalah 0,06%.
3. Pengaruh putaran terhadap keausan pada rasio 1:1 menunjukan pertambahan signifikan demikian juga dengan rasio 1:0,75 kerusakan nyata terjadi pada putaran 100×10^4

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian mesin uji keausan roda gigi miring berbahan pilimer, maka saya dapat menyarankan agar penulis berikutnya dapat

mengembangkan lagi alat yang berada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Medan Area antara lain sebagai berikut :

1. Bagi penulis yang ingin melanjutkan penelitian tentang uji keausan roda gigi miring berbahan polimer untuk kedepannya harus memperbaiki / menginovasi sebelum pengujian harus di perhatikan bagian pada dudukan rpm, agar data yang didapat lebih baik dan tepat.
2. Memperhatikan bearing pada dudukan beban agar tidak goyang supaya data lebih sempurna
3. Mengutamakan keselamatan kerja (K3).



DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2010). Mekanisme Keausan Pahat Pada Proses Pemesinan: Sebuah Tinjauan Pustaka. *Majalah Ilmiah Momentum*, 6(1).
- Al Hakiki, S. H., & Dwisetiono, D. (2021). Analisa Sistem Pelumas Menggunakan Metode FMEA Guna Mengetahui Kegagalan Sistem. *Zona Laut: Journal of Ocean Science and Technology Innovation*, 99–105.
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2011). Gear-general. *Shigley's Mechanical Engineering Design*, 674–714.
- Djunaidi, R. (2017). Pengaruh Pelapisan Serbuk Stelite 6 dengan Proses Logam Nyala Api Oksi Asetelin Terhadap Ketahanan Aus. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 3(2), 113–130.
- Firmansyah, B. A. (2020). *Perancangan Sistem Kemudi Tipe Rack And Pinion Pada Mobil Hemat Energi "Haizum."*
- Ikhsan, K., Mawardi, M., Jannifar, A., & Zaimahwati, Z. (2018). Rancang Bangun Alat Simulator Gearbox Untuk Pengujian Kinerja Minyak Pelumas. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 2(2), 81–88.
- Nugroho, Y. R., Winarso, R., & Qomaruddin, Q. (2019). Rancang Bangun Mekanisme Ulir Dan Roda Gigi Cacing Pada Meja Mesin Planer Otomatis. *JURNAL CRANKSHAFT*, 2(1), 35–42
- Prabasworo, A. (2018). Analisis Pengaruh Material PTFE (Teflon) Sebagai Pengganti Kuningan Pada Bearing Sterntube Kapal Ditinjau Dari Segi Teknis. *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)*, 1–6.
- Rahdiyanta, D. (2010). Pengefraisan Roda Gigi Lurus dan Rack. *Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Ramadhani, A., Andrijono, R. D., & Tuharno, T. (2017). Rancang Bangun Sistem Transmisi Roda Gigi Miring Pada Alat Pemutar Penegang Rantai Tank AMX-13. *TRANSMISI*, 13(2), 201–216.
- Siregar, R. A., Umurani, K., & Mukhlas, M. (2019). Studi Eksperimen Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(2), 158–164. <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i2.3670>
- Sutanto, H. (2017). Analisis Tegangan Roda Gigi Miring pada Transmisi Kendaraan Roda Empat berdasarkan AGMA dan ANSYS. *Media Teknika*, 12(1).
- Syafa'at, I. (2008). Tribologi, daerah pelumasan dan keausan. *Majalah Ilmiah Momentum*, 4(2).
- Tangel, D., Tangkuman, S., & Luntungan, H. (2016). Aplikasi Spreadsheet Pada Perancangan Roda Gigi Lurus. *JURNAL POROS TEKNIK MESIN UNSRAT*, 5(2).
- Yulianto, I., Rispianda, R., & Prasetyo, H. (2014). Rancangan desain moldproduk

knob regulator kompor gas pada proses injection molding. *Reka Integra*, 2(3).

Bagus Setya Raharja, I Made Sunada ,2018 “Analisa Keausan Roda Gigi Lurus Secara Mikroskopik Dengan Variasai Beban ”. *Transmisi*14 (2) : 301.

Burhanuddin, 2015 “Teknologi dan Rekayasa Material Polimer Komposit”. Prodi Teknik Arsitektur UIN Alauddin Makasar. 1: 3-5

Gigih Pribadi,Achmad Widodo,Djoeli Satrijo 2014 “Deteksi Kerusakan Roda Gigi Dengan Analisis Sinyal Getaran Berbasis Domain Frekuensi ”. *Jurnal Teknik Mesin S-1* 2(3) : 184

Kevin Alfiansyah, Reza Setiawan,Bobie Suhendra, 2023” Proses Pembuatan RodaGigi Miring Pada Mesin Kertas”. *Jurnal Kajian Teknik Mesin* 8 (2):100









LAMPIRAN

1. Surat SK Pembimbing Tugas Akhir

	UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK	
Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎(061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax (061) 7366098 Medan 20223 Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 /Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎ (061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122 Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id		
Nomor	: 152/FT.3/01.10/II/2024	27 Februari 2024
Lamp	: -	
H a l	: Pembimbing Tugas Akhir	
Yth. Pembimbing Tugas Akhir Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST., M.Eng. di Tempat		
Dengan hormat, sehubungan telah dipenuhinya persyaratan untuk memperoleh Tugas Akhir dari mahasiswa atas :		
N a m a	: Afaaf As' ad Ma'ruf	
N P M	: 208130050	
Jurusan	: Teknik Mesin	
Maka dengan hormat kami mengharapkan kesediaan saudara :		
Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST., M.Eng. (Sebagai Pembimbing)		
Adapun Tugas Akhir Skripsi berjudul :		
"Penyelidikan Keausan Roda Gigi Miring Bahan Politerafluoroetilena Dengan Kondisi Kering dan Terlumasi".		
SK Pembimbing ini berlaku selama enam bulan terhitung sejak SK ini diterbitkan. Jika proses pembimbing melebihi batas waktu yang telah ditetapkan, SK ini dapat ditinjau ulang.		
Demikian kami sampaikan, atas kesediaan saudara diucapkan terima kasih.		
Dekan,		
 Dr. Eng. Supriatno, ST., MT.		

2. Surat Pengantar Pengambilan Data Penelitian

	UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎ (061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax. (061) 7366998 Medan 20223 Kampus II : Jalan Setabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎ (061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122 Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id		
Nomor	: 376/FT.3/01.10/VI/2024	06 Juni 2024	
Lamp	: -		
Hal	: Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir		
Yth. Pimpinan CV. Rimbun Jaya Jl. Mongonsidi No.91, Kel. Anggrung, Kec. Medan Polonia, Kota Medan Sumatera Utara di Tempat			
Dengan hormat, Kami mohon kesediaan Bapak/Ibu berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :			
NO	N A M A	N P M	PRODI
1	Afaaf As' ad Ma'ruf	208130050	Teknik Mesin
Untuk melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu Pimpin.			
Perlu kami jelaskan bahwa Pengambilan Data tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah dan Skripsi yang merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul penelitian :			
Penyelidikan Keausan Roda Gigi Miring Bahan Politetrafluoroetilena Dengan Kondisi Kering dan Terlumasi			
Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.			
Dekan,			
 Dr. Eng. Supriatno, ST., MT.			
Tembusan :			
1. Ka. BAMAI			
2. Mahasiswa			
3. File			

3. Surat Selesai Melaksanakan Penelitian



KAROSERI RIMBUN JAYA

Office : Jl. Mongonsidi No. 91 Telp. 4146369 Fax. 4142911 Medan 20152
Workshop : Jl. Glugur Rimbun Km. 25 No. 25 Desa Silebo-lebo Kec. Kutalimbaru Kab. Deli Serdang

SURAT KETERANGAN

No : 100/RJ.SK/VII/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hermes Hendro, SP
Jabatan : Direktur
Alamat Perusahaan : Jl. Mongonsidi No. 91 Medan Polonia

Menerangkan bahwa, Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Afaaf as'ad ma'ruf
NIM : 208130050
Fakultas/Prodi : Teknik Mesin
Universitas : Universitas Medan Area
Kegiatan : Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir
Judul : Penyelidikan Keausan Roda Gigi Miring Bahan *politetrafluoroetilena* Dengan kondisi Kering Dan Terlumasi

Bahwa yang bersangkutan telah menyelesaikan kegiatan tersebut dari CV.RIMBUN JAYA dimulai pada tanggal 06 Juni 2024 sampai dengan 06 Juli 2024. Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 06 Juli 2024
CV. RIMBUN JAYA



HERMES HENDRO, SP
Direktur

4. Hasil penelitian Roda Gigi Bahan *Politetrafluoroetilena*

