

**PENYELIDIKAN KEAUSAN RODA GIGI LURUS BAHAN
POLYETHYLENE DENGAN KONDISI KERING DAN
TERLUMASI**

SKRIPSI

OLEH:

**DONO TAMBA
198130088**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang


Document Accepted 7/2/25

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

HALAMAN JUDUL

PENYELIDIKAN KEAUSAN RODA GIGI LURUS BAHAN *POLYETHYLENE* DENGAN KONDISI KERING DAN TERLUMASI

SKRIPSI



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

Oleh:

**DONO TAMBA
198130088**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/2/25

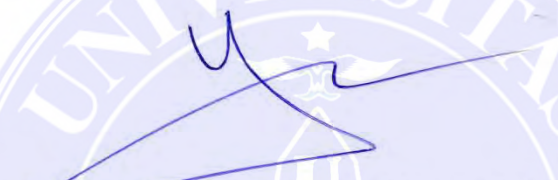
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Proposal : Penyelidikan Keausan Roda Gigi Lurus Bahan
Polyethylene Dengan Kondisi Kering dan
Terlumasi
Nama Mahasiswa : Dono Tamba
NIM : 198130088
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh


Komisi Pembimbing


Muhammad Yusuf Rahmansyah Siahaan, S.T., M.T.
Pembimbing




Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.Eng.
Dekan




Dr. Iswandi, S.T., M.T.
Ka. Prodi

Tanggal Lulus: 24 September 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelarsarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dansanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

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 proposal skripsi ini.

Medan, 24 September 2024



Dono Tamba
198130088

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dono Tamba

NPM :198130088

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

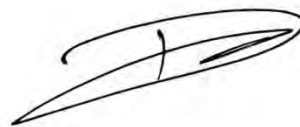
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Penyelidikan Keausan Roda Gigi Lurus Bahan *Polyethylene* Dengan Kondisi Kering dan Terlumasi”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 24 September 2024
Yang menyatakan



(Dono Tamba)

ABSTRAK

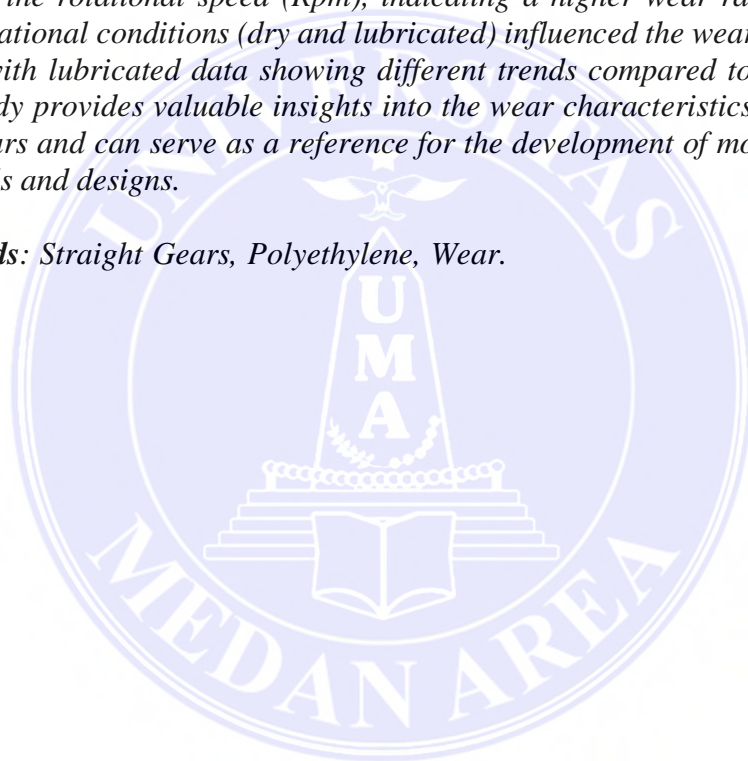
Roda gigi lurus adalah komponen esensial dalam berbagai aplikasi industri dan mekanis, di mana keausan roda gigi dapat mempengaruhi kinerja dan umur suatu sistem. Polyethylene sebagai bahan roda gigi menawarkan keunggulan dalam hal kekuatan, ketahanan terhadap kimia, dan biaya produksi yang rendah. Namun, pemahaman tentang pengaruh kondisi operasi (kering dan terlumasi) serta beban terhadap keausan roda gigi lurus berbahan polyethylene masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh beban yang bervariasi terhadap keausan roda gigi lurus berbahan polyethylene dalam dua kondisi operasi: kering dan terlumasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan modul 2 dan dua rasio roda gigi, yaitu 1:0,75 dan 1:1. Setiap pengujian dilakukan selama 5 menit dengan beban yang divariasikan mulai dari 0 N hingga 0,32 N. Data putaran per menit (Rpm) dicatat untuk setiap variasi beban dan kondisi operasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan beban secara signifikan menurunkan putaran per menit (Rpm), yang mengindikasikan tingkat keausan yang lebih tinggi. Selain itu, kondisi operasi (kering dan terlumasi) mempengaruhi keausan roda gigi polyethylene, dengan data terlumasi menunjukkan tren yang berbeda dibandingkan kondisi kering. Penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai karakteristik keausan roda gigi polyethylene dan dapat menjadi acuan untuk pengembangan material serta desain roda gigi yang lebih tahan lama.

Kata kunci: Roda Gigi Lurus, *Polyethylene*, Keausan.

ABSTRACT

Spur gears are essential components in various industrial and mechanical applications, where gear wear can significantly affect system performance and longevity. Polyethylene as a gear material offers advantages in terms of strength, chemical resistance, and low production costs. However, understanding the impact of operational conditions (dry and lubricated) and load on the wear of polyethylene spur gears is still limited. This study aims to analyze the effect of varying loads on the wear of polyethylene spur gears under two operational conditions: dry and lubricated. Testing was conducted using a module 2 gear with two gear ratios, 1:0.75 and 1:1. Each test was performed for 5 minutes with loads varying from 0 N to 0.32 N. Rotational speed data (Rpm) were recorded for each load and operational condition. The results showed that increasing the load significantly reduced the rotational speed (Rpm), indicating a higher wear rate. Additionally, the operational conditions (dry and lubricated) influenced the wear of polyethylene gears, with lubricated data showing different trends compared to dry conditions. This study provides valuable insights into the wear characteristics of polyethylene spur gears and can serve as a reference for the development of more durable gear materials and designs.

Keywords: Straight Gears, Polyethylene, Wear.

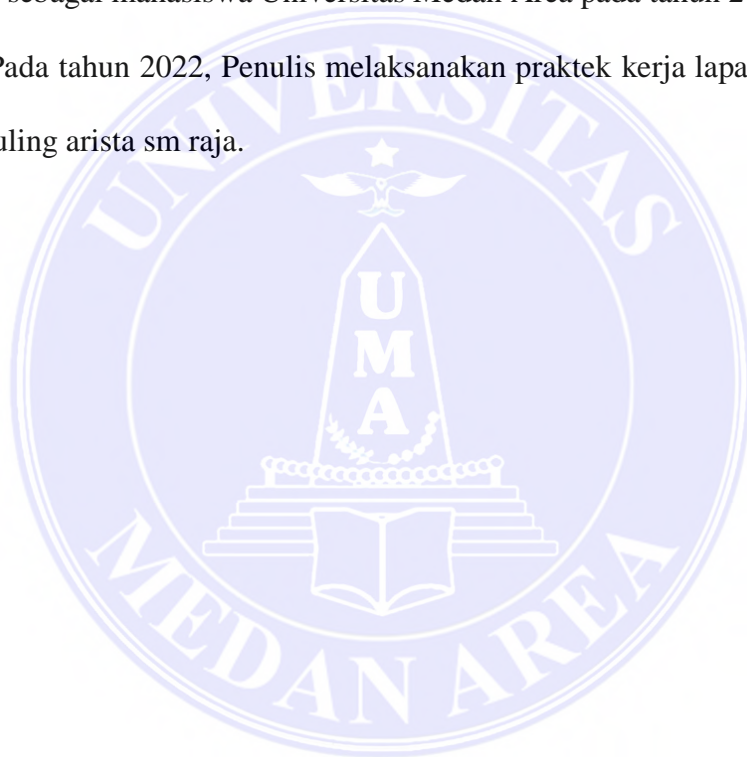


RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Parrawan Pada tanggal 12 februari 2001 dari bapak Jusman Tamba dan ibu Romsa Haro. Penulis merupakan putra kedua dari tujuh bersaudara.

Tahun 2019 Penulis lulus dari SMK swasta HKBP Pangururan pada tahun 2019 diterima kerja di PT. Wuling arista sm raja sebagai Teknisi dan terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Medan Area pada tahun 2019.

Pada tahun 2022, Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT wuling arista sm raja.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Penyelidikan Keausan Roda Gigi Lurus Bahan Polyethylene dengan Kondisi Kering dan Terlumasi” 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 :Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area. Bapak Dr. Eng Supriatno, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Bapak Dr. Iswandi , S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area. Bapak Muhammad Yusuf Rahmansyah Siahaan S.T., M.T., 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. Jusman Tamba dan Romsa Haro sebagai 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 september 2024

Penulis,



Dono Tamba



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Roda Gigi.....	5
2.2 Klasifikasi Roda gigi	15
2.3 POM (Polyoxymethylene)	15
2.4 PE (Polyethylene)	16
2.5 Mc Blue (Monomer Casting Blue)	17
2.6 Teflon.....	18
2.7 Perilaku Keausan	18
2.8 Sistem Pelumasan	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
3.2 Bahan dan Alat	27
3.3 Metode Penelitian	31
3.4 Populasi dan Sampel.....	33
3.5 Prosedur Kerja	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Pembuatan Spesimen Roda Gigi	37
4.2 Hasil Pengujian Keausan Roda Gigi.....	39
4.3 Pembahasan	45
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Simpulan	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Rencana Tugas Akhir	26
Tabel 3.2. Sampel Penelitian	33
Tabel 4.1. Data Pembuatan Roda Gigi	38
Tabel 4.2. Ukuran Parameter Roda Gigi Diameter 100 mm	39
Tabel 4.3. Ukuran Parameter Roda Gigi Diameter 75 mm	40
Tabel 4.4. Data Pengujian Keausan Kondisi Kering Rasio 1:1	43
Tabel 4.5. Data pengujian Keausan kondisi kering 1:0,75	43
Tabel 4.6. Data pengujian Keausan kondisi terlumasi 1:1	44
Tabel 4.7. Data pengujian Keausan kondisi terlumasi rasio 1 : 0,75	44
Tabel 4.8. Uji SEM Spesimen	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagian Bagian Roda Gigi(Shigley, 2020)	8
Gambar 2.2. Roda Gigi Lurus	10
Gambar 2.3. Roda Gigi Miring.(Sutanto, 2017)	11
Gambar 2.4. Roda Gigi Miring Ganda	11
Gambar 2.5. Roda Gigi Helik Ganda	12
Gambar 2.6. Roda Gigi Helik Ganda	13
Gambar 2.7. Roda Gigi Rak Pinion	13
Gambar 2.8. Roda Gigi Cacing	14
Gambar 2.9. Roda Gigi Helik	14
Gambar 2.10. Profil Material POM (<i>Polyoxymethylene</i>)	16
Gambar 2.11. Profil Material <i>Polyethylene</i>	17
Gambar 2.12. Profil Material Mc Blue (<i>monomer casting blue</i>)	17
Gambar 2.13. Profil Material Teflon	18
Gambar 2.14. Keausan <i>Adhesif</i>	20
Gambar 2.15. Abrasive wear	20
Gambar 2.16. <i>Two Body Abrasion</i>	21
Gambar 2.17. <i>Three Body Abrasion</i>	21
Gambar 2.18. Tribo Chemical Wear	22
Gambar 2.19. Surface Fatigue Wear	23
Gambar 3.1. Bahan Material <i>Polyethylene</i>	27
Gambar 3.2. Oli	27
Gambar 3.3. Alat Uji Keausan Roda Gigi	28
Gambar 3.4. Alat Uji Kertas Milimeter	28
Gambar 3.5. <i>Scanner</i>	29
Gambar 3.6. Thermogun	29
Gambar 3.7. Tachometer	30
Gambar 3.8. Timbangan Digital	30
Gambar 3.9. Spesimen Roda Gigi Miring Modul 2, Rasio 1:0,75	32
Gambar 3.10. Spesimen Roda Gigi Miring Modul 2, Rasio 1:1	32
Gambar 3.11. Prosedur pembuatan roda gigi	34
Gambar 3.12. Proses Pengujian Keausan	35
Gambar 3.13. Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 4.1. a. Roda Gigi diameter 100 mm b. Roda Gigi diameter 75 mm	39
Gambar 4.2. Pengujian Roda Gigi Lurus Kondisi (a) Kering dan (b) Terlumasi	40
Gambar 4.3. Grafik pengujian temperatur kondisi kering rasio 1:1	41
Gambar 4.4. Grafik Pengujian temperatur kondisi kering rasio 1:0.75	41
Gambar 4.5. Grafik pengujian temperature kondisi terlumasi rasio 1:1	42
Gambar 4.6. Grafik pengujian temperature kondisi terlumasi rasio 1:0.75	42
Gambar 4.7. Grafik Temperature driven	45
Gambar 4.8. Grafik Temperatur driven	46
Gambar 4.9. Grafik keausan rasio 1:1 keadaan kering	47
Gambar 4.10. Grafik keausan rasio 1:0.75 keadaan kering	48
Gambar 4.11. Grafik keausan rasio 1:1 kondisi terlumasi	49
Gambar 4.12. Grafik keausan rasio 1:1 kondisi terlumasi	50
Gambar 4.13. Hasil Kerusakan Pada Gear	54

DAFTAR NOTASI

m	= modul (mm)
d	= diameter pitch (mm)
z	= Jumlah Gigi (mm)
hf	= dedendum (mm)
m_0	= massa sebelum pengujian (gram)
m_1	= massa setelah pengujian (gram)
A_0	= luas awal (mm ²)
A_1	= luas akhir (mm ²)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Peran roda gigi dalam kendaraan maupun dunia industri sangat penting dalam menghubungkan atau meneruskan putaran daya yang dihasilkan dari proses energi kinetik menjadi energi mekanik. Roda gigi sangat dibutuhkan untuk mengimbangi pertumbuhan teknologi, terutama pada mesin yang ada kaitannya dengan transmisi roda gigi. Pada saat ini mesin-mesin modern dirancang untuk berjalan secara otomatis. Umumnya mesin tersebut beroperasi pada putaran tinggi yang sangat memungkinkan mengakibatkan kerusakan suatu bahan atau material. Didalam aplikasi penggunaan transmisi roda gigi sering dijumpai suatu masalah yaitu keausan roda gigi. Keausan merupakan penguraian ketebalan permukaan akibat gesekan yang terjadi pada pembebanan dan gerakan.

Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Roda gigi pada umumnya dimaksudkan suatu benda dari logam dan *non*-logam yang bulat dan pipih pada pinggirnya bergerigi. Roda gigi sangat berguna untuk memindahkan gaya dari suatu roda gigi ke gigi yang lain. Karena roda gigi tersebut bekerja terus menerus, roda gigi akan terus menerus berputar, maka dampaknya adalah roda gigi tersebut semakin lama akan semakin aus. Permasalahan pada kerusakan komponen mesin yang selalu beroperasi dan saling bergesekan adalah dapat terjadinya keausan. Keausan merupakan penguraian dan produksi mesin. (Siregar, 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 disebabkan oleh adanya beberapa mekanisme yang berada dan terbentuk oleh beberapa parameter yang bervariasi meliputi bahan, lingkungan kondisi operasi, dan geometri permukaan benda yang terjadi keausan (Alfauzy, 2019). Sebagai komponen yang selalubergerak kerusakan pada roda gigi didominasi oleh faktor keausan. Bahan *non*- logam, penelitian tentang keausan pada roda gigi telah lama dilakukan pada berbagai jenis roda gigi (Raharja & Sunada, 2018).

Penyelidikan keausan roda gigi belakangan 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 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang masalah, maka yang menjadi rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a) Bagaimana menganalisis Pengaruh Putaran Yang Bervariasi Terhadap Uji Keausan Spesimen Roda Gigi Lurus Bahan *Polyethylene* Kondisi Kering Dan Terlumasi ?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian diperlukan untuk menghindari pembahasan atau pengkajian yang tidak terarah dan agar dalam pemecahan masalah dapat dengan mudah dilaksanakan. Adapaun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah.

- a) Membuat spesimen roda gigi lurus bahan polyethylene untuk pengujian keausan dengan kondisi kering dan terlumasi.
- b) Menguji keausan spesimen roda gigi lurus bahan polyethylene dengan kondisi kering dan terlumasi.
- c) Menganalisis pengaruh putaran yang bervariasi terhadap uji keausan spesimen roda gigi lurus bahan polyethylene dengan kondisi kering dan terlumasi.

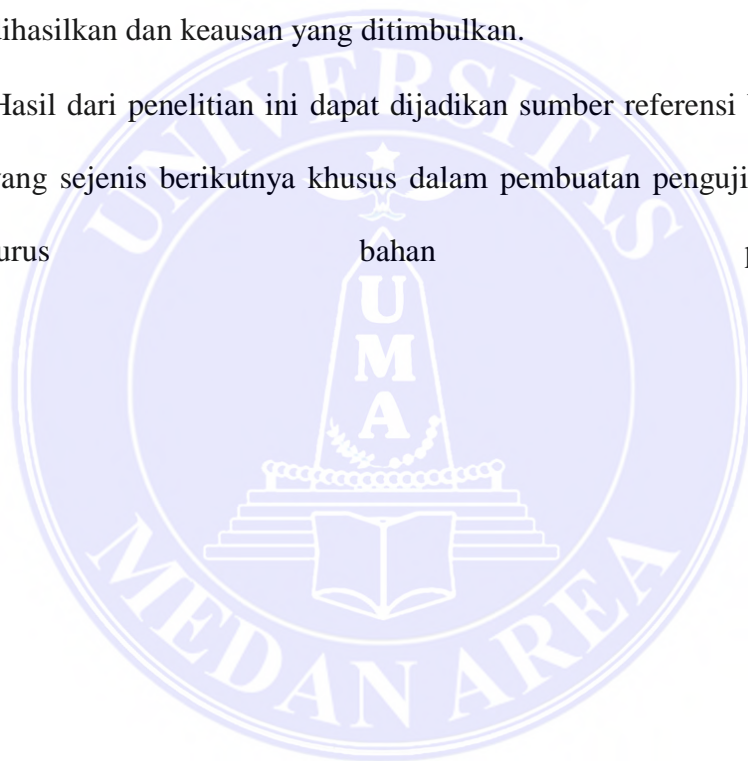
1.4 Hipotesis Penelitian

- a) Keausan roda gigi bahan *polyethylene* disebabkan oleh material roda gigi yang tidak sesuai dan perawantan yang tidak terjaga.
- b) Dalam penelitian ini bahwa roda gigi *polyethylene* akan mengalami keausan lebih cepat dibandingkan roda gigi baja.
- c) Terjadi keausan roda gigi *polyethylene* maka diberikan putaran yang berbeda, semakin besar beban yang diberikan maka semakin aus roda gigi lurus bahan polyethylene di bandingkan roda gigi bahan komposit tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini berkenaan memberikan manfaat ilmiah dan manfaat praktis yaitu:

- a) Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan kepada pembaca tentang keausan pada roda gigi lurus bahan *polyethylene*.
- b) Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai pengaruh beban terhadap putaran yang dihasilkan dan keausan yang ditimbulkan.
- c) Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sumber referensi bagi peneliti yang sejenis berikutnya khusus dalam pembuatan pengujian roda gigi lurus bahan polyethelene



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Roda Gigi

Roda gigi adalah salah satu komponen mesin yang banyak digunakan dalam sistem transmisi daya. Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat. Roda gigi memiliki gigi di sekelilingnya, sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berkait. Roda gigi sering digunakan karena dapat meneruskan putaran dan daya yang lebih bervariasi dan lebih kompak daripada menggunakan alat transmisi yang lainnya. Roda gigi juga merupakan komponen pengubah tingkat putaran poros pada mesin yang dapat mengurangi dan menaikkan kecepatan tergantung pada pengaturan gigi. Roda gigi meneruskan daya dari motor melalui mekanisme kontak antar gigi-gigi pada *gear* dengan gigi-gigi pada *pinion*. Dengan mekanisme ini, diharapkan tidak terjadi slip selama proses transmisi daya berlangsung (Widodo & Satrijo, 2014).

Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar dan berguna untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang saling bersinggungan. Dua atau lebih roda gigi yang bersinggungan dan bekerja bersama-sama disebut transmisi roda gigi, dan menghasilkan keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi. Roda gigi mampu mengubah kecepatan putar, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya (Alfauzy, 2019). Roda gigi pada umumnya dimaksudkan adalah suatu benda dari logam atau non logam yang bulat dan pipih pada pinggirnya bergerigi. Roda gigi sangat berguna untuk memindahkan gaya dari suatu roda gigi ke gigi yang lain. Pada umumnya roda gigi dibuat dari bahan logam untuk memindahkan beban yang berat, kalau gaya yang dipindahkan tidak berat dapat digunakan roda

gigi dari bahan non logam. Teknik pembuatan roda gigi dapat dikerjakan dengan cara di cor, dikerjakan pada mesin frais, dan hob. Transmisi yang berubah-ubah juga dapat diperoleh menggunakan roda-roda gigi. Salah satu maksud tersebut adalah dipergunakan pada perkakas pemindah kecepatan, dan merubah beban yang berat menjadi ringan mungkin. Roda gigi dipergunakan pada kendaraan atau mesin yang memiliki gerakan putar.

Roda gigi adalah salah satu bentuk sistem mesin uji kinerja roda gigi yang mempunyai fungsi mentransmisikan gaya, membalikkan putaran, mereduksi atau menaikkan putaran/kecepatan. Umumnya roda gigi berbentuk silindris, dimana di bagian tepi terdapat bentuk yang menyerupai (mirip) gigi (bergerigi). Konstruksi roda gigi mempunyai prinsip kerja berdasarkan pasangan gerak. Bentuk gigi dibuat untuk menghilangkan keadaan slip, sehingga penyaluran putaran dan daya dapat berlangsung dengan baik. Roda gigi memiliki gigi di sekelilingnya, sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berkait (Keausan, 2018).

2.1.1 Fungsi Roda gigi

Roda gigi memiliki berbagai peranan dan fungsi penting sebagai komponen part presisi pada mesin, di antaranya:

1. Mengatur kecepatan putaran

Roda gigi dapat mengatur kecepatan putaran suatu gaya, misalnya kecepatan putaran mesin sepeda motor. Cara roda gigi mengatur tenaga tersebut adalah dengan memberikan rasio roda gigi tertentu. Misalnya pada sepeda motor listrik dengan RPM 1400, kita bisa menaikkan atau menurunkan RPM.

2. Mentransmisikan Daya

Fungsi roda gigi yang kedua adalah dapat menyalurkan gaya melalui gigi-gigi yang saling berhubungan tanpa menimbulkan selip. Contohnya termasuk yang ditemukan di menara. Motor bubut tidak dapat langsung berperan sebagai spindel untuk menggerakkan chuck. Untuk itu diperlukan roda gigi sebagai transmisi dari motor ke poros untuk menggerakkan chuck (Alfauzy, 2019).

3. Mengubah Torsi

Fungsi roda gigi yang kedua adalah dapat menyalurkan gaya melalui gigi-gigi yang saling berhubungan tanpa menimbulkan selip. Contohnya termasuk yang ditemukan di menara. Motor mesin bubut tidak dapat langsung berperan sebagai spindel untuk menggerakkan chuck. Untuk itu diperlukan roda gigi yang menggerakkan motor menuju poros untuk menggerakkan chuck. Gigi roda juga berfungsi sebagai peredam kejutan torsi yang dihasilkan mesin. Ketika tenaga yang dihasilkan mesin berubah secara tiba-tiba.

4. Mengubah Arah Daya

Selain dapat mengatur kecepatan hingga mengubah torsi, keberadaan roda gigi dapat juga mengubah arah daya, contohnya seperti yang terdapat pada pintu bendungan atau waduk. Dengan adanya roda gigi, kita dapat mengubah gerak putar pintu menjadi naik dan turun disaat kita memutar *handle* pintunya (Alfauzy, 2019).

2.1.2 Bagian bagian Roda Gigi

Nama-nama bagian utama Roda gigi diberikan dalam gambar. Adapun ukurannya dinyatakan dengan diameter lingkaran jarak bagi, yaitu Lingkaran hayal yang menggelinding tanpa selip. Ukuran gigi dinyatakan dengan jarak bagi lingkaran yaitu jarak sepanjang lingkaran jarak bagi antara profil dua gigi yang berdekatan.

Berikut ini bagian-bagian roda gigi.



Gambar 2.1. Bagian Bagian Roda Gigi(Shigley, 2020)

Keterangan dari gambar:

1. Diameter tengah roda gigi (*Diameter circle*) yaitu lingkaran imajiner yang dapat memberikan gerakan yang sama seperti roda gigi sebenarnya.
2. Tinggi Kepala (*Addendum*) yaitu jarak radial gigi dari lingkaran jarak bagikepuncak kepala.
3. Tinggi kaki (*Dedendum*) yaitu jarak radial gigi dari lingkaran jarak bagi kedasar kaki (Budiman & Kamil, 2005).
4. Lingkaran kepala (*Addendum circle*) yaitu gambaran lingkaran yang melaluipuncak kepala dan sepusat dengan lingkaran jarak bagi.

2.1.3 Jenis-jenis Roda Gigi

1. Roda Gigi Lurus

Roda paling dasar dengan jalur gigi yang sejajar dengan poros, contoh nya pada *gear box* mesin. Gigi-gigi berbentuk lurus dan sejajar dengan poros yang digunakan. Apabila dua buah roda gigi dengan ukuran yang berbeda dipasangkan, roda gigi yang mempunyai ukuran lebih besar disebut gear dan roda gigi yang mempunyai ukuran lebih kecil disebut pinion. Seperti yang di tunjukan pada gambar 2.2 (Raharja & Sunada, 2018).

a) Modul

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

Dimana : m = Modul (mm)
 d_p = Diameter pitch (mm)
 z = Jumlah Gigi

b) Diameter Pitch (d_p)

$$d_p = d_a - 2m$$

.....(2.2) Dimana : d_a = Diameter (mm)

d_p = Diameter Pitch (mm)
 m = Modul (mm)

c) Addendum

$$h_a = m \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana : h_a = Tinggi Addendum (mm)
 m = Modul (mm)

d) Dedendum

$$h_f = 1.25 m \dots\dots\dots(2.4)$$

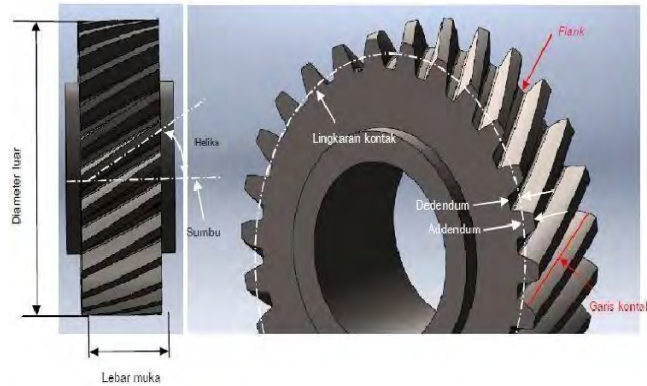
Dimana : h_f = Tinggi Dedendum (mm)
 m = Modul (mm)



Gambar 2.2. Roda Gigi Lurus

2. Roda Gigi Miring

Roda gigi miring menyalurkan gaya dan putaran dari satu poros ke poros lainnya. Pesatnya perkembangan industri seperti kendaraan, kapal laut dan pesawat terbang memerlukan penerapan teknologi peralatan yang lebih besar. Pada umumnya pengguna kendaraan bermotor lebih menyukai mobil dengan mesin berperforma tinggi sehingga memerlukan powertrain yang unggul. Industri otomotif (Rullah, 2019) merupakan perusahaan manufaktur berskala besar yang menggunakan banyak gear. Roda gigi bevel banyak digunakan sebagai roda gigi transmisi tenaga karena kinerjanya relatif baik, memiliki kebisingan yang rendah, kapasitas beban yang besar, dan kecepatan kerja yang lebih tinggi. Pada penelitian ini roda gigi dengan kemiringan 12° beroperasi lebih lancar karena sudut kemiringannya yang sesuai, sehingga meningkatkan panjang garis kontak roda gigi. Seperti terlihat pada gambar 2.3 (Budiman & Kamil, 2005).



Gambar 2.3. Roda Gigi Miring.(Sutanto, 2017)

3. Roda Gigi Miring Ganda

Gaya aksial yang timbul pada gigi yang mempunyai alur berbentuk V tersebut, akan saling meniadakan. Contoh penggunaannya yaitu pada roda gigi reduksi turbin pada kapal dan generator, roda gigi penggerak rol pada *steel* dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Roda Gigi Miring Ganda

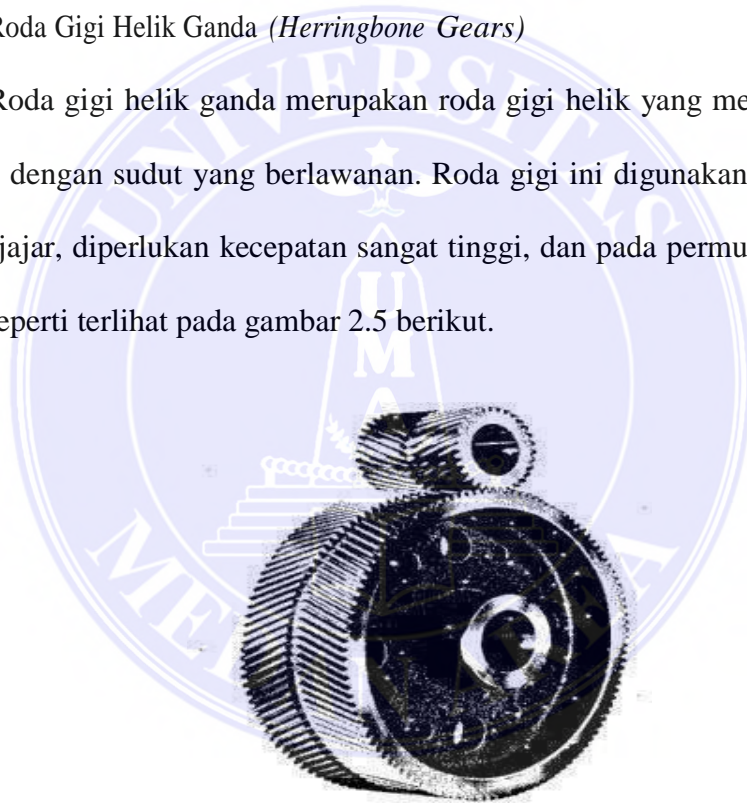
4. Roda Gigi Heliks

Roda gigi heliks dapat digunakan untuk menghubungkan poros yang sejajar atau untuk poros yang menyudut. Gigi-gigi penyusunnya dibuat menyudut dengan poros roda gigi. Roda gigi ini dipakai untuk menghubungkan poros yang sejajar, atau pada kecepatan tinggi. Penggunaannya seperti pada *gearbox (synchromesh)*, *valve timing gears*. Beberapa keuntungan roda gigi heliks antara lain:

- a. Roda gigi heliks dapat dioperasikan pada kecepatan tinggi daripada roda gigi lurus.
- b. Roda gigi heliks lebih mudah pengoperasiannya daripada roda gigi lurus.
- c. Perbedaan senter dapat diatur sesuai dengan sudut gigi.
- d. Roda Gigi heliks lebih kuat daripada roda gigi lurus, namun demikian kelemahannya adalah pembuatan roda gigi helik lebih mahal daripada pembuatan roda gigi lurus.

5. Roda Gigi Helik Ganda (*Herringbone Gears*)

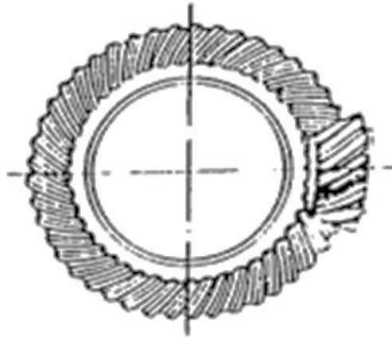
Roda gigi helik ganda merupakan roda gigi helik yang memiliki dua buah alur gigi dengan sudut yang berlawanan. Roda gigi ini digunakan bila kedudukan poros sejajar, diperlukan kecepatan sangat tinggi, dan pada permukaan yang kasar (berat) seperti terlihat pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5. Roda Gigi Helik Ganda

6. Roda Gigi Kerucut Spiral

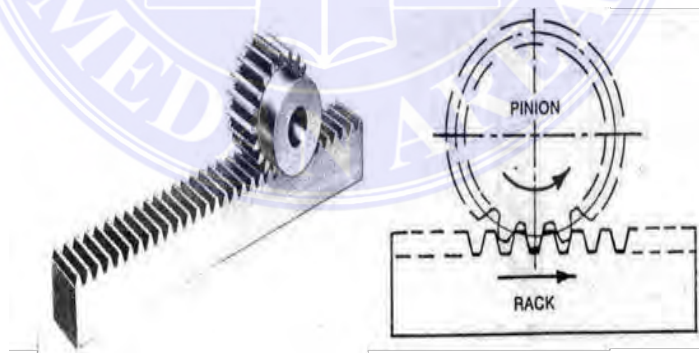
Karena mempunyai perbandingan kontak yang lebih besar, dapat meneruskan tinggi dan beban besar. Contoh penggunaannya pada *grab winch*, *hand winch*, dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6. Roda Gigi Helik Ganda

7. Roda Gigi Rack dan Pinion

Roda gigi rack merupakan roda gigi dengan gigi-gigi yang dipotong lurus. Sedangkan roda gigi penggeraknya dinamakan pinion. Roda gigi ini bertujuan untuk merubah gerak puitar roda gigi menjadi gerak lurus. Pinion pada umumnya mempunyai jumlah gigi dan ukuran yang lebih kecil dengan gigi lurus ataupun helik. Beberapa contoh penggunaan rack dan pinion ini adalah: pada penggerak eretan di mesin bubut, mekanisme kecepatan pada mesin planning, dan pengatur ketinggian pada mesin bor. Berikut roda gigi rack dan pinion



Gambar 2.7. Roda Gigi Rak Pinion

8. Roda gigi cacing

Roda gigi cacing mempunyai gigi yang dipotong miring seperti roda gigi heliks dan digandeng pada suatu benang yang disebut benang cacing. Penggunaan alat ini biasanya bertujuan untuk mengurangi kecepatan. Saat beroperasi, gigi ini

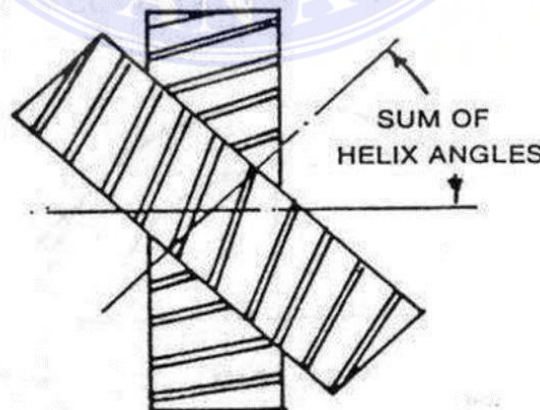
terkunci sehingga tidak bisa berputar ke arah sebaliknya. Kelebihan alat ini adalah dengan memberikan masukan yang minimal, dimungkinkan untuk menghasilkan keluaran dengan gaya yang maksimal. Perangkat ini biasanya digunakan pada kecepatan tinggi dengan kemungkinan pengurangan kecepatan maksimum. Berikut roda gigi cacing dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8. Roda Gigi Cacing

9. Roda gigi helik

Selain digunakan pada posisi poros sejajar roda gigi helik dapat pula digunakan pada sisi yang berpotongan. Dalam hal ini gigi-gigi dibuat menyudut terhadap poros roda gigi, dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9. Roda Gigi Helik

2.2 Klasifikasi Roda gigi

Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat. Rodagigi memiliki gigi di sekelilingnya, sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berkait. Roda gigi sering digunakan karena dapat meneruskan putaran dan daya yang lebih bervariasi dan lebih kompak daripada menggunakan alat transmisi yang lainnya. Roda gigi juga memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan alat transmisi lainnya, yaitu :

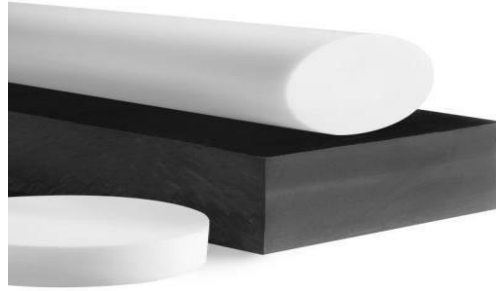
1. Sistem transmisinya lebih ringkas, putaran lebih tinggi dan daya yang besar.
2. Sistem yang kompak sehingga konstruksinya sederhana.
3. Kemampuan menerima beban lebih tinggi.
4. Efisiensi pemindahan dayanya tinggi karena faktor terjadinya slip sangat kecil.
5. Kecepatan transmisi rodagigi dapat ditentukan sehingga dapat digunakan dengan pengukuran yang kecil dan daya yang besar (Kiyokatsu Suga, 2004).

Roda gigi harus mempunyai perbandingan kecepatan sudut tetap antara dua poros. Dapat juga dibuat rodagigi yang perbandingan kecepatan sudutnya dapat bervariasi. Ada pula roda gigi dengan putaran yang terputus-putus. Dalam teori, rodagigi pada umumnya dianggap sebagai benda kaku yang hampir tidak mengalami perubahan bentuk dalam jangka waktu lama (Kiyokatsu Suga, 2004).

2.3 POM (Polyoxymethylene)

POM kerap diaplikasi di dalam komponen mesin seperti gear, spring, engsel dan lain-lain. POM biasanya beroperasi di bawah beban dan suhu melampau. POM membawa sifat viskoelastik yang mempunyai kelebihan untuknya digunakan

sebagai antara bahan penting dalam penghasilan komponen mesin (Kiyokatsu Suga, 2004). POM (*Polyoxymethylene*) dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10. Profil Material POM (*Polyoxymethylene*)

2.4 PE (Polyethylene)

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. Polyethylene memiliki karakteristik yaitu elastisitasnya yang sangat tinggi sehingga cocok digunakan untuk menambah keuletan yang tidak dimiliki oleh plastic polypropylene. Melihat kejadian seperti ini, peneliti mencoba untuk menganalisa sifat fisik dan mekanik serta penyusutan pada spesimen menggunakan pendinginan udara dengan material paduan *polypropylene* dan *polyethylene*. 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. Berikut *polyethylene* dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2.11. Profil Material *Polyethylene*

2.5 Mc Blue (*Monomer Casting Blue*)

Nilon *Mc blue* merupakan sejenis polimer yang dihasilkan melalui kaedah pemangkin-alkali anion (pempolimeran rantaian terbuka) dan berasal dari poliamida. Nilon *Mc blue* mempunyai ciri kekuatan mekanikal yang baik dan berprestasi pelincir mandiri yang bagus. Polimer ini selalu digunakan untuk penghasilan gear, bebola dan galas. Nilon *Mc blue* semakin mendapat tempat di industri pembuatan dan kerap menggantikan peranan bahan logam seperti tembaga, aluminum dan keluli. *Mc* merupakan singkatan Monomer casting dan terdiri dari pelbagai warna seperti hitam, putih gading dan merah selain dari biru (Raharja & Sunada, 2018). *Mc blue* dilihat pada gambar 2.12



Gambar 2.12. Profil Material *Mc Blue (monomer casting blue)*

2.6 Teflon

Teflon adalah nama merk dari sebuah *compound polimer* yang ditemukan oleh Roy J. plunked (1910-1994) di DuPont pada 1938 dan diperkenalkan sebagai produk komersial pada 1946. Teflon merupakan sebuah *fluoropolimres termoplastik*. Teflon adalah nama dagang terdaftar dari bahan plastik yang sangat berguna yaitu *Poly Tetra Fluoro Ethylene* (PTFE). PTFE adalah salah satu kelas dari plastik yang dikenal sebagai fluoropolymers. PTFE ditemukan secara tidak sengaja pada tahun 1938. Teflon polimer dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13. Profil Material Teflon

2.7 Perilaku Keausan

Kerusakan roda gigi dapat disebabkan oleh berbagai faktor termasuk pelumasan yang tidak memadai, kondisi operasi, material dan proses manufaktur yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Pelumasan efektif sangat penting pada sistem gigi karena dapat mencegah kontak langsung diantara permukaan gigi, mengurangi gesekan, menghilangkan panas yang dihasilkan oleh permukaan gigi yang saling bersinggungan dan melindungi gigi dari korosi. Secara umum bentuk kegagalan meninggalkan petunjuk berupa model kegagalan yang khas pada roda gigi.

$$\text{Keausan} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

A_0 = luas awal (mm^2)

A_1 = luas akhir (mm^2)

$$\text{Keausan} = m_0 - m_1 \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

m_0 = Massa sebelum pengujian (gram)

m_1 = Massa setelah pengujian (gram)

$$\text{Keausan} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

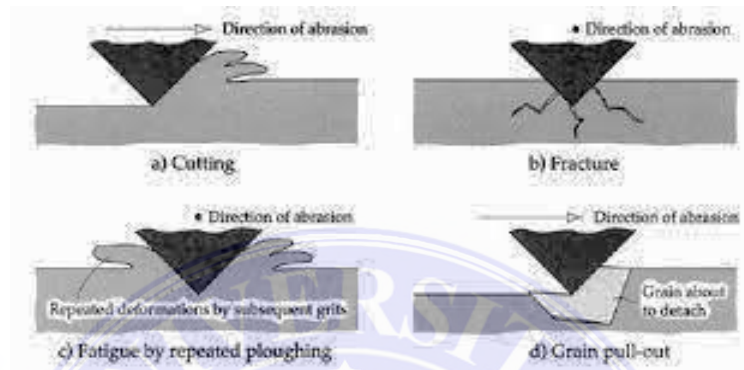
2.7.1 Macam Macam Keausan

Dalam teknik mesin, gerakan-gerakan yang dapat menimbulkan keausan terutama disebabkan: keausan luncur pada bantalan luncur, roda gigi, peluncur, penghancur dan sebagainya. Keausan rol (kelinding pada bantalan rol, runer, impeller, nok, roda gigi, dan sebagainya. Keausan semburan (jet, turbin, siku pipa) dan keausan isap (kavitasi pada turbin air) juga faktor yang perlu diperhatikan apakah keausan itu terjadi dalam keadaan dilumasi atau kering atau adanya partikel. Ada juga keausan yang disebabkan oleh mineral (batu, tanah, biji besi) yang berakibat lebih parah dibandingkan dengan keausan yang disebabkan oleh bahan lain. Berikut ini penjelasan singkat tentang jenis-jenis aus:

1. *Adhesive wear* (Keausan Adhesif)

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. 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*. Dilihat pada gambar 2.14 berikut ini.



Gambar 2.14. Keausan Adhesif

2. Abrasive wear

Keausan abrasif disebabkan oleh hilangnya material dari permukaan sebuah benda oleh material lain yang lebih keras. Keausan abrasif terlihat pada gambar 2.15 berikut.

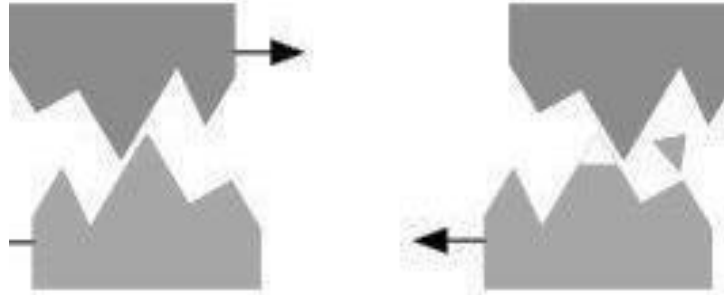


Gambar 2.15. Abrasive wear

3. 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. Contohnya pada proses permesinan,

antara lain cutting, atau turning. *Two body abrasion* dapat dilihat pada gambar 2.16 berikut ini.



Gambar 2.16. *Two Body Abrasion*

4. *Three body abrasion*

Aus yang disebabkan proses *galling* sehingga serpihan hasil gesekan yang terbentuk (*debris*) mengeras serta ikut berperan dalam hilangnya material karena proses gesekan yang terjadi secara berulang-ulang. Jadi pengertian “tiga benda” disini adalah dua material yang saling bergesekan dan sebuah benda serpihan hasil gesekan. Sedangkan pada keausan “dua benda”, debris atau serpihan hasil gesekan tidak ada. Dilihat pada gambar 2.17

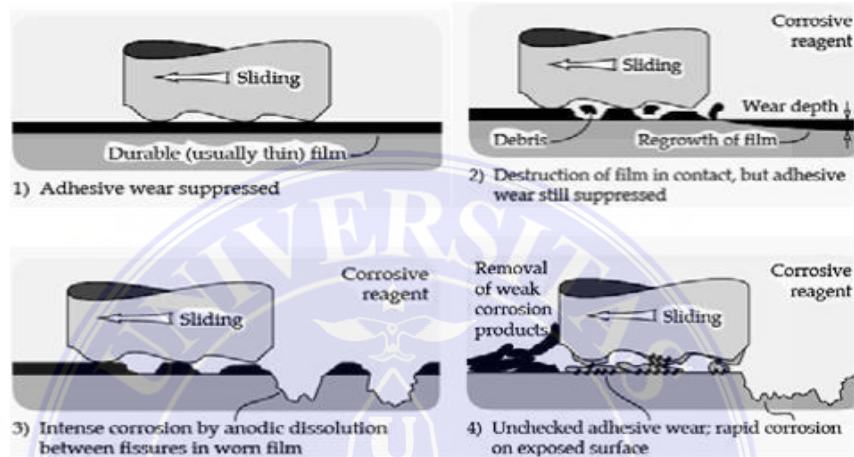


Gambar 2.17. *Three Body Abrasion*

5. *Tribo chemical wear*

Keausan kimiawi merupakan kombinasi antara proses mekanis dan proses termal yang terjadi pada permukaan benda serta lingkungan sekitarnya. Sebagai contoh, proses oksidasi yang sering terjadi pada sistem kontak luncur (*sliding*

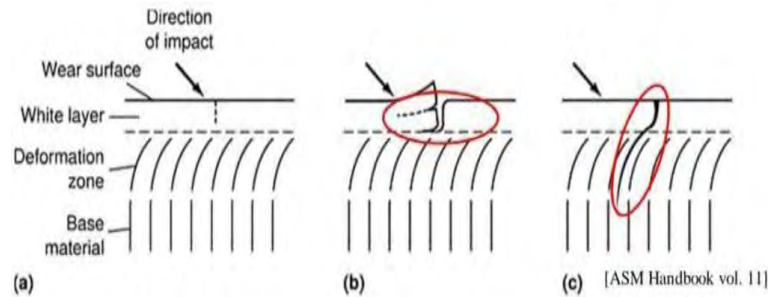
contact) antar logam. Proses ini lama kelamaan akan menyebabkan perambatan retak dan juga terjadi abrasi. Peningkatan suhu dan perubahan sifat mekanis pada asperiti adalah akibat dari keausan kimiawi. Keausan jenis ini akan menyebabkan korosi pada logam. Interaksi antara agen korosif dan permukaan yang rusak seperti terlihat dalam. *Tribo chemical wear* dapat dilihat pada gambar 2.18 berikut ini.



Gambar 2.18. Tribo Chemical Wear

6. *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. Ketidaktepatan dalam struktur material salah satu penyebabnya adalah lokasi yang kosong yang ada dalam susunan butir pembentuk material. Karena tekanan yang terjadi selama gesekan antara dua benda, maka lubang yang ada akan melebar. Proses berikutnya adalah menyatunya lubang yang telah melebar tadi menjadi alur retak sehingga perambatan retak yang terjadi akan mengakibatkan terlepasnya permukaan menjadi rapuh. *Surface fatigue wear* dapat dilihat pada gambar 2.19 berikut ini.



Gambar 2.19. Surface Fatigue Wear

2.7.2 Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Keausan

1. Dari pasangan (karakteristik dari bahan pasangan tersebut bentuk, kelicinan, kepadatan dan kekerasan permukaan).
2. Dari bahan perantara (fluida butir debu, butir abrasi).
3. Dari beban khusus. Gas, udara dan sebagainya.
4. Dari pergerakan (macam gerakan dan kecepatan).
5. Besaran lainnya (suhu dan segalanya) (Raharja & Sunada, 2018) (Neimann, G.anton Budiman, 1999)(Rullah et al., 2019).

2.8 Sistem Pelumasan

Pelumas adalah bahan kimia, biasanya berbentuk cairan, yang diaplikasikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gesekan. Zat ini merupakan bagian dari proses penyulingan minyak bumi, suhunya berkisar antara 105 hingga 135 derajat Celcius, Pelumas berfungsi sebagai lapisan pelindung yang memisahkan dua permukaan yang bersentuhan. Biasanya pelumas terdiri dari 90% oli dan 10% aditif. Sistem Pelumas dibagi menjadi dua yaitu :

1. Pelumasan fluida cair

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 rancangdesain teknik dan manufaktur. Contoh kode SAE oli yang tertulis pada oli misalnya SAE 10W-30, 20W-50, dan 20W-40. Ini adalah contoh oli multigrade. Huruf W pada kode SAE itu merujuk kepada Winter. Jadi, angka di depan huruf W adalah tingkatan kekentalan oli pada suhu dingin. Sedangkan angka di belakang huruf W menunjukkan kekentalan oli saat mesin bekerja atau saat kondisinya panas. Semakin kecil angka di depan huruf W, artinya oli tersebut semakin encer.

2. Pelumasan kental atau padat

Pada pelumas semi padat, kemampuan menahan beban sangat baik, kemampuan pada putaran 700-3000 rpm yang kurang baik serta tidak adanya proses penyaringan. Kemampuan pelumas semi padat pada putaran 700-3000 rpm kurang baik dikarenakan pada studi kasus ini, *gearbox* yang diterapkan adalah *gearbox* tertutup, sehingga suhu pada lingkungan kerja akan bertambah, sedangkan kelemahan pada pelumas semi padat yang didapat dari keterangan sebelumnya adalah tidak mampu menghilangkan panas atau kemampuan menghilangkan panas yang buruk, sehingga jika suhu *gearbox* tinggi, akan menyebabkan *gearbox* mengalami pemuaian dan pemuaian yang tidak disertai pendinginan (kontrol suhu) akan menyebabkan kerusakan pada *gearbox*. Sistem pelumasan kental dapat berupa

grease atau *minyak gemuk*. *Grease* atau *gemuk* adalah suatu zat pelumas yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara dua permukaan yang bergesekan satu sama lain. Campuran minyak dan zat padat seperti sabun batang atau tanah liat, yang berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga minyak dan zat padat tetap tercampur secara homogen. Biasanya, *grease* digunakan pada mesin atau peralatan yang menghasilkan gesekan dan keausan, seperti roda gigi, bantalan, dan persneling mobil. Namun, penggunaan *grease* juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain kemampuan penghantar panas dan listrik yang buruk, dan ketahanan terhadap air yang terbatas. Penggunaan *grease* harus disesuaikan dengan jenis aplikasi dan kebutuhan spesifik dari peralatan yang digunakan. Penggunaan *grease* harus dilakukan dengan hati-hati dan disesuaikan dengan jumlah yang diperlukan. Penggunaan *grease* yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan, sedangkan penggunaan yang kurang dapat mengurangi efektivitas *grease*.

BAB III

METODOLOGI 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 tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1. Jadwal Rencana Tugas Akhir.

Aktifitas	2023/2024							
	Okt	Nov	Jan	Mar	Apr	Mei	Juli	Agus
Pengajuan Judul	■							
Penulisan Proposal		■						
Seminar Proposal				■				
Persiapan Alat dan Bahan				■				
Pembuatan Roda Gigi					■			
Pengujian Keausan					■			
Analisa Data						■		
Seminar Hasil							■	
Evaluasi dan persiapan Sidang								■
Sidang Sarjana								■

3.1.2 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini yaitu dilakukan di Laboratorium Manufaktur Prodi Teknik Mesin Universitas Medan Area Sumatera Utara kampus 1 jalan Kolam.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

1. PE (*Polyethylene*)

Perkembangan dunia industri yang melesat dituntut untuk bisa menghasilkan produk dengan jumlah yang besar, presisi dan kualitas yang tinggi. *Polytilene* ini terbuat dari material *polimerisasi monomer etilena (etena)* yang *digunakan* terlihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Bahan Material *Polyethylene*

2. Oli

Oli yang digunakan adalah jenis SGMW API GL-5. Merupakan oli pelumas mesin transportasi dan mesin dieselyang dapat melindungi serta membuat mesin awet. Oli mesran SAE 40 dilihat padagambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2. Oli

3.2.2 Alat

1. Uji Keausan Roda Gigi

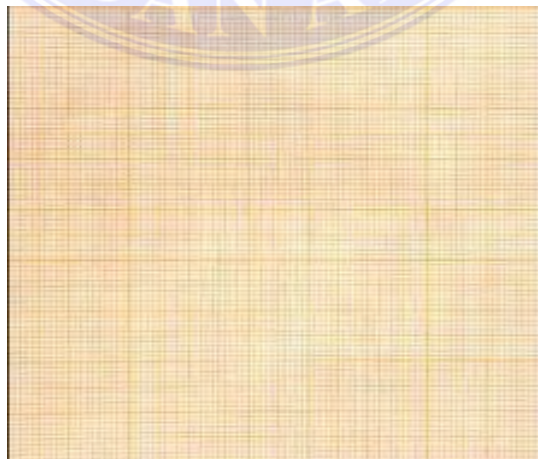
Alat uji keausan berfungsi untuk menguji keausan. Alat ini nantinya akan digunakan peneliti menguji roda gigi dengan berbagai variasi bahan. Dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3. Alat Uji Keausan Roda Gigi

2. Kertas Milimeter

Kertas milimeter digunakan untuk menghitung hasil uji keausan pada roda gigi miring. Digunakan untuk mengukur keausan roda gigi bahan variasi dengan meletakkan roda gigi di atas kertas milimeter. Dilihat pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4. Alat Uji Kertas Milimeter

3. Scanner

Scanner adalah alat yang digunakan untuk memperbesar dan melihat objek yang terlalu kecil untuk dilihat dengan mata telanjang. *Scanner* bekerja dengan menggunakan lensa atau kombinasi lensa untuk menghasilkan gambar yang diperbesar dari objek yang diamati.



Gambar 3.5. *Scanner*

4. Thermogun

Thermogun merupakan alat yang pada umumnya digunakan untuk mengukur suhu tubuh. Thermo gun merupakan jenis thermometer inframerah untuk mengukur temperatur suhu. Thermo gun diperlukan pada penelitian ini untuk mengukur suhu spesimen yang telah diberi pengaruh suhu.



Gambar 3.6. Thermogun

5. Tachometer

Tachometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek, biasanya dalam satuan putaran per menit (RPM). Alat ini umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi industri, otomotif, dan teknik untuk memonitor dan mengendalikan kecepatan mesin dan komponen yang berputar.



Gambar 3.7. Tachometer

6. Timbangan Didital.

Timbangan digital adalah alat yang digunakan untuk mengukur berat atau massa suatu objek dengan akurasi tinggi, menggunakan sensor elektronik dan menampilkan hasilnya secara digital. Timbangan ini telah menjadi alat yang penting dalam berbagai aplikasi, termasuk industri, laboratorium, rumah tangga, dan Kesehatan.



Gambar 3.8. Timbangan Digital

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 kelelahan roda gigi dengan sensor putaran dan beban adalah sebagai berikut:

3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematika pada analisis pada pembuatan rig uji keausan dan kelelahan roda gigi dengan sensor putaran dan beban adalah sebagai berikut:

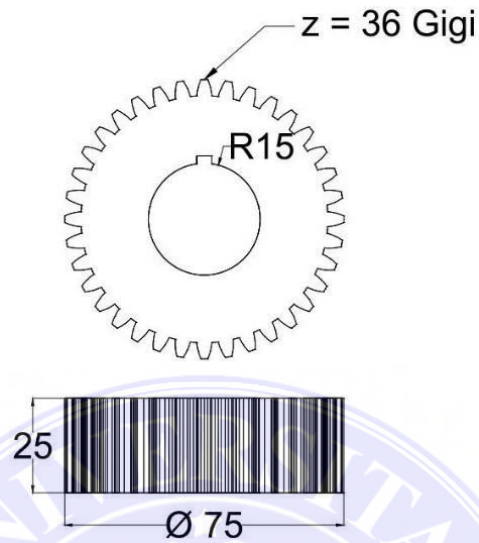
1. Studi literatur. Dengan menggunakan jurnal pendukung, internet, web, dan buku sebagai sumber acuan pembelajaran, dan mengadakan diskusi penelitian ini dengan dosen pembimbing.
2. Mengobservasi keausan dan kelelahan roda gigi dengan sensor putaran dan beban sesuai dengan gambar teknik dan spesifikasi rancangan.
3. Menguji rig uji keausan dan kelelahan roda gigi dengan sensor putaran dan beban.

3.3.2 Prosedur Penelitian

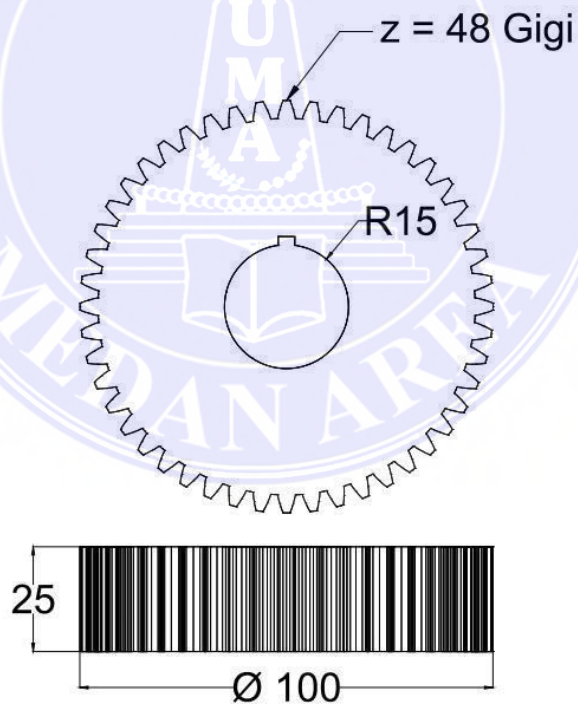
Langkah-langkah prosedur pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

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 dengan baik.

Berikut ini gambar Spesimen Roda Gigi Lurus Modul 2, dengan ϕ Pitchroda gigi yang berbeda seperti gambar 3.6



Gambar 3.9. Spesimen Roda Gigi Miring Modul 2, Rasio 1:0,75



Gambar 3.10. Spesimen Roda Gigi Miring Modul 2, Rasio 1:1

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi Penelitian

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 Penelitian

Untuk membatasi penelitian, akan diambil sampel acak dari populasi di atas. Sampel penelitian ini akan terdiri dari 3 set roda gigi lurus yang dipilih 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.

Tabel 3.2. Sampel Penelitian

No	Bal an	Modul	Kondisi	Rasio
1	Polyethelene	2	Kering Dan Terlumasi	1:1
2	Polyethelene	2		1:0,75

3.5 Prosedur Kerja

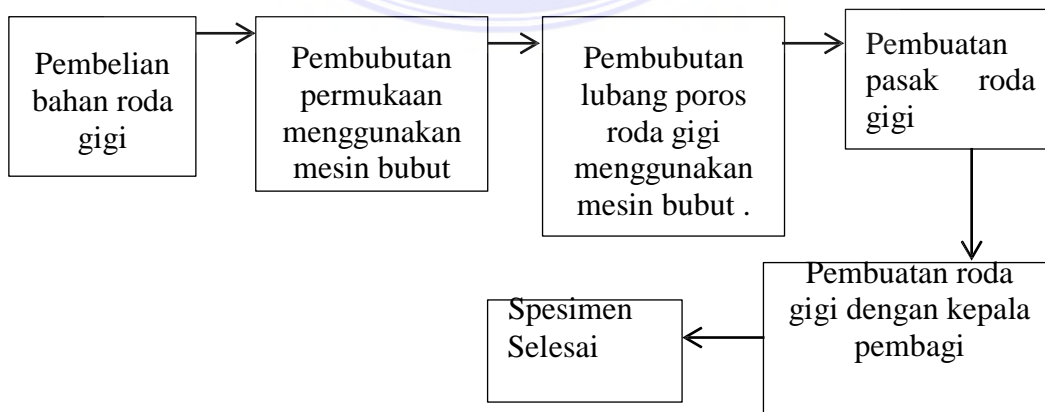
Langkah-langkah prosedur pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Scan Roda gigi sebelum di uji untuk mengetahui ukuran awal sebelum di uji dengan cara meletakkan roda gigi di atas kertas millimeter.
2. Setting roda gigi pada alat uji, atur posisi roda gigi pada alat uji rig kemudian kencangkan

3. Nyalakan Mesin uji rig dengan memutar tombol on pada inverter kemudian.
4. Berikan beban pada handle rem dengan menarik tuas *handwich* pada alat.
5. Setting Waktu Pengujian dengan mencari titik stabil pada sensor putaran.
6. Ambil Data Pengujian (Putaran, Beban Yang diberikan, dan Waktu).
7. Waktu Pengujian Selesai matikan mesin dengan menekan tombol *off* pada inverter dan tunggu mesin benar benar berhenti kemudian.
8. Buka roda gigi dengan pelan supaya tidak terjadi gesekan pada roda gigi.
9. Scan kembali roda gigi yang telah di lakukan dengan cara pengukuran luas awal.

3.5.1 Prosedur Pembuatan Roda Gigi

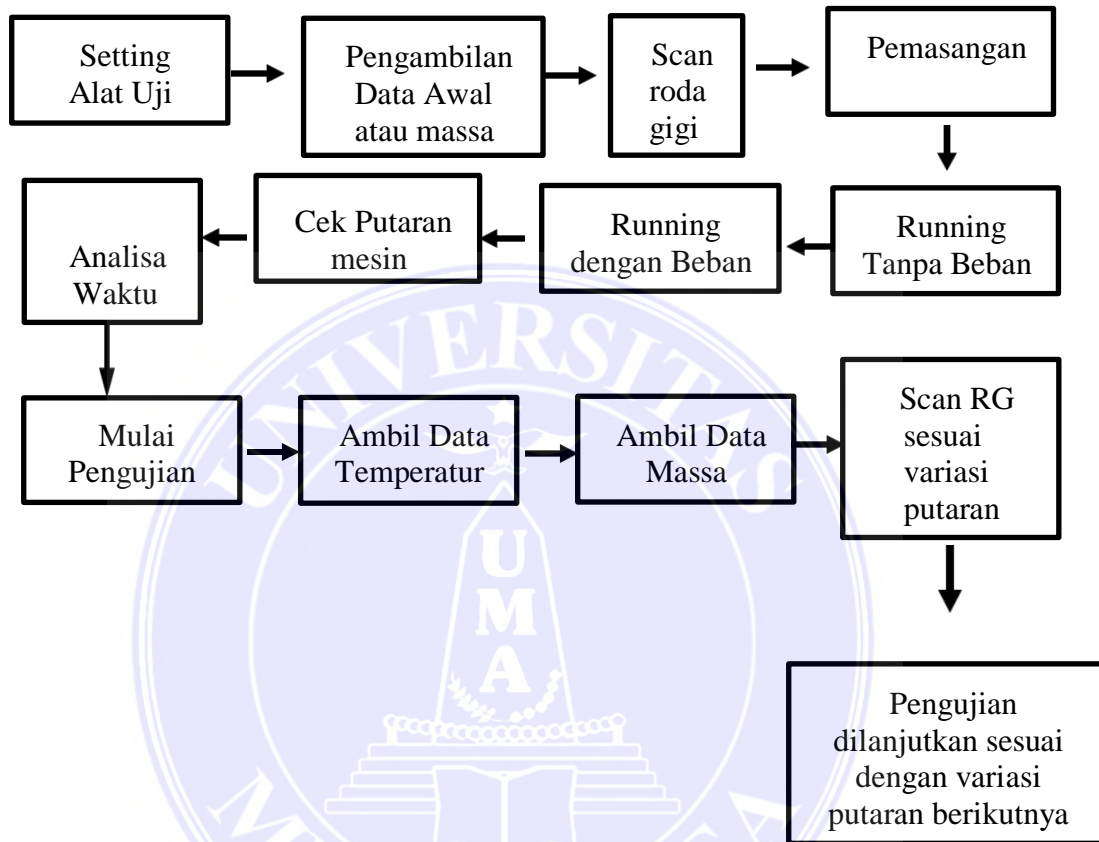
Tahap persiapan meliputi penentuan parameter pengujian dan penyiapan peralatan pengujian yang diperlukan. Selanjutnya, proses pengujian melibatkan pengujian keausan abrasif dengan menggunakan mesin uji gesek, di mana roda gigi mengalami gesekan untuk mensimulasikan kondisi operasional yang sebenarnya. Berikut ini dapat dilihat skema prosedur kerja pada penelitian ini yang terlihat pada gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.11. Prosedur pembuatan roda gigi

. 3.5.2 Proses Pengujian Keausan

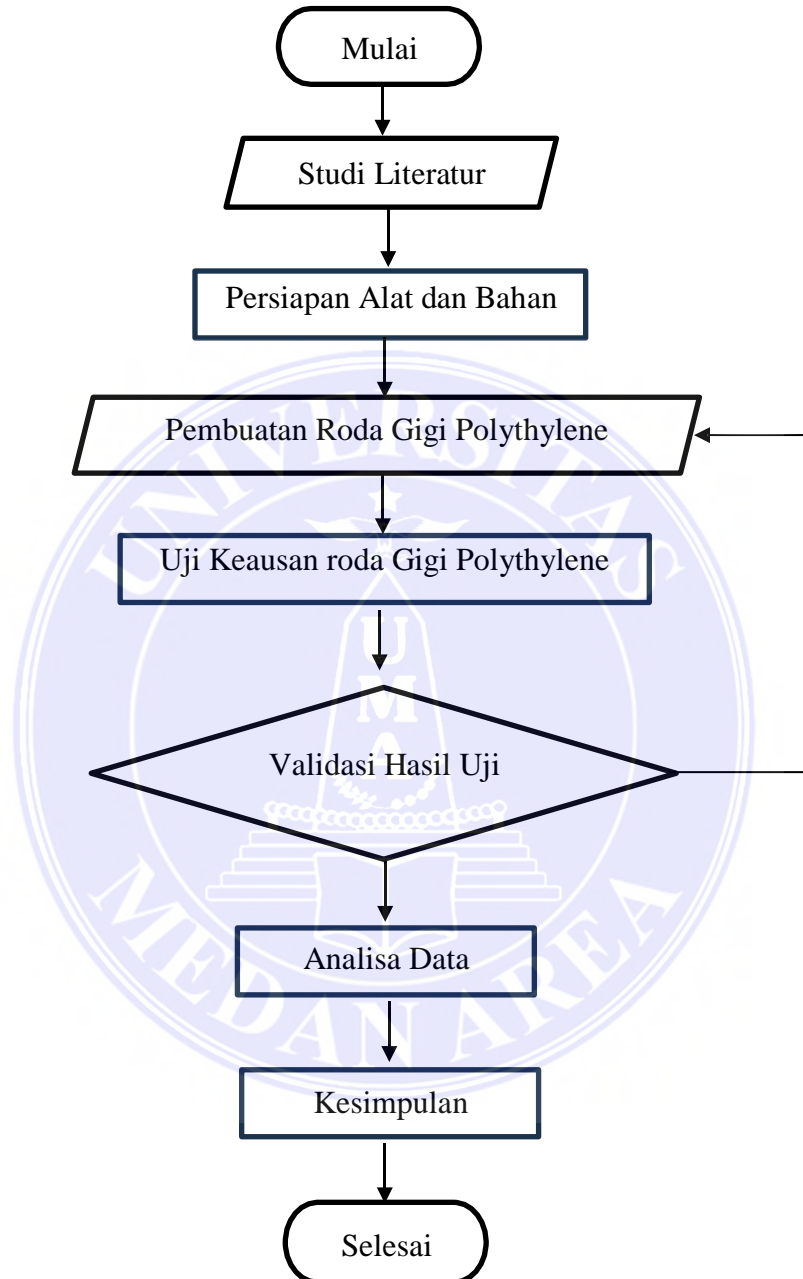
Tahap persiapan meliputi penentuan parameter pengujian dan penyiapan peralatan pengujian yang diperlukan dimana roda gigi mengalami gesekan mensimulasikan kondisi operasional yang sebenarnya.



Gambar 3.12. Proses Pengujian Keausan

3.5.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.10 dibawah ini :



Gambar 3.13. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

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

1. Pembuatan spesimen roda gigi lurus bahan polyethelene berhasil dibuat sebanyak 4 set (8 pcs) dengan rasio 1:0,75 dan 1:1 dengan kondisi kering dan terlumasi.
2. Pengujian spesimen roda gigi lurus bahan polyethelene dengan kondisi kering rasio 1:1 mencapai temperatur paling tinggi diputaran 200×10^4 dengan suhu $82,7^\circ$ dan pada kondisi terlumasi diputaran 200×10^4 dengan suhu $68,5^\circ$, dan untuk keausan kondisi kering tertinggi pada putaran 200×10^4 dengan nilai keausan 0,39 mm dan kondisi terlumasi terdapat keausan paling tinggi diputaran 200×10^4 dengan nilai 0,26 mm.
3. Analisis menunjukkan bahwa putaran yang bervariasi mempengaruhi tingkat keausan dan temperatur. Keausan tertinggi roda gigi polyethylene kondisi kering terjadi pada rasio 1:0,75 yaitu 0,34% dan kondisi terlumasi terjadi pada rasio 1:0,75 yaitu 1,05%. Temperatur tertinggi pada roda gigi kondisi kering terjadi pada rasio 1:1 yaitu $82,7^\circ\text{C}$ dan kondisi terlumasi terjadi pada rasio 1:1 yaitu $68,5^\circ\text{C}$. Ini menunjukkan bahwa tingkat keausan dan temperatur cenderung lebih rendah dalam kondisi terlumasi dibandingkan kondisi kering.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian mesin uji keausan roda gigi miring polimer ini. Maka saya dapat menyarankan agar penulis berikutnya dapat mengembangkan lagi alat yang ada didalam laboratorium teknik mesin universitas medan area antara lain sebagai berikut:

1. Bagi penulis yang ingin melanjutkan penelitian tentang uji keausan roda gigi miring ini kedepannya harus memperbaiki / menginovasi sebelum pengujian harus benar-benar di perhatikan bagian dudukan rpm, agar data yang di dapat lebih baik lagi dan sempurna.
2. Memperbaiki bearing dudukan beban agar tidak goyang supaya data yang didapat lebih sempurna.
3. Mengutamakan keselamatan kerja (K3).

DAFTAR PUSTAKA

- Alfauzy, A. S. (2019). Pembuatan Roda Gigi Dari Bahan Serbuk Logam Tembaga Dan Alumunium Dengan Proses Kompaksi. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(3), 121. <https://doi.org/10.32497/jrm.v14i3.1641>
- Kartini, R., Darmasetiawan, H., Karo, A. K., & Sudirman. (2002). Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 3(3), 30–38.
- Keausan, A., Gigi, R., Secara, L., & Dengan, M. (2018). *Roda Gigi Lurus Keausan*. 299–305.
- Komaladewi, A., & Atmika, I. (2014). Karakteristik Traksi dan Kinerja Transmisi pada Sistem Gear Transmission dan Gearless Transmission. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 7(1), 57–62.
- Budiman, H., & Kamil, M. (2005). Pemodelan Perencanaan Roda Gigi Lurus. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, 2005 (Snati)*, 15–18.
- Erinopriadi, E., Kevin, A., & Hendra, H. (2015). Perancangan Roda Gigi Lurus, Roda Gigi Miring Dan Roda Gigi Kerucut Lurus Berbasis Program Komputasi. *Mechanical*, 4(1), 16–21.
- G. Nieman dan Anton Budiman. (199 C.E.). *Elemen Mesin (Disain dan Kalkulasi dari Sambungan, Bantalan, Poros) Jilid 1* (I. B. Priambodo (Ed.); Keempat). Erlangga.
- Kiyokatsu Suga, S. (2004). *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin* (Ke 1). Pradnya Paramita.
- Neimann, G. Anton Budiman, B. P. (1999). *elemen mesin* (Ir. Anton Budiman (Ed.)). Penerbit Erlangga.
- Raharja, B. S., & Sunada, I. M. (2018). Analisa Keausan Roda Gigi Lurus Secara Mikroskopik Dengan Variasi Beban. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(2), 299–305.
- Rullah, A. A., Samudra, B. T., Rizki, F. T., Azharis, V., Prasetyo, J., & Junaidi, J. (2019). *Analisis Karakteristik Roda Gigi Miring Pada Transmissi*. March, 1–6.
- Shigley, Joseph E. (2020). *Perancangan Teknik Mesin (ke-2)*. Penerbit Erlangga.
- 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. *Jurnal Nasional*, 12(1), 17–25.