

**TUGAS SARJANA**  
**KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**  
**PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP KEAUSAN PADA**  
**RODA GIGI CACING KOMPOSIT**

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

**Disusun oleh :**

**NAMA : MUKHLAS**

**NPM : 1207230005**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN – I**

**TUGAS SARJANA  
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**

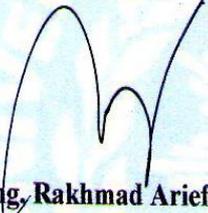
**PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP KEAUSAN PADA  
RODA GIGI CACING KOMPOSIT**

**Disusun Oleh :**

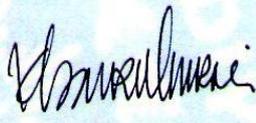
**MUKHLAS**  
**1207230005**

**Diperiksa dan Disetujui Oleh :**

**Pembimbing – I**

  
**(Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar)**

**Pembimbing – II**

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

**Diketahui Oleh :**  
**Ka. Program Studi Teknik Mesin**

  
**(Affandi, S.T.)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN – II**

**TUGAS SARJANA  
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**

**PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP KEAUSAN PADA  
RODA GIGI CACING KOMPOSIT**

Disusun Oleh :

**MUKHLAS**  
1207230005

Telah Diperiksa dan Diperbaiki  
Pada Seminar Tanggal 13 juli 2018

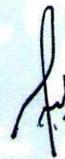
Disetujui Oleh :

Pembanding -I



(M Yani, S.T.,M.T)

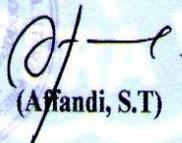
Pembanding-II



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

Diketahui Oleh :

Ka.Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIFERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Dila menjawab surat ini agar disebutkan  
Nomor dan tanggalnya

---

**DAFTAR SPESIFIKASI  
TUGAS SARJANA**

**PERIODE SEMESTER GANJIL/GENAP  
T.A. 2017 / 2018**

**Nama Mahasiswa : MUKHLAS**  
**NPM : 1207230005**  
**Semester : XII (Dua belas)**

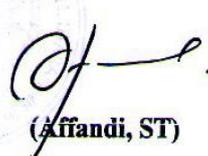
**SPESIPIKASI : Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Pada Roda  
Gigi Cacing Komposit.**

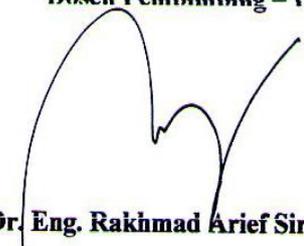
**Diberikan Tanggal : 21 Juli 2017**  
**Selesai Tanggal : 05 Juli 2018**  
**Asistensi : 1 Kali Dalam Seminggu**  
**Tempat Asistensi : Di Kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
(UMSU)**

Medan, 05 Juli 2018

**Diketahui Oleh :  
Ka. Program Studi Teknik Mesin**

**Dosen Pembimbing – I**

  
(Affandi, ST)

  
( Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar.)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Alamat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan  
Nomor dan tanggalnya

DAFTAR HADIR ASISTENSI

TUGAS SARJANA

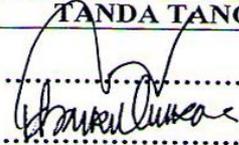
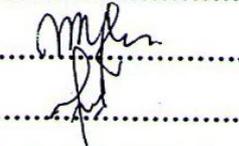
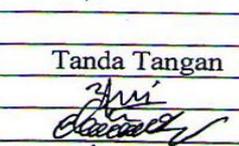
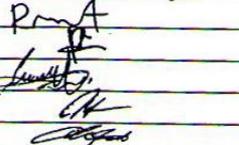
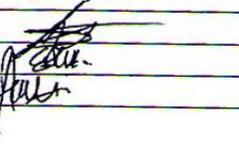
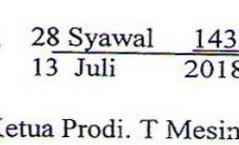
NAMA : Mukhlas PEMBIMBING I : Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar

NPM : 1207230005 PEMBIMBING II : Khairul Umurani,S.T.,M.T.

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1	23/9/17	Perbaiki bab 1 & bab 2	
2	10/2/18	- " -	
3	29/2/18	Lanjut bab 3.	
4	1/3/18	Lanjut bab 4.	
5	10/3/18	Perbaiki bab 4.	
6	20/3/18	Perbaiki bab 4.	
7	7/4/18	Selesai bab 5.	
8	2/6/18	lingkup Pemb II Perbaiki Permis daftar Permis teknisi ke/ruktg ↓	
9	5/6/18	All Semu	

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2017 – 2018**

Peserta Seminar  
 Nama : Mukhlas  
 NPM : 1207230005  
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	:	..... 
Pembimbing – II	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	..... 
Pembanding – I	: Muhammad Yani.S.T.M.T	:	..... 
Pembanding – II	: H.Muharnif.S.T.M.Sc	:	..... 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230012	ROY ARMANSYAH VERI	
2	1307230176	DIYAH FATEH ISMAELA	
3	1207230004	RIAN IKHWANI	
4	1207230059	RUBI HASTOMO	
5	1307230126	DOMI SETIWIJAN	
6	1107230178	PAIMI RAMADHAN	
7	1407230296	ALI RAMADAN	
8	1307230126	RIZKI ANGGA PRATAMA	
9	1307230070	EDI GUSTAWAN	
10	1307230187	ABDUL RAHMAN	

Medan, 28 Syawal 1439 H  
13 Juli 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin

  
Affandi.S.T

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

---

**NAMA** : Mukhlas  
**NPM** : 1207230005  
**Judul T.Akhir** : Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Ca-  
Cing Komposit.

Dosen Pembimbing – I : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng  
Dosen Pembimbing – II : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Muhammad Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

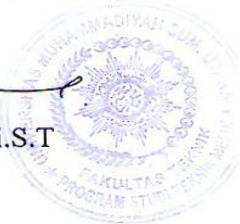
**KEPUTUSAN**

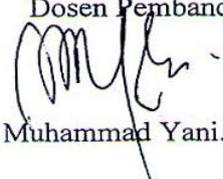
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  - ↳ Perbaikan II pada draft sdh ditandai bagian
  - ↳ yg harus direvisi
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 28 Syawal 1439H  
10 Juli 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T



Dosen Pembanding- I  
  
Muhammad Yani.S.T.M.T

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

---

**NAMA** : Mukhlas  
**NPM** : 1207230005  
**Judul T.Akhir** : Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit.

**Dosen Pembimbing – I** : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng  
**Dosen Pembimbing – II** : Khairul Umurani.S.T.M.T  
**Dosen Pembanding - I** : Muhammad Yani.S.T.M.T  
**Dosen Pembanding - II** : H.Muharnif.S.T.M.Sc

**KEPUTUSAN**

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

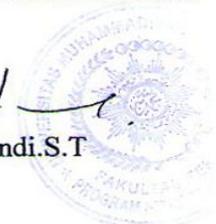
.....  
Lihat buku skripsi  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

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

Medan 28 Syawal 1439H  
10 Juli 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T  


Dosen Pembanding- II

  
H.Muharnif.S.T.M.Sc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Mukhlas  
Tempat/tgl lahir : Srikayu, 30 November 1991  
Npm : 1207230005  
Bidang keahlian : Konstruksi Dan Manufaktur  
Program setudi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana saya ini yang berjudul:

### **“PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP KEAUSAN PADA RODA GIGI CACING KOMPOSIT”**

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di program studi teknik universitas muhammadiyah sumatera utara.

Medan 17 agustus 2018

Saya yang menyatakan



( MUKHLAS )

## **Abstrak**

Salah satu permasalahan utama kerusakan komponen permesinan yang saling kontak adalah keausan. Kenapa roda gigi cacing mudah aus, karena roda gigi cacing bekerja lebih cepat dibanding roda gigi lurus dan roda gigi cacing cara kerjanya berbeda dengan gigi gigi lainnya. Oleh karena itu roda gigi cacing sangat mudah aus adapun penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh yang dihasilkan oleh pembebanan terhadap keausan pada roda gigi cacing yang berbahan komposit. adapun beban yang digunakan dalam pembuatan roda gigi cacing adalah komposit yang dibubut dan sekaligus dibentuk seperti roda gigi cacing dengan menggunakan modul panduan 2. dengan diameter dalam sebesar 40 mm, diameter luar sebesar 113,50 mm dan ketebalan sebesar 22,70 mm dengan jumlah gigi sebanyak 54 gigi. dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil dari pembebanan pada roda gigi cacing komposit terhadap keausan dengan frekuensi yang bervariasi mulai dari 30 Hz menghasilkan pembebanan sebesar 2816, 35 Hz menghasilkan pembebanan sebesar 3250, 40 Hz menghasilkan pembebanan sebesar 3354, 45 Hz menghasilkan pembebanan sebesar 3355, dan 50 Hz menghasilkan pembebanan sebesar 3860 terhadap keausan pada roda gigi cacing komposit.

***Kata kunci : roda gigi cacing komposit, keausan terhadap pembebanan pada putaran.***

## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang telah memberikan berkah, rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana teknik (ST) di program studi teknik mesin fakultas teknik universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas sarjana ini adalah “ **Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit** ”

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

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

1. Kepada kedua orang tua yang saya sayangi (Semin/alm dan ibunda tersayang Tukirah) yang tak pernah henti memberikan dorongan semangat, nasihat serta doa atas perjuangan untuk menyelesaikan tugas sarjana ini.
2. Kepada Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Kepada Bapak Affandi S.T.,Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Kepada Bapak Dr.Ade Faisal Ph.D. Selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Kepada bapak Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar selaku dosen pembimbing-I yang telah membimbing, memberikan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
6. Kepada Bapak Khairul Umurani,S.T.,M.T, Selaku dosen pembimbing-II yang telah membimbing, memberikan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
7. Kepada bapak Muhammad Yani.S.T.,M.T selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik

8. Kepada bapak H.Muharnif.S.T.,M.T selaku pembanding II yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
9. Kepada bapak dan ibu Dosen dan staff pegawai di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bekal pengetahuan dan bantuan hingga akhir setudi.
10. Kepada Seluruh Asisten Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu dan memberikan arahan untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
11. Kepada adinda tercinta Rusmiani spd yang tak bosan bosanya memberikan ocehan maupun repetan dan motifasi serta dorongan pada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi saya ini hingga selesai.
12. Kepada sahabat-sahabat satu seperjuangan dhany fajar lesmana, rian irawan, roy armansyah feri, rubi hastomo, sodikin, bambang sahputra, ardiansyah dan sahabat yang tinggal di kos bersama terimakasih atas doa dan dukungannya.
13. Kepada seluruh sahabat-sahabat dan rekan seperjuangan di Fakultas Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan yang utama pada kelas A1 pagi, stambuk 2012 yang telah membantu menyelesaikan Tugas Sarjanaini.

Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritikan dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin Ya Roball A'lam.

Billahi fii sabilil haq fastabiqul khairot.

*Assalamualaikum warahmatullahi wabarakaatuh*

Medan, 06 Juli 2018

Penulis



MUKHLAS

1207230005

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN-I</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN-II</b>	
<b>LEMBAR SPESIFIKASI</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>ABSTRAK</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iv</b>
<b>DATAR TABEL</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>viii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumus Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 Keausan Roda Gigi Cacing	5
2.1.1 Metode Eksperimen	6
2.1.2 Metode Analitik	7
2.1.3 Metode Numeric	8
2.2 Pengertian Komposit	9
2.2.1 Ciri Ciri Bahan Komposit	9
2.2.2 Kelebihan dan kekurangan Bahan Komposit	10
2.2.3 Material Komposit Pom Plastik	11
2.2.4 Pom Polyacetal	12
2.3 Keausan Kontak Pada Roda Gigi Cacing.	14
2.3.1 Model Keausan Hegadekatte	14
2.3.2 Roda Gigi Cacing	15
2.3.3 Pengertian Roda Gigi Cacing	16
2.3.4 Ciri Ciri Roda Gigi Cacing	17
2.4 Teori Gesekan ( Friction)	19
2.4.1 Gaya Gesek Statis	21
2.4.2 Gaya Gesek Kinetis	22
2.5 Analisa Rumus Daya Roda Gigi Cacing	23
2.5.1 Analisa Keausan Roda Gigi Cacing	23
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	<b>24</b>
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	24
3.1.1 Tempat Penelitian	24
3.1.2 Waktu Penelitian	24
3.2 Alat Dan Bahan	25
3.2.1 Alat Uji Roda Gigi	25
3.2.2 Bahan	28

3.3	Diagram Alir Penelitian	31
3.4	Pengujian Dan Pengambilan Data	32
3.5	Prosedur Pengujian Mesin Uji Roda Gigi	32
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>33</b>
4.1	Hasil Pembuatan Spesimen Roda Gigi Cacing	33
4.2	Hasil Pengujian Roda Gigi Cacing	34
4.2.1	Percobaan 1	34
4.2.2	Percobaan 2	36
4.2.3	Percobaan 3	37
4.2.4	Percobaan 4	39
4.2.5	Percobaan 5	40
4.3	Hasil perbandingan dari putaran rpm dan beban yang bervariasi	42
4.3.1	Hasil perbandingan daya dengan beban yang bervariasi	43
4.3.2	Hasil Keausan Roda Gigi Cacing komposit	43
4.4	Hasil Pengujian Roda Gigi	45
4.4.1	Percobaan 1	45
4.4.2	Percobaan 2	45
4.4.3	Percobaan 3	46
4.4.4	Percobaan 4	46
4.4.5	Percobaan 5	47
4.5	Hasil Penelitian Roda Gigi Cacing	47
4.6	Analisa Rumus Daya Dan Keausan Roda Gigi Cacing Komposit	51
4.6.1	Analisa Rumus Daya	51
4.6.2	Analisa Keausan Luas Roda Gigi Cacing	64
<b>Bab 5. Kesimpulan Dan Saran</b>		<b>67</b>
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	57

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel spesifikasi bahan pom	11
Tabel 3.1: Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian	24
Tabel 4.1: Data nilai pengujian dengan putaran 2830 rpm dengan beban bervariasi	34
Tabel 4.2: Data nilai pengujian dengan putaran 3250 rpm dengan beban bervariasi	36
Tabel 4.3: Data nilai pengujian dengan putaran 3354 rpm dengan beban bervariasi	37
Tabel 4.4: Data nilai pengujian dengan putaran 3355 rpm dengan beban bervariasi	39
Tabel 4.5: Data nilai pengujian dengan putaran 3860 rpm dengan beban bervariasi	40
Tabel 4.6: Data nilai penggabungan dari putaran dengan beban yang bervariasi	42
Tabel 4.7: Data nilai penggabungan daya dengan beban yang bervariasi	43
Tabel 4.8: Data hasil keausan roda gigi cacing komposit dengan beban bervariasi	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Cara Kerja Alat	6
Gambar 2.2	Pengujian Memakai Sensor	7
Gambar 2.3	Bahan komposit pom polyacetal	13
Gambar 2.4	Roda gigi cacing helix	15
Gambar 2.5	Pasangan roda gigi cacing	17
Gambar 2.6	Roda gigi cacing	17
Gambar 2.7	Profil roda gigi cacing	18
Gambar 2.8	Gaya gesek yang bekerja pada balok	19
Gambar 2.9	Kontak <i>asperity</i> antara 2 buah permukaan	20
Gambar 3.1	Set up pengujian	25
Gambar 3.2	Inverter	25
Gambar 3.3	Arduino uno	26
Gambar 3.4	Sensor putaran	26
Gambar 3.5	Load call	27
Gambar 3.6	Laptop	27
Gambar 3.7	Cakram	28
Gambar 3.8	Skema spesimen poros roda gigi cacing komposit	29
Gambar 3.9	Spesimen poros roda gigi cacing komposit sebelum dibuat	29
Gambar 3.10	Skema gambar roda gigi cacing	30
Gambar 3.11	Spesimen sebelum dibuat	30
Gambar 3.16	Diagram alir	31
Gambar 4.1	Poros cacing dan roda gigi cacing	33
Gambar 4.2	Grafik putaran vs beban pada putaran 2830 rpm	34
Gambar 4.3	Grafik daya vs beban pada putaran 2830 rpm	35
Gambar 4.4	Grafik putaran vs beban pada putaran 3250 rpm	36
Gambar 4.5	Grafik daya vs beban pada putaran 3250 rpm	37
Gambar 4.6	Grafik putaran vs beban pada putaran 3354 rpm	38
Gambar 4.7	Grafik daya vs beban pada putaran 3354 rpm	38
Gambar 4.8	Grafik putaran vs beban pada putaran 3355 rpm	39
Gambar 4.9	Grafik daya vs beban pada putaran 3355 rpm	40
Gambar 4.10	Grafik putaran vs beban pada putaran 3860 rpm	41

Gambar 4.11	Grafik daya vs beban pada putaran 3860 rpm	41
Gambar 4.12	Data grafik perbandingan hasil putaran (rpm) dengan pembebanan bervariasi.	42
Gambar 4.13	Data grafik perbandingan hasil daya kw dengan pembebanan bervariasi	43
Gambar 4.14	Grafik keausan dengan pemakaian	44
Gambar 4.15	Poros cacing sesudah diuji dan sebelum diuji	45
Gambar 4.16	Poros cacing sesudah diuji dan sebelum diuji	45
Gambar 4.17	Poros cacing sesudah diuji dan sebelum diuji	46
Gambar 4.18	Poros cacing sesudah diuji dan sebelum diuji	46
Gambar 4.19	Poros cacing sesudah diuji dan sebelum diuji	47
Gambar 4.20	Komponen roda gigi sebelum aus dan sesudah aus	47
Gambar 4.21	Gigi 3 puncak roda gigi sebelum aus dan sesudah aus	48
Gambar 4.22	Gigi 4 puncak roda gigi sebelum aus dan sesudah aus	48
Gambar 4.23	Gigi 5 puncak roda gigi sebelum aus dan sesudah aus	49
Gambar 4.24	Gigi 6 puncak roda gigi sebelum aus dan sesudah aus	49

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
$\sigma$	Tegangan	$N/m^2$
$n$	Putaran	Rpm
$p$	Daya	Kw
M	Momen	N.m
m	Modul	mm
$W_T$	Beban Tangensial	N
$\pi$	Jari Jari	3,14
D	Diameter Jarak Bagi	Mm
V	Vollume	-
Do	Diameter Luar Roda Gigi	-
C	Kelonggaran	mm
Kv	Faktor dinamis	-
H	Kekuatan	-
Ks	Faktor ukuran	-
Cv	Vaktor kecepatan	mm
$\sigma_{all}$	Tegangan lentur yang diijinkan	-

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Diera globalisasi Peran gear 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.

Hilangnya sebagian material dari permukaan yang saling kontak dalam gerak relatif. Ada beberapa jenis kontak, salah satunya kontak roda gigi. Dimana kontak roda yang terjadi disertai dengan gigi, sehingga terjadi slip dan mengakibatkan keausan. Jenis kontak ini dapat ditemui dalam mekanisme pergerakan pasangan kontak roda gigi. Tidak semua jenis keausan merugikan, akan tetapi ada juga yang menguntungkan, misal proses "Running-in". Bagaimanapun juga, keausan penting untuk dipelajari agar dapat diketahui karakteristiknya. Keausan dapat diketahui menggunakan metode eksperimen, analitik dan metode numerik.

Dalam keausan ini dihitung menggunakan metode numerik yaitu finite element method (FEM). Prosedur pekerjaannya adalah dengan melakukan simulasi kontak untuk mendapatkan contact pressure menggunakan *finite element software* kemudian contact pressure tersebut disubstitusikan ke persamaan Archard untuk mendapatkan kedalaman keausan. Hasil yang dipresentasikan berupa grafik kedalaman keausan vs jumlah rotasi dan pertumbuhan contact pressure terhadap jumlah rotasi.

Dengan latar belakang ini maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul : **Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit.**

## **1.2 Rumus Masalah**

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

1. Bagaimana cara memilih spesimen roda gigi cacing komposit ?
2. Bagaimana cara menguji tegangan yang terjadi pada roda gigi cacing komposit?
3. Bagaimana cara menganalisa tegangan dengan pembebanan dan putaran yang bervariasi ?
4. Bagaimana cara mengevaluasi keausan roda gigi cacing terhadap pembebanan dan putaran yang bervariasi ?

## **1.3 Batasan Masalah**

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

1. Roda gigi yang digunakan adalah roda gigi cacing Bahan komposit dengan ikatan peptida ( ikatan amida) dan sering di istilahkan dengan poliamida (PA).
2. Mesin yang digunakan adalah Alat uji roda gigi cacing.

## **1.4 Tujuan penelitian**

Sesuai dengan judul skripsi penulis, Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit.. Maka dengan judul diatas penulis dan pembaca mengetahui.

### **1.4.1 Tujuan umum**

Sesuai dengan judul skripsi penulis, Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit. Maka dengan judul diatas penulis dan pembaca mengetahui.

### **1.4.2 Tujuan khusus**

Adapun tujuan khusus dari pengujian ini adalah:

1. Untuk memilih spesimen roda gigi cacing komposit.
2. Untuk menguji keausan yang terjadi pada roda gigi cacing komposit.
3. Untuk menganalisa keausan dengan pembebanan dan putaran yang bervariasi.
4. Untuk mengevaluasi keausan roda gigi cacing terhadap pembebanan dan putaran yang bervariasi.

## **1.5 Manfaat Penulisan**

Adapun manfaat dari penyusunan tugas sarjana ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat bermanfaat bagi pembaca maupun penulis selanjutnya sebagai referensi penyempurnaan mesin uji kinerja roda gigi.
2. Mendapatkan informasi tentang Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit.
3. Penulis mampu mengembangkan ilmu di bidang kontruksi manufaktur.

4. Penulis lebih memahami bagaimana proses terjadinya Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Pada Roda Gigi Cacing Komposit.
5. Memberikan informasi kepada dunia pendidikan.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini yaitu :

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, rumus masalah, batasan masalah, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang teori yang digunakan seperti karakteristik, gambar berupa skema perencanaan komponen utama.

#### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang tempat dan waktu percobaan, material yang akan diuji, tiap komponen.

#### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini penulis menjelaskan berisi tentang spesifikasi mesin uji kinerja roda gigi dan menguraikan hasil pengujian dan perhitungan.

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian eksperimen.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

## BAB 2

### TINJAAN PUSTAKA

#### 2.1 Keausan Roda Gigi Cacing

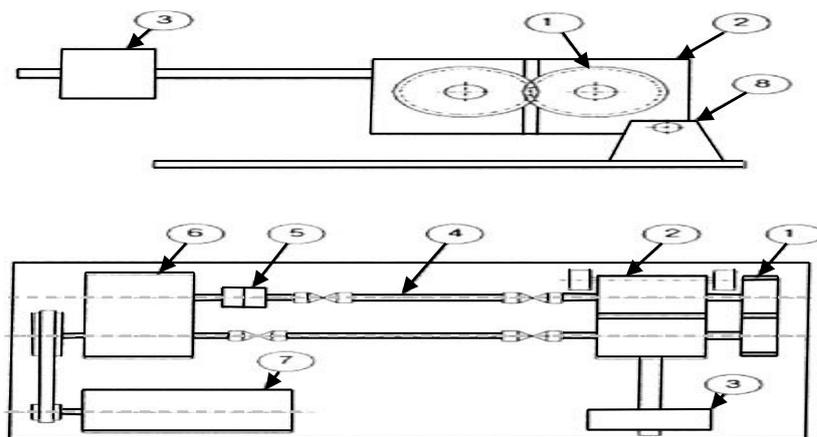
Dalam banyak aplikasi *engineering*, keausan merupakan sesuatu yang harus dihindari, maka untuk meminimalisir keausan diperlukan pengetahuan mengapa keausan dapat terjadi, Keausan merupakan fenomena yang sangat kompleks karena berhubungan dengan karakter dari permukaan yang ditentukan oleh *bulk chemical* dan struktur fisik serta kondisi lingkungan.

Keausan yang terjadi pada roda gigi yang dapat dihitung menggunakan metode eksperimen, analitik dan numerik. Metode eksperimen dapat dilakukan menggunakan alat *twin disc test*, metode analitik dilakukan dengan perhitungan matematis, sedangkan metode numerik dapat dilakukan menggunakan FEM dan BEM.

Dalam beberapa tahun terakhir, perhitungan keausan pada kasus roda gigi. menggunakan metode analitik dan numerik berkembang dengan pesat, seperti Hegadekatte dkk yang mengajukan beberapa metode untuk menghitung keausan berdasarkan perhitungan matematis dan numerik berbasis FEM, kemudian disusul oleh Rodriguez-Tembleque dkk yang mencoba jalan lain untuk menghitung keausan dengan metode numerik berbasis BEM. Paper ini membahas perhitungan keausan kontak roda gigi cacing dengan metode eksperimen, metode analitik GIWM dan metode numerik (FEM dan BEM) dari beberapa literatur. (R.Gauvin, 2010)

### 2.1.1 Metode Eksperimen

Keausan pada kontak roda gigi dapat diketahui dengan melakukan eksperimen. Hegadekatte telah melakukan eksperimen roda gigi dimana alat yang digunakan untuk eksperimen adalah *Twin-disk tribometer*, seperti Gambar 1. Cara kerja alat ini adalah dengan memberikan beban pada kedua *roller* dan memutar keduanya dengan kecepatan yang berbeda. Hilangnya material pada permukaan yang saling kontak kemudian diukur setelah menempuh sejumlah rotasi. Keausan dinyatakan sebagai volume yang hilang per satuan beban dan per satuan jarak roda gigi yang disebut sebagai koefisien keausan berdimensi, KD. Koefisien keausan berdimensi adalah parameter penting yang didapatkan dari Tribometer. Seperti pada gambar di bawah ini

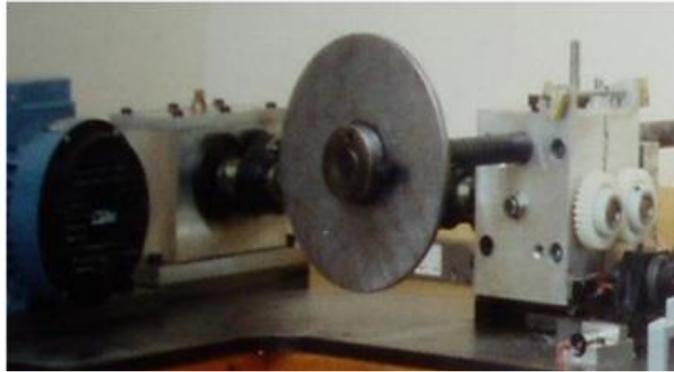


Gambar 2.1 cara kerja alat

- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1. <i>test gears</i>           | 5. <i>conical eluteh</i> |
| 2. <i>pivot block assembly</i> | 6. <i>gearbox</i>        |
| 3. <i>Weight</i>               | 7. <i>motor</i>          |
| 4. <i>driving shaft</i>        | 8. <i>pivot</i>          |

Akbarzadeh dkk juga telah melakukan eksperimen yang berhubungan dengan keausan pada kontak roda gigi. Skema pengujiannya dapat dilihat pada Gambar 2. Cara kerjanya sama dengan eksperimen Hegadekatte, akan tetapi alat yang digunakan dilengkapi dengan beberapa sensor dan pengambilan datanya

menggunakan LabVIEW. Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat *running-in* dan pengujian dilakukan untuk menganalisa *the steady-state wear*.



**Gambar 2.2** pengujian memakai sensor

## **2.2 Pengertian Komposit**

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, di mana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda. Menurut (Kaw, A.K.1997), komposit adalah struktur material yang terjadi dari dua kombinasi bahan atau lebih, yang dibentuk pada skala makroskopik dan menyatu secara fisika. Unsur pembentuk komposit disebut penguat (serat atau partikel) dan pengisi (matriks). Matriks bertugas mengikat serat agar tetap pada posisinya dan menjaga serat dari pengaruh lingkungan luar.

Bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro, maka bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Jones 1975).

### 2.2.1 Ciri Ciri Bahan Komposit

Beberapa karakteristik yang terdapat pada komposit , diantaranya :

#### a) Sifat komposit

1. Variasikilau: komposit memiliki kemampuan untuk menjadi sangat berkilau, semilustrous atau membosankan.
2. Durabilitas: serat yang tinggi keuletan digunakan untuk sabuk pengaman, ban, tali, kain bali stik dan penggunaan lainnya.
3. Elongasi tinggi.
4. Ketahanan abrasi yang sangat baik.
5. Sangat tangguh.
6. Resistensi tinggi terhadap serangga, jamur, hewan, serta bahan kimia cetakan, jamur, membusuk dan banyak.
7. Mencair bukan terbakar
8. Transparan terhadap cahaya infra merah (-12dB)

#### b) Parameter Nilai

1. Titik lebur 363-367oF
2. Kekerasan rockwell 106
3. Konduktivitas thermal 2,01 BTU di/ft<sup>2</sup>h<sup>2</sup>oF
4. Panas laten difusi 35,98 BTU/lb
5. Koefisien ekspansi linier  $5,055 \times 10^{-5}$  /OF
6. Kekuatan tarik pada hasil 4496-4786 psi
7. Koefisien gesekan 0,10-0,30
8. Kepadatan 1,15 g/cm<sup>3</sup>

### 2.2.2 Kelebihan Dan Kekurangan Bahan Komposit

#### a. Kelebihan Bahan Komposit

Bahan komposit mempunyai beberapa kelebihan dibanding dengan bahan konvensional. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanikal dan fisikal, keupayaan (*Reliability*), kemampuan proses dan biaya. Seperti yang diuraikan pada sifat-sifat mekanikal dan fisikal dibawah ini :

1. Bahan komposit memiliki *density* yang jauh lebih rendah berbanding dengan bahan konvensional. Ini memberikan aplikasi yang penting dalam konteks penggunaan karena komposit akan mempunyai kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dari bahan konvensional.
2. Dalam industri terdapat kecenderungan untuk menggantikan komponen yang terbuat dari logam dengan komposit telah terbukti komposit mempunyai rintangan terhadap *fatigue* yang baik terutama komposit yang menggunakan serat *fiber*.
3. Kelemahan logam yang lebih terlihat jelas adalah rintangan terhadap lemah terutama produk yang dalam kebutuhan sehari-hari. Kecenderungan komponen logam untuk mengalami kikisan menyebabkan biaya pembuatan menjadi lebih tinggi. Bahan komposit sebaliknya mempunyai rintangan terhadap kikisan yang lebih baik.
4. Bahan komposit juga mempunyai kelebihan dari segi *versatility* (berdaya guna) yaitu produk yang mempunyai gabungan sifat-sifat yang menarik yang dapat dihasilkan dengan mengubah sesuai jenis *matriks* dan serat

yang digunakan. Contoh dengan menggabungkan lebih dari satu serat dengan *matriks* untuk menghasilkan komposit.

5. Massa jenis rendah (ringan).
6. Lebih kuat (*stiff*), ulet (*tough*), tidak getas, dan lebih ringan.
7. Perbandingan kekuatan dan berat yang menguntungkan.
8. Koefisien pemuaian yang rendah.
9. Tahan terhadap cuaca dan korosi.
10. Proses manufaktur mudah dibentuk.

Dari kelebihan-kelebihan diatas ada juga kelemahan-kelemahan dalam penggunaan roda gigi komposit, yaitu:

1. Tidak tahan terhadap beban kejut (*shock*) dan tabrak (*crash*) dibandingkan dengan jenis material metal.
2. Kurang elastis.
3. Lebih sulit dibentuk secara plastis.

Beberapa roda gigi dari komposit dibuat melalui proses *hobbing* atau pengetaman yang serupa dengan yang digunakan untuk mengerjakan roda gigi dari logam, namun sebagian besar dari roda gigi komposit dihasilkan dari proses pencetakan injeksi karena dapat dengan cepat menghasilkan produk dalam jumlah besar dengan biaya perunit lebih rendah. Maka dari itu sisi-sisi dari cacing yang dihasilkan pada roda gigi cacing dapat dicari dengan persamaan. (Crown C copyright 2011).

### 2.2.3 Material komposit pom plastik

#### a) fitur bahan

SF-2 marjinal pb bebas diri pelumas bantalan baja yang digunakan-dukungan sebagai struktur, disinter perunggu berpori sebagai interlayer, hias permukaan yang dimodifikasi pom. suitable untuk secara garis besar dilumasi dan kering Operasi kondisi onthe pelumasan dalam penyok grease. itu telah banyak diterapkan pada mesin metalurgi, tambang mesin, pemeliharaan air mesin, uap lovomotive, bangunan mesin, mesin pertanian, baja rolling industri Dll

#### b) Struktur Bahan

Pom dengan serat 0,3-0,5 mm

Perungu berpori 0,2-0,3 mm

Dukungan baja 0,4-2,2 mm

Tembaga plating 0,008 mm

#### c) Spesifikasi

Tabel spesifikasi bahan pom

Indeks capaian		Data
Kapasitas beban max p	Beban statis	250N/mm <sup>2</sup>
	Beban dinamis	140N/mm <sup>2</sup>
Max kecepatan baris	Pelumasan grease	2.5 m/s
Pv maksimum nilai	Pelumasan grease	2.8n/mm <sup>2</sup> · m/s
Fiction coef	Pelumasan grease	0.05~0.25
Suhu kerja		-40 ° C ~ + 130 ° c
Konduktivitas termal		4 w/m · k
Koefisien muse linear		11×10 <sup>(-6)</sup> /k

#### d) Aplikasi

1. Kapasitas beban yang baik dan anti-pakai.
2. Digunakan dalam tinggi kapasitas beban dan kecepatan rendah dengan rotasi, berosilasi atau sering berhenti-start gerak.
3. Dapat bekerja lama tanpa minyak dalam kondisi pelumasan batas, di bawah selang minyak atau pelumasan grease, pekerjaan yang lebih lama.
4. Itu adalah machinable untuk tebal dari pom.
5. Semak-semak dapat diterapkan dalam auto chassis, penempaan mesin, metalurgi, teknik sipil, pembangkit listrik, jalur bergulir industri dll

#### 2.2.4 POM Polyacetal

POM atau Polyformaldehyde adalah material kelas engineering. POM memiliki kombinasi koefisien gesek rendah, tingkat abrasi yang baik dan kekerasan material yang cukup. POM sesuai kepantasan dari cost material adalah pilihan pertama untuk aplikasi-aplikasi yang membutuhkan presisi tinggi. POM memiliki kestabilan dimensi yang baik pada peningkatan suhu, dan dapat diaplikasikan pada temperature sekitar 100°C. POM juga tahan melawan hydrolysis.

POM dikenal sebagai material thermoplastik yang sering digunakan untuk menggantikan beberapa aplikasi-aplikasi metal. Karakteristik utamanya adalah koefisien gesek yang rendah ( 0,35) , tahan aus, dan permukaannya yang keras. Selain itu, POM-C juga tahan terhadap cairan basa, bensin, alkohol, dan pelumas.

Nilai ketahanan elastis E-modulus of elasticity ( E-modul) yang cukup tinggi mencapai 2600 MPa dan kekerasan permukaan yang cukup (notch impact strenght) membuat POM-C lebih ulet tahan menerima gaya tekan dan tarik. Tingkat penyerapan air yang sangat rendah hanya 0,2 % , juga memberi kelebihan tersendiri bagi POM-C membuat stabilitas dimensi selalu terjaga. POM yang diproduksi dengan kualitas raw material yang baik seharusnya tidak memiliki microporosity, Microporosity dapat merusak material ketika material tersebut diberi tekanan dalam waktu lama ( continuous stress) dan menimbulkan pecahan (stress crack) . Adanya stress crack ini perlahan-lahan akan menurunkan kekuatan mekanis, antara lain elastisitas dan tegangan tarik yang menjadi penyebab kegagalan(failure).

Kombinasi optimal dari tingginya tegangan tarik 63 MPa, tingginya tingkat kelicinan, kekerasan permukaan dan tegangan ikatan antar molekul yang optimal menjadikan POM sangat cocok dan disarankan pada aplikasi yang menuntut kestabilan dimensi, ketelitian tinggi seperti contoh aplikasi parts mesin bergeometri kompleks dan rumit yang menuntut kestabilan dan presisi tinggi.



Gambar 2.3 Bahan Komposit Pom Polyacetal

### **2.3 Keausan Kontak Pada Roda Gigi Cacing.**

Menurut penelitian keausan sangat penting untuk di teliti agar kita tau bagaimana keausan itu terjadi, keausan yang terjadi pada permukaan akibat kontak roda gigi cacing penting untuk diketahui, karena berhubungan dengan umur pakai (*life-span*) dari suatu komponen permesinan. Hilangnya suatu material pada permukaan yang saling kontak dapat diketahui dengan menggunakan beberapa metode, yaitu metode eksperimen, metode analitik dan metode numerik.

Roda gigi cacing terdiri atas sebuah cacing yang mempunyai ulir luar dan sebuah roda cacing yang berkait dengan cacing. Ciri yang sangat menonjol pada roda gigi cacing adalah kerjanya yang halus dan hampir tanpa bunyi, serta memungkinkan perbandingan transmisi yang benar. Perbandingan reduksi dapat dibuat sampai 1: 100. Namun, pada umumnya arah transmisi tidak dapat dibalik untuk menaikkan putaran, dari roda cacing ke cacing. Hal semacam ini disebut “mengunci sendiri”, karena putaran yang berbalik dari roda cacing akan dihentikan oleh cacing. Kerusakan dari roda gigi cacing adalah efisiensinya yang rendah, terutama jika sudut kisarnya kecil. (V.Simon, 2003)

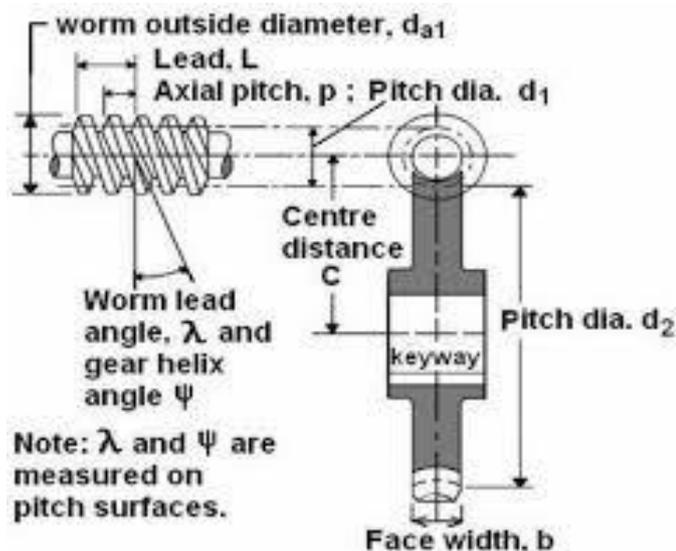
#### **2.3.1 Model Keausan Hegadekatte**

*Global incremental wear model (GIWM)* adalah sebuah metode pendekatan nilai keausan secara analitik yang diajukan oleh Hegadekatte. Istilah “*global*” digunakan untuk menunjukkan bahwa skema pemodelan keausan ini hanya mempertimbangkan jumlah secara menyeluruh (*global*), seperti tekanan kontak rata-rata dan bukan jumlah yang lebih spesifik pada suatu lokasi, misal tekanan kontak lokal. Tekanan kontak rata-rata yang digunakan kemudian diperbaharui (*updated*) pada akhir tiap kenaikan jarak gigi dikarenakan semakin

meluasnya bidang kontak, kemudian diistilahkan sebagai “*incremental*”. Hegadekatte menjelaskan sebuah skema pemodelan keausan secara global untuk menghitung keausan pada permukaan gigi, lebih jelas dapat dilihat pada Gambar. (Goffar, 2013)

### 2.3.2 Roda Gigi Cacing.

Nomenklatur dari gigi cacing ditunjukkan pada Gambar. 2.3 Cacing dan gigi dari satu set memiliki tangan yang sama helix seperti untuk gigi heliks menyeberang, tetapi sudut helix biasanya sangat berbeda. Sudut helix pada cacing umumnya cukup besar, dan bahwa pada persneling sangat kecil. Karena ini, biasanya untuk menentukan sudut memimpin  $\lambda$  cacing dan sudut heliks  $\psi$  di gigi ; kedua sudut sama untuk poros 90° sudut. Sudut utama cacing adalah pelengkap dari sudut cacing helix, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.4 Roda Gigi Cacing Helix

Dalam menentukan gerak dari roda gigi cacing, adalah kebiasaan untuk menyatakan gerak aksial  $Px$  dari cacing dan gerak melingkar transversal  $Pt$ , sering hanya disebut gerak melingkar dari gigi kawin. Ini sama jika sudut poros adalah  $90^\circ$ . Diameter gigi dari gerak adalah diameter yang diukur pada bidang yang mengandung sumbu cacing, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3 itu sama seperti untuk memacu gigi dan itu ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:

### **2.3.3 Pengertian Roda Gigi Cacing**

Roda gigi cacing ialah suatu elemen transmisi yang dapat meneruskan daya dan putaran pada poros yang bersilang. Roda gigi cacing mempunyai gigi yang dipotong menyudut seperti roda gigi helik dan dipasangkan dengan ulir yang dinamakan ulir cacing. Penggunaan roda gigi ini biasanya untuk mereduksi kecepatan, roda gigi ini dalam oprasionalnya akan “menggunci sendiri” sehingga tidak dapat diputar pada arah yang berlawanan, keuntungan dari roda gigi ini adalah dengan memberikan input minimal dapat dihasilkan output dengan kekuatan maksimal. Roda gigi ini biasanya digunakan untuk kecepatan-kecepatan tinggi dengan kemampuan mereduksi kecepatan yang maksimal.

Pasangan roda gigi cacing terdiri dari sebuah poros yang mempunyai ulir luar dan sebuah roda cacing yang berkait dengan poros cacing tersebut perbandingan transmisi roda gigi cacing dapat dibuat hingga perbandingan reduksi 1 : 100 dan cara kerjanya halus atau hampir tanpa bunyi, namun pada umumnya transmisi tidak dapat dibalik untuk menaikkan putaran, yakni pada roda cacing ke cacing. Adapun kekurangan dari transmisi roda gigi cacing adalah memiliki efisiensi mekanis ( $\eta$ ) yang rendah, terutama jika sudut kisarnya ( $\gamma$ ) kecil.

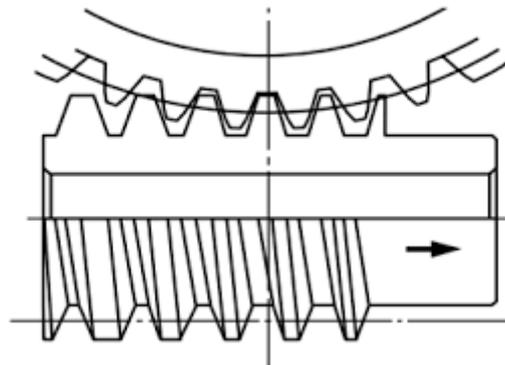
Dalam kerjanya, cacing dan roda cacing terjadi gesekan yang cukup besar sehingga dapat menimbulkan banyak panas, oleh sebab itu kapasitas transmisi roda gigi sering dibatasi jumlah panas yang timbul.



Gambar 2.5 Pasangan Roda Gigi Cacing

#### 2.3.4 Ciri-Ciri Roda Gigi Cacing

Kedua sumbu saling bersilang dengan jarak sebesar  $a$ , biasanya sudut yang dibentuk kedua sumbu sebesar  $90^\circ$ . Kerjanya halus dan hampir tanpa bunyi. Umumnya arah transmisi tidak dapat dibalik untuk menaikkan putaran dari roda cacing ke cacing (mengunci sendiri).



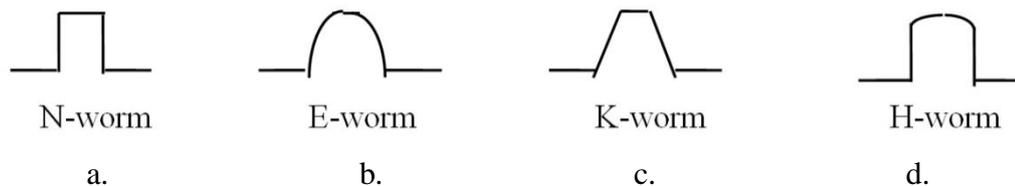
Gambar 2.6 Roda Gigi Cacing

Pasangan roda gigi cacing terdiri dari sebuah poros yang mempunyai ulir luar dan sebuah roda cacing yang berkait dengan poros cacing tersebut. Perbandingan transmisi roda gigi cacing dapat dibuat hingga perbandingan

reduksi 1 : 100 dan cara kerjanya halus atau hampir tanpa bunyi. Namun, pada umumnya transmisi tidak dapat dibalik untuk menaikkan putaran, yakni pada roda cacing ke cacing. (sulastro. 2013)

Pemakaian dari roda gigi cacing meliputi : gigi reduksi untuk semua transmisi sampai daya 1.400 HP diantaranya pada lif, motor derek, untuk mesin tekstil rangkaian kemudi kapal, Pemakaian dari roda gigi cacing meliputi: gigi reduksi untuk semua transmisi sampai mesin bor vertikal, mesin frais dan juga untuk berbagai sistem kemudi kendaraan.

Adapun profil dari roda gigi cacing ditunjukkan seperti pada gambar 2.4 dibawah ini:



Gambar 2.7 Profil Roda Gigi Cacing

a. N-worm atau A-worm

Gigi cacing yang punya profil trapzidal dalam bagian normal dan bagian aksial diproduksi dengan menggunakan mesin bubut dengan pahat yang berbentuk trapezium serta tanpa proses pengrindaan.

b. E-worm

Gigi cacing yang menunjukkan involut pada gigi miring dengan  $\beta$  antara  $87^{\circ}$  sampai dengan  $45^{\circ}$ .

c. K-worm

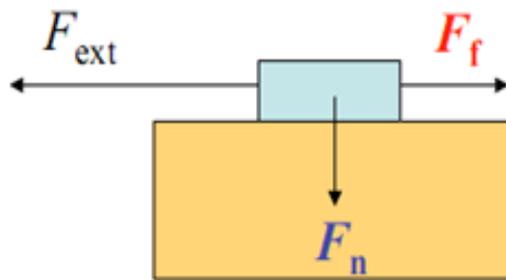
Gigi cacing yang dipakai untuk perkakas pahat mempunyai bentuk trapezoidal, menunjukkan dua kerucut.

d. H-worm

Gigi cacing yang dipakai untuk perkakas pahat yang berbentuk cembung.

## 2.4 Teori Gesekan ( Friction)

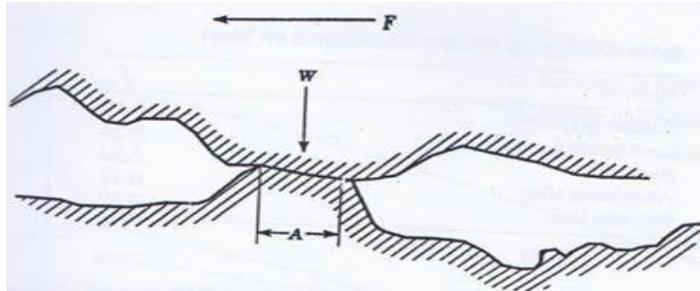
Gaya gesek adalah gaya yang berarah melawan gerak benda atau arah kecenderungan benda untuk bergerak. Gaya gesek muncul apabila dua buah benda bersentuhan. Benda-benda yang dimaksud di sini tidak harus berbentuk padat, melainkan dapat pula berbentuk cair ataupun gas. Gaya gesek antara dua buah benda padat misalnya adalah gaya gesek statis dan kinetis, sedangkan gaya antara benda padat dan cairan serta gas adalah gaya Stokes.



*Forces*

Gambar 2.8 Gaya Gesek yang Bekerja pada Balok

Di dalam suatu studi mengenai material atau biasa disebut *material science* diketahui bahwa pada permukaan logam yang sekalipun terlihat sangat mulus dalam skala makroskopis ternyata memiliki *asperity* (dalam bahasa Inggris) atau permukaan yang kasar bila dilihat dalam skala mikroskopis. Pada keadaan dua logam yang bergesekan, *asperity* inilah yang menimbulkan friksi/ gesekan serta keausan dan juga menghasilkan panas (contoh telapak tangan).



Gambar 2.9 Kontak *Asperity* antara 2 Buah Permukaan

Dua buah permukaan yang diperlihatkan pada Gambar 2.10 sedang menerima gaya beban sebesar W. Pada keadaan *dry sliding* luas permukaan kontak (A) yang sebenarnya terjadi antara dua permukaan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut ini.

$$p = \frac{w}{A} \text{ atau } A = \frac{w}{p} \quad (2.4)$$

Dimana:

A : Luas permukaan asperity (m<sup>2</sup>)

W : Gaya Load (N)

P : Tekanan ( bar )

Sementara itu pada material yang memiliki *shear strength* sebesar (s), besarnya gaya (F) yang dibutuhkan untuk memindahkan *asperity* dari material tersebut dapat di ekspresikan seperti persamaan 2.5 berikut.

$$f = A.s \quad (2.5)$$

Dimana :

s = shear strength (psi)

Besarnya harga *coefficient of friction* didefinisikan sebagai rasio dari terhadap besarnya beban yang diberikan. Hal ini dapat diperoleh dari hasil kombinasi antara persamaan 2.1 dan 2.2, sehingga diperoleh persamaan 2.3 berikut ini

$$F = \frac{F}{W} = \frac{s}{p} \quad (2.6)$$

Dari persamaan 2.3 dapat dilihat bahwa gesekan yang ditimbulkan oleh beban  $W$  yang sama akan memiliki nilai resistansi yang sama walaupun balok memiliki panjang dan lebar yang berbeda. Selain itu, gaya gesek juga akan meningkat secara berbanding lurus dengan bertambahnya beban  $W$  yang bekerja pada benda terdapat 2 jenis gaya gesek yang bekerja pada benda yang saling kontak, yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek kinetis. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing jenis gaya gesek antara dua benda padat yang saling kontak.

#### **2.4.1 Gaya Gesek Statis**

Gaya gesek statis adalah gesekan antara dua benda padat yang tidak bergerak relatif satu sama lainnya. Gesekan statis dapat mencegah benda meluncur ke bawah pada bidang miring. Koefisien gesek statis umumnya dinotasikan dengan  $\mu_s$ , dan pada umumnya lebih besar dari koefisien gesek kinetis. Gaya gesek statis dihasilkan dari sebuah gaya yang diaplikasikan tepat sebelum benda tersebut bergerak. Gaya gesekan maksimum antara dua permukaan sebelum gerakan terjadi adalah hasil dari koefisien gesek statis dikalikan dengan gaya normal. Secara matematis dapat dituliskan seperti pada persamaan 2.2 berikut:

$$F_s = \mu_s \cdot F_n \quad (2.7)$$

Dimana :

F : besarnya gaya gesek statis (N)

$\mu_s$  : koefisien gesek statis

$F_n$  : gaya normal yang bekerja (N)

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

#### 2.4.2 Gaya Gesek Kinetis

Gaya gesek kinetis atau dinamis terjadi ketika dua benda bergerak relatif satu sama lainnya dan saling bergesekan. Koefisien gesek kinetis umumnya dinotasikan dengan  $\mu_k$  dan pada umumnya selalu lebih kecil dari gaya gesek statis untuk material yang sama. Gaya gesek kinetis dapat di formulasikan sebagai berikut : ( Antoniadis, A., vidakis, 1986)

$$f_k = \mu_k \cdot F_n \quad (2.8)$$

Dimana :

$f_k$  = besarnya gaya gesek kinetis (N)

$\mu_k$  = Koefisien gaya kinetis

$F_n$  = gaya normal yang bekerja (N)

## 2.5 Analisa Rumus Daya Roda Gigi Cacing

Daya roda gigi cacing sangat tergantung pada besar dan jenis beban yang dibawa oleh mesin penggerak. Semakin besar beban yang ditanggung mesin penggerak, maka semakin besar daya yang dibutuhkan. Satuan daya yang umum digunakan adalah kilo Watt dan Horse Power. Maka persamaan daya pada roda gigi cacing ialah

$$\begin{aligned}V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \\K_v &= \frac{n + v}{n} \\w^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v} \\H &= \frac{w^t \cdot v}{1000}\end{aligned}\tag{2.9}$$

### 2.5.1 Analisa Keausan roda gigi cacing

Motor induksi 3 fasa merupakan motor listrik yang bekerja berdasarkan perputaran medan elektromagnetik yang di induksikan dari kumparan stator ke rotornya. Kecepatan putaran magnet ini dipengaruhi oleh frekuensi sumber yang masuk ke motor dengan pers. 2.16 dibawah ini.

$$= \frac{\text{sebelum. aus} - \text{sesudah. aus}}{\text{sebelum. aus}} \cdot 100\%\tag{2.10}$$

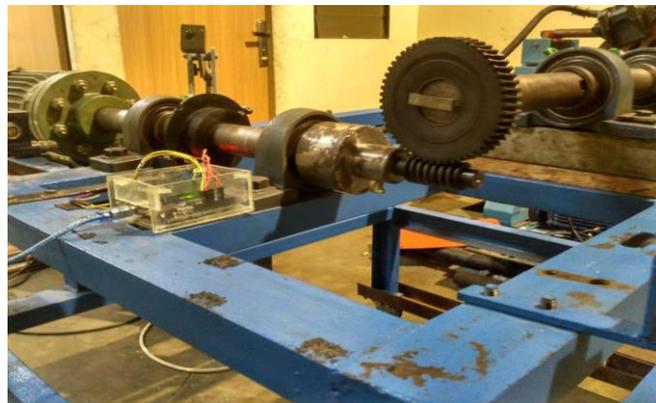


## 3.2 Alat dan Bahan

### 3.2.1 Alat Uji Roda Gigi

#### 1. Mesin Uji Roda Gigi

Merupakan alat uji yang akan digunakan untuk menguji roda gigi, Roda gigi yang digunakan yaitu berbahan komposit, dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Set Up Pengujian

#### 2. Inverter

Inverter digunakan untuk membaca frekuensi dan mengatur seberapa besar putaran yang diberikan pada pengujian roda gigi, dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Inverter

### 3. Arduino Uno.

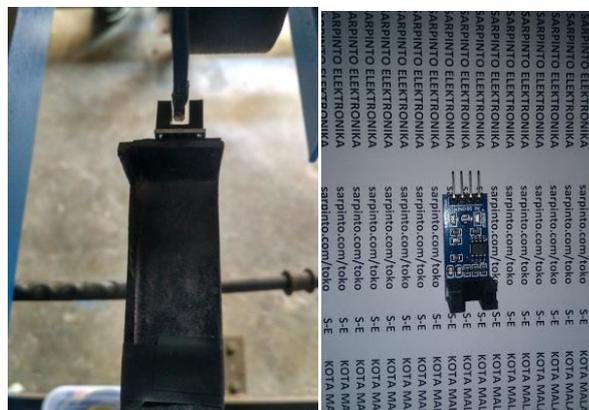
Arduino uno digunakan untuk membaca sensor ke PC dan arduino uno sebagai sistem aplikasi pembuatan program/pengaturan program sistem kerja sensor pada rpm dan loadcell, dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Arduino Uno

### 4. Sensor putaran

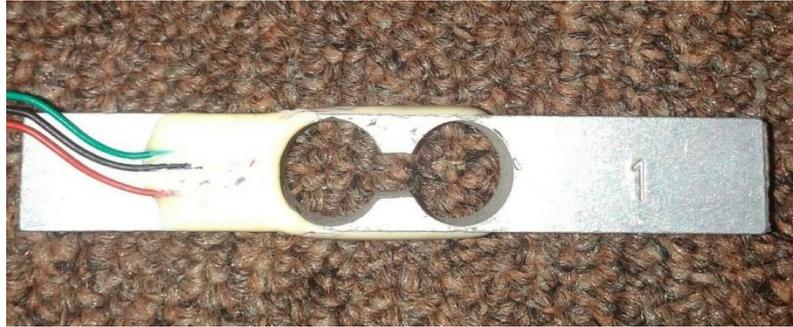
Sensor rpm digunakan untuk membaca putaran dari poros output dan bisa membaca seberapa kencang putaran yang terjadi pada poros dan menghasilkan data putaran, dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Sensor putaran

## 5. Loadcell

Loadcell digunakan untuk membaca beban pada uji roda gigi cacing dan seberapa beban yang akan diberikan pada pengujian ini dan beban yang diberikan pada pengujian ini adalah 0.1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, dan 0,5 N. Dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Load Cell

## 6. Laptop

Laptop digunakan pada saat proses pengujian dan dihubungkan dengan arduino uno yang akan menampilkan hasil kecepatan (rpm) dan beban dari load call yang terjadi saat pengujian. Dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Laptop

## 7. Cakram

Rem cakram merupakan prangkat pengereman pada kendaraan bermotor yang terdiri dari piringan yang terbuat dari logam, piringan logam ini akan dijepit oleh kampas rem yang didorong oleh sebuah torak yang ada dalam silinder roda, oleh karena itu rem cakram dilengkapi dengan sistem hidrolis. Dapat dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini.



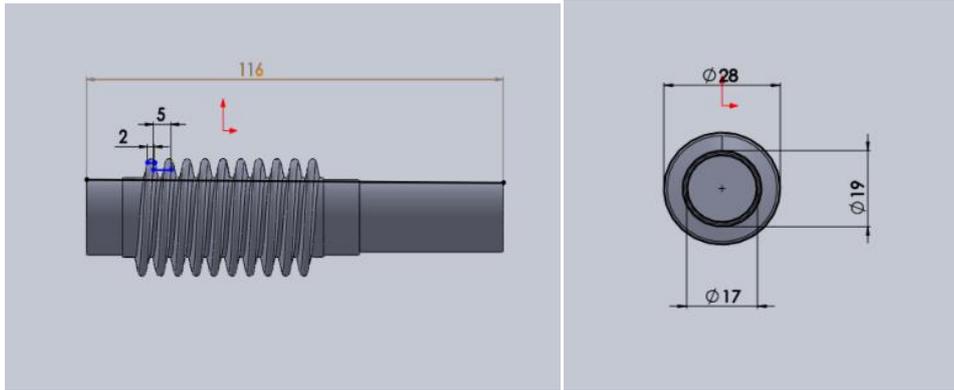
Gambar 3.7 Cakram

### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah komposit, roda gigi cacing yang digunakan bahan komposit dengan ikatan peptida (ikatan amida) dan sering diistilahkan dengan poliamida (PA).

#### a. Skema Spesimen Poros Roda Gigi Cacing

Skema gambar roda gigi cacing dalam setudi ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 skema spesimen benda uji roda gigi cacing komposit berikut ini



Gambar 3.2 Skema Spesimen Poros Roda Gigi Cacing Komposit.

**b. Bentuk Spesimen Sebelum Dibuat**

Bentuk spesimen sebelum dibuat : pada uji roda gigi cacing komposit.

Dapat di lihat pada gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3 Spesimen Poros Roda Gigi Cacing Komposit Sebelum Dibuat.

**c. Skema Spesimen Roda Gigi Cacing**

Skema gambar roda gigi cacing dalam setudi ini dapat dilihat pada gambar

3.4 skema spesimen benda uji roda gigi cacing komposit berikut ini :



Gambar 3.4 Skema Gambar Roda Gigi Cacing.

**d. Bentuk Spesimen Sebelum Dibuat**

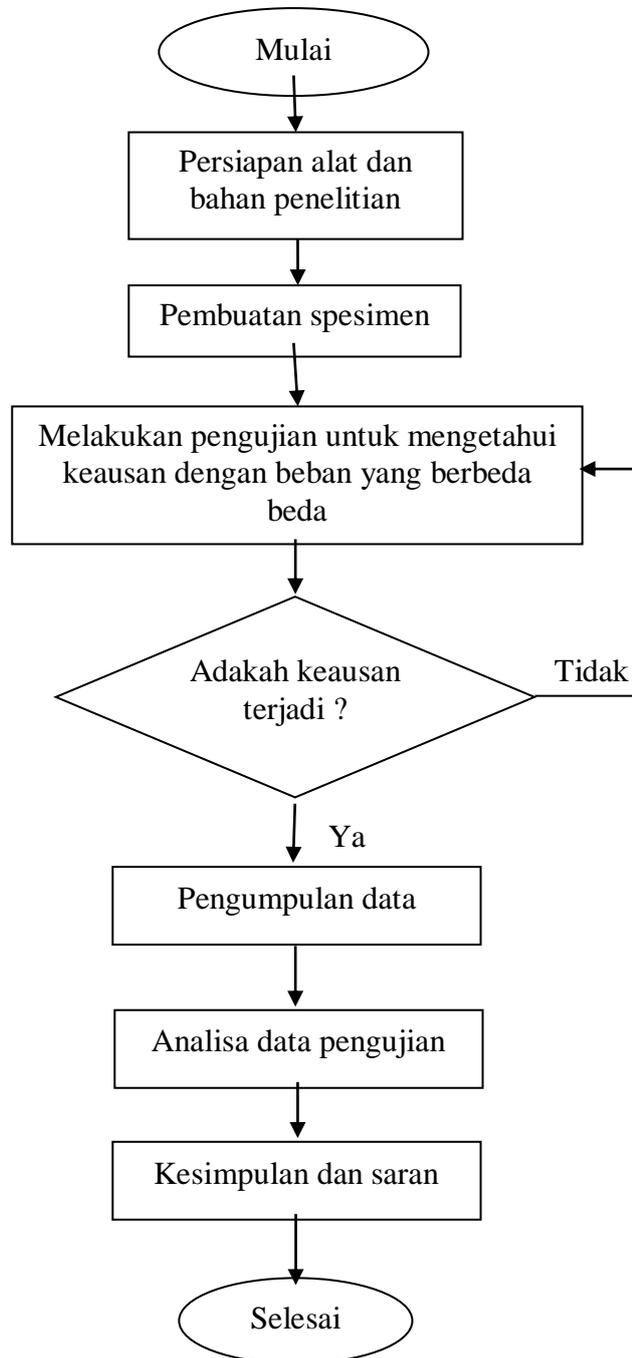
Bentuk spesimen roda gigi cacing sebelum dibuat : pada uji roda gigi cacing komposit. Dapat di lihat pada gambar 3.5 berikut ini :



Gambar 3.5 Spesimen Sebelum Dibuat

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.16 Diagram Alir Penelitian

### **3.4 Pengujian Dan Pengambilan Data**

Dari gambar 3.7 dapat dilihat keterangan dari diagram alir penelitian ialah dengan mempersiapkan bahan percobaan atau spesimen. Pengujian uji keausan untuk mengetahui keausan yang terjadi, Bahan yang digunakan ialah roda gigi cacing komposit. Kemudian melakukan penelitian dengan pengujian yang menggunakan beban yang bervariasi, dari 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, dan 0,5 N. dan dengan frekuensi 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, 45 Hz dan 50 Hz. Selanjutnya mencatat hasil data dari pengujian yang telah dilakukan.

### **3.4 Prosedur Pengujian Mesin Uji Roda Gigi**

Adapun prosedur yang dilakukan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Tahap persiapan
  - a. persiapan kunci-kunci untuk membuka dan memasang spesimen.
  - b. bahan yang di uji dalam pengujian ini adalah roda gigi cacing komposit.
- b. Tahap pengambilan data pengujian yang dilakukan pada alat uji keausan roda gigi ialah atas dasar inginya mengembangkan ilmu pengetahuan, menambah sarana dan prasarana laboratorium universitas muhammadiyah sumatra utara, dan pengujian dilakukan dengan motor / penggerak, sehingga roda gigi bisa berputar.

### **3.5 Prosedur Pengujian keausan**

Adapun prosedur yang kita buat ini agar kita tau bagaimana cara kerja roda gigi maupun pemakanan roda gigi sehingga terjadi keausan pada kedua roda gigi tersebut.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pembuatan Spesimen Roda Gigi Cacing

Hasil pembuatan poros roda gigi cacing dan roda gigi cacing yang terbuat dari bahan komposit yang menyatu pada roda gigi ini, dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini.



(a)

(b)

Gambar 4.1 (a) Poros cacing (b) Roda gigi cacing komposit.

Berdasarkan gambar diatas diameter luar roda gigi cacing komposit yaitu 113,50 mm, diameter dalam 40 mm, jumlah gigi 54, sudut kemiringan  $5^{\circ}$  panjang fillet 10 mm, tinggi fillet 4 mm, dan modul yang dipakai pada roda gigi cacing ini yaitu modul 2.

Pada Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Roda Gigi Cacing Komposit ini saya melakukan pengujian terhadap beban dan putaran yang dihasilkan dari pengujian roda gigi cacing ini. Pada pengujian roda gigi cacing komposit ini dilakukan pengujian dengan pembebanan yang berbeda beda, dan dengan kecepatan putaran yang bervariasi.

## 4.2 Hasil Pengujian Roda Gigi Cacing

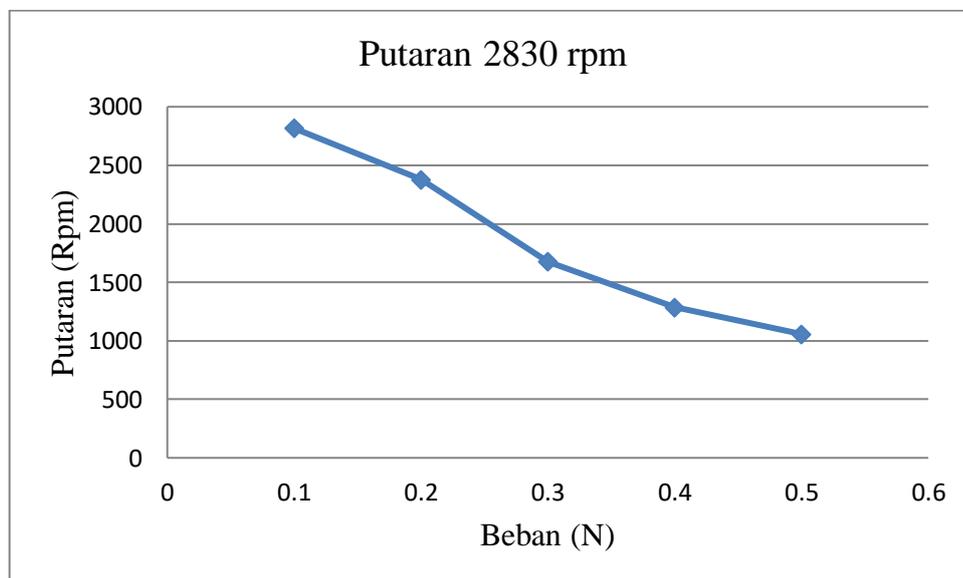
### 4.2.1 Percobaan 1

pada putaran 2830 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu: 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan hasil data sebagai berikut :

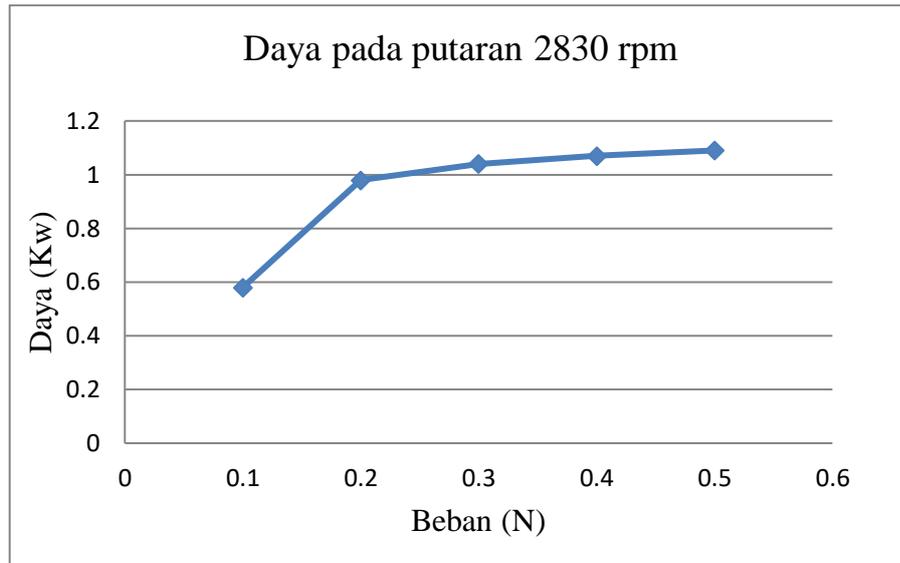
Tabel 4.1 Data nilai pengujian dengan putaran 2830 rpm dengan beban bervariasi

No	Beban (N)	Putaran (Rpm)	Daya (kw)
1.	0,1	2816	0,58
2.	0,2	2378	0,98
3.	0,3	1678	1,03
4.	0,4	1286	1,07
5.	0,5	1058	1,09

Dari hasil data percobaan 1 pada tabel diatas maka diperoleh grafik, dapat dilihat pada gambar 4.1 antara lain, yaitu:



Gambar 4.2 Grafik putaran vs beban pada putaran 2830 (Rpm)



Gambar 4.3 grafik daya vs beban pada putaran 2830 rpm

Pada gambar 4.2 dan 4.2 hasil grafik percobaan 1, Nilai putaran karena pada pembebanan, dimana saat putaran 2830 rpm diberikan beban 0,1 N maka putaran yang terjadi pada roda gigi semakin menurun menjadi 2816 rpm, daya yang didapat 0,58 Kw. pada putaran 2830 rpm di berikan beban 0,2 N maka putaran yang terjadi pada roda gigi semakin menurun menjadi 2378 rpm, daya yang didapat 0,98 Kw. pada putaran 2830 rpm diberikan beban 0,3 N maka putaran yang terjadi pada roda gigi semakin menurun menjadi 1678 rpm, daya yang didapat 1,03. pada putaran 2830 rpm diberikan beban 0,4 N maka putaran yang terjadi pada roda gigi semakin menurun menjadi 1286 rpm daya yang didapat 1,07 Kw. pada putaran 2830 rpm diberikan beban 0,5 N maka putaran yang terjadi pada roda gigi semakin menurun menjadi 1058 rpm, daya yang didapat 1,09 Kw. jadi dalam percobaan pengaruh pembebanan sangat berpengaruh terhadap putaran sehingga saat di berikan beban pada saat putaran berlangsung maka terjadi keausan pada roda gigi, secara perlahan putaran juga semakin menurun dan hal itu terjadi pada setiap percobaan dengan beban bervariasi.

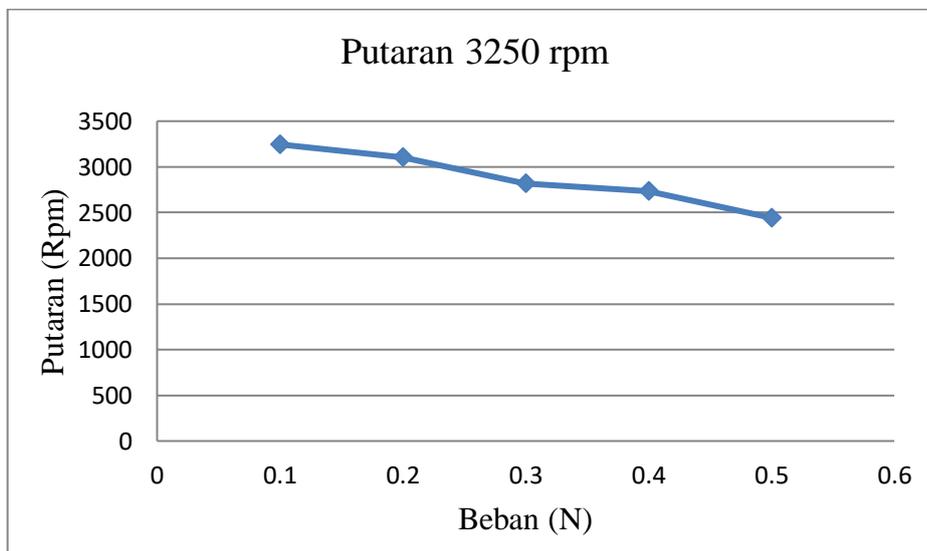
#### 4.2.2 Percobaan 2

Pada putaran 3250 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu: Beban 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan hasil rata-rata pada tabel 4.2 dibawah ini :

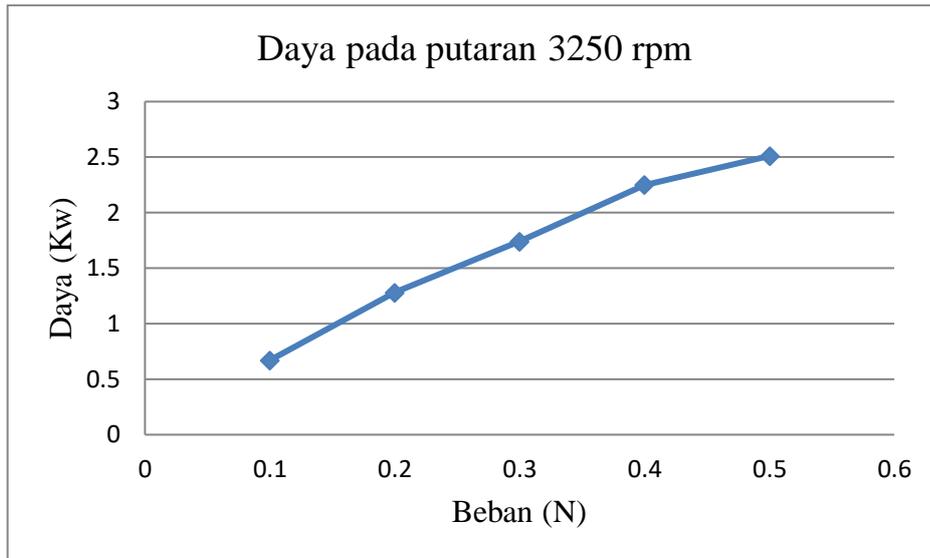
Tabel 4.2 Data nilai pengujian dengan Putaran 3250 rpm, dan beban bervariasi.

No	Beban (N)	Putaran (Rpm)	Daya (kw)
1	0,1	3245	0,84
2	0,2	3104	1,35
3	0,3	2820	2,04
4	0,4	2734	2,22
5	0,5	2442	2,52

Dari hasil data percobaan 2 pada tabel 4.2 diatas maka diperoleh grafik, dapat dilihat pada gambar 4.2 antara lain, yaitu



Gambar 4.4 grafik putaran vs beban pada putaran 3250 rpm



Gambar 4.5 Grafik Daya vs beban pada Putaran 3250 rpm

Pada gambar 4.4, dan 4.5 dapat diketahui pada putaran 3250 rpm, putaran terbesar mencapai 3245 (rpm) pada beban 0,1 N dan daya yang didapat 0,84 kw.

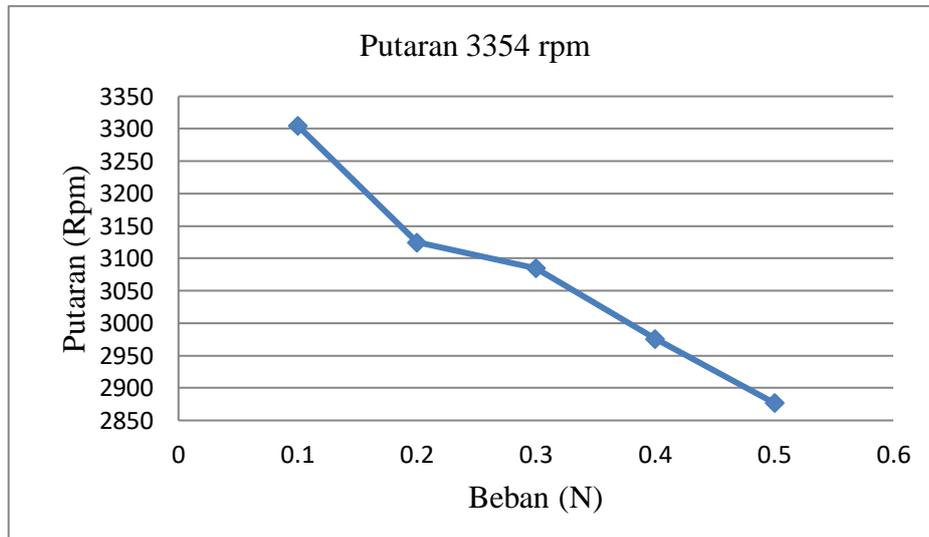
#### 4.2.3 Percobaan 3

Pada putaran 3354 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu: 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan hasil rata-rata pada tabel 4.3 dibawah ini :

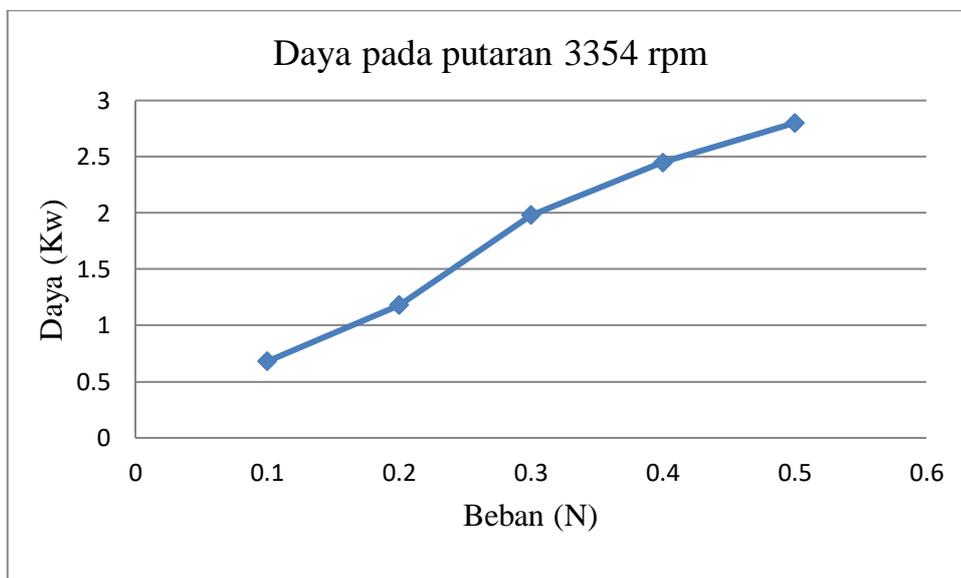
Tabel 4.3 Data nilai pengujian dengan Putaran 3354 rpm dan beban bervariasi

No	Beban (N)	Putaran (Rpm)	Daya (kw)
1.	0,1	3350	0,67
2.	0,2	3125	1,28
3.	0,3	3064	1,74
4.	0,4	2989	2,25
5.	0,5	2853	2,51

Dari hasil data percobaan 3 pada tabel 4.3 diatas maka diperoleh grafik, dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini



Gambar 4.6 Grafik putaran vs beban pada Putaran 3354 rpm.



Gambar 4.7 grafik daya vs beban pada putaran 3354 rpm

Pada gambar 4.6, dan 4.7 dapat diketahui pada putaran 3354 rpm, putaran terbesar mencapai 3350 (rpm) pada beban 0,1 N dan daya yang didapat 0,67 kw.

#### 4.2.4 Percobaan 4

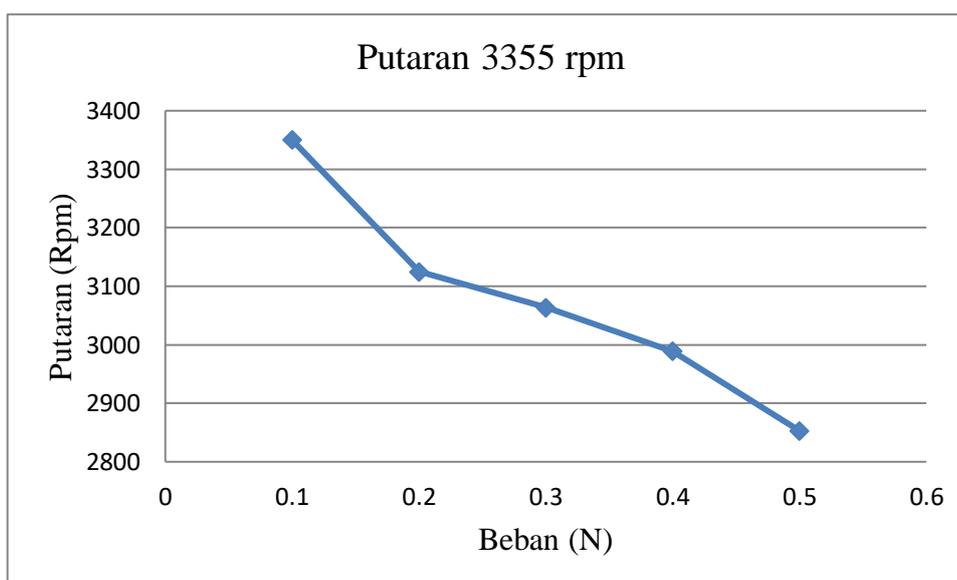
Percobaan 4 : Putaran 3355 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu: Beban 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan hasil rata-rata pada tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Data nilai pengujian dengan Putaran 3355 rpm dengan beban bervariasi

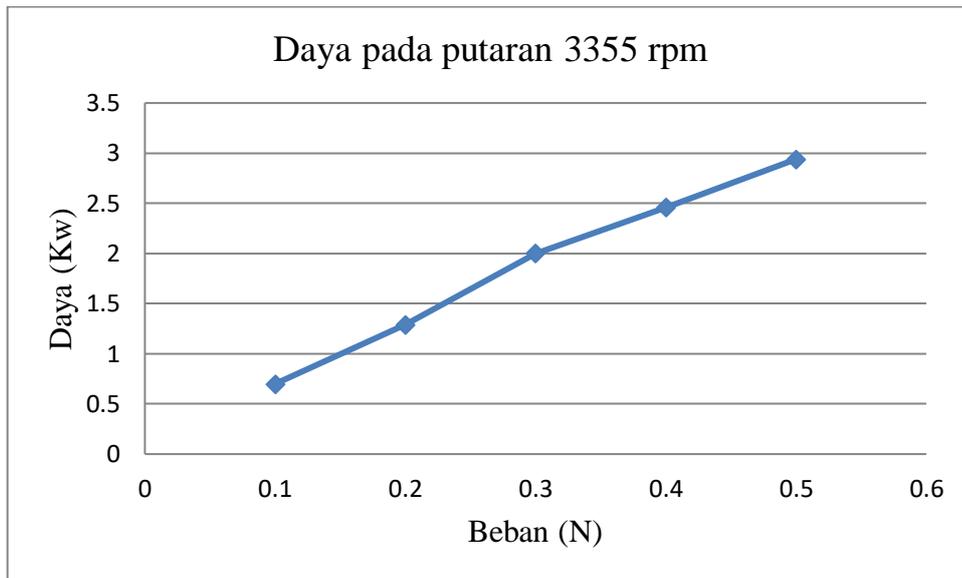
No	Beban (N)	Putaran (Rpm)	Daya (N)
1.	0,1	3352	0,70
2.	0,2	3126	1,35
3.	0,3	3085	2,00
4.	0,4	2976	2,46
5.	0,5	2877	2,94

Dari hasil percobaan 4 pada tabel 4.4 diatas maka di peroleh beberapa grafik antara lain, yaitu:

Grafik garis pada Putaran 3355 rpm dengan beban (N), dengan Putaran (rpm).



Gambar 4.8 Grafik Putaran vs beban pada putaran 3355 rpm.



Gambar 4.9 Grafik Daya vs beban pada Putaran 3355 rpm

Pada gambar 4.8, dan 4,9 dapat diketahui pada putaran 3355 rpm, putaran terbesar mencapai 3352 (rpm) pada beban 0,1 N dan daya yang didapat 0,70 kw.

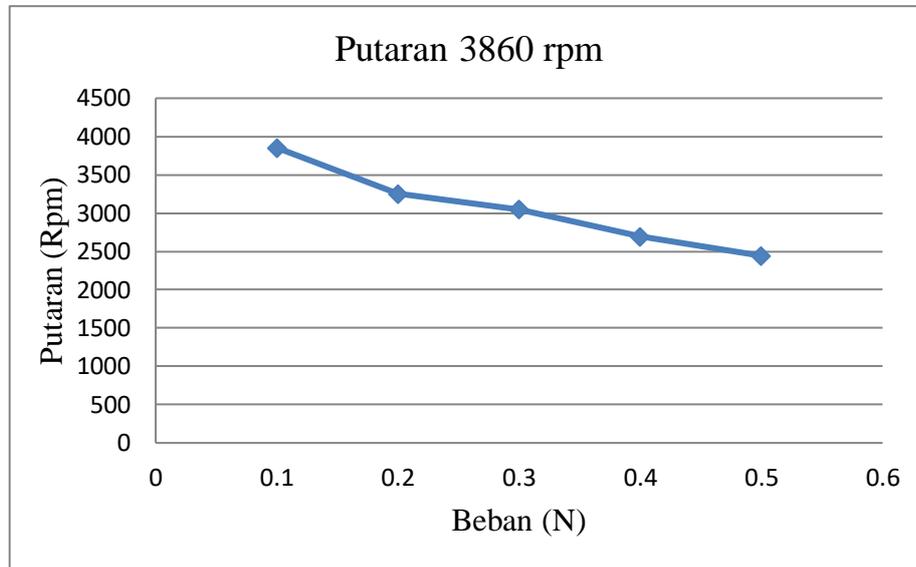
#### 4.2.5 Percobaan 5

Percobaan 5 : Putaran 3860 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu: Beban 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan hasil rata-rata pada tabel 4.5 dibawah ini:

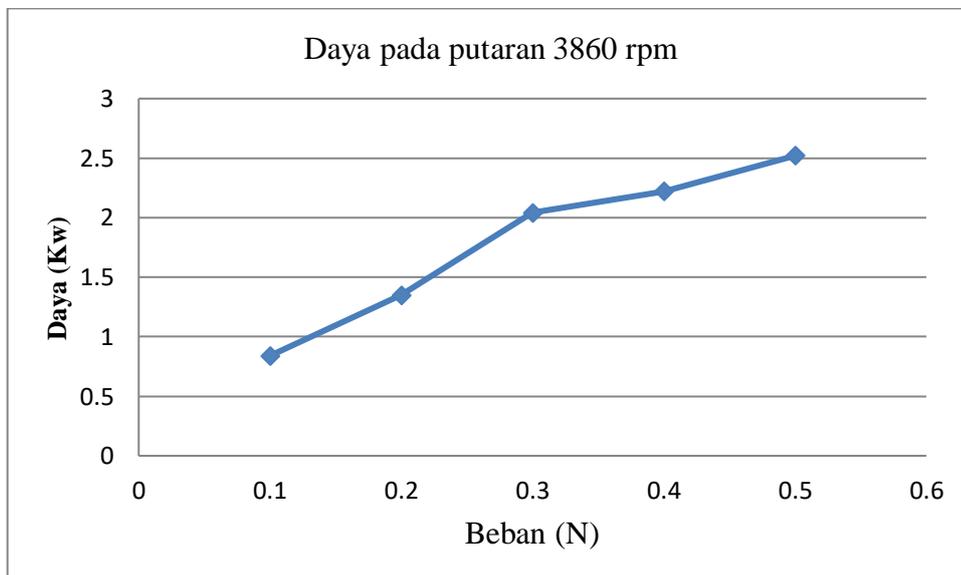
Tabel 4.5 Data nilai pengujian dengan Putaran 3860 rpm dengan beban bervariasi.

No	Beban (N)	Putaran (rpm)	Daya (kw)
1.	0,1	3854	0,68
2.	0,2	3251	1,18
3.	0,3	3050	1,98
4.	0,4	2693	2,45
5.	0,5	2443	2,81

Dari hasil percobaan 5 pada tabel 4.5 diatas maka di peroleh beberapa grafik garis antara lain, yaitu:



Gambar 4.10 Grafik putaran vs beban pada putaran3860 rpm.



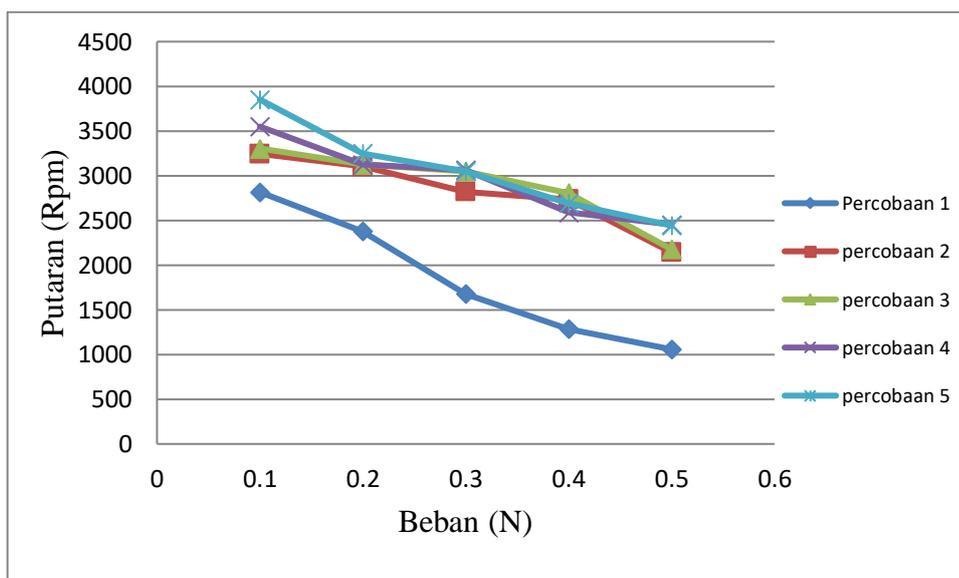
Gambar 4.11 Grafik Daya vs beban pada Putaran 3860 rpm

Pada gambar 4.10, dan 4,11 dapat diketahui pada putaran 3860 rpm, putaran terbesar mencapai 3854 (rpm) pada beban 0,1 N dan daya yang didapat 0,68 kw.

### 4.3 Hasil Perbandingan Dari Putaran Rpm Dan Beban yang Bervariasi

Tabel 4.7 Data nilai penggabungan dari putaran dengan beban yang bervariasi.

Perbandingan hasil putaran Rpm pada beban					
Beban (N)	2830 rpm	3245 rpm	3305 rpm	3350 rpm	3853 rpm
0,1	2816	3245	3305	3350	3853
0,2	2378	3104	3125	3125	3251
0,3	1678	2820	3085	3064	3050
0,4	1286	2734	2976	2989	2693
0,5	1058	2442	2877	2853	2443



Gambar 4.12 Data Grafik Perbandingan Hasil Putaran (Rpm) Dengan Pembebanan Bervariasi.

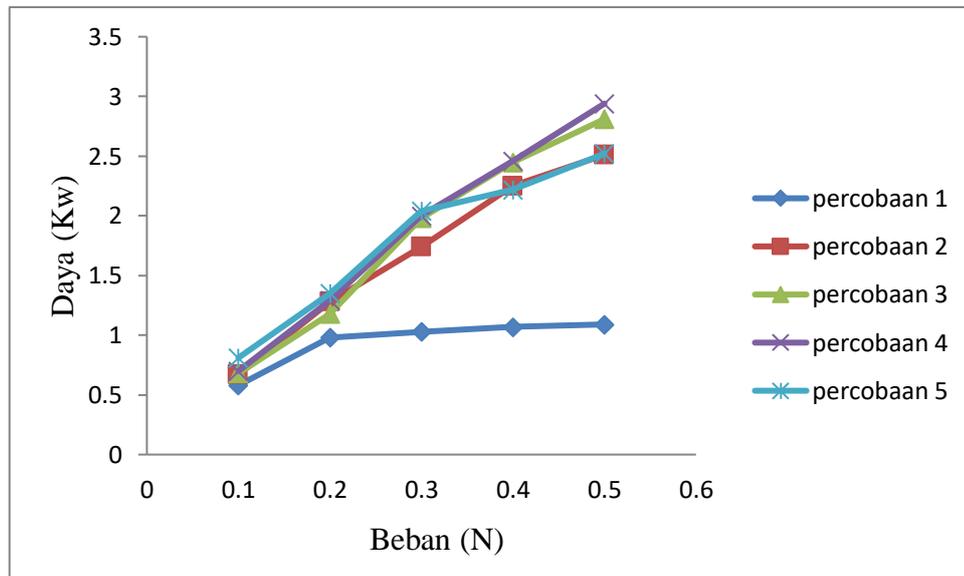
Pada gambar 4.12 adalah grafik perbandingan hasil pengujian dari putaran rpm dan beban yang bervariasi. Dimana pada line yang biru tua adalah putaran

tertinggi dari line yang lainnya. Karena line tersebut adalah putaran rpm tertinggi dari line lainnya. Dan line berwarna biru muda adalah line paling rendah dari yang lainnya

### 4.3.1 Hasil Perbandingan Daya Pada Beban Yang Bervariasi

Tabel 4.8 Data nilai pengabungan daya dengan beban yang bervariasi.

Perbandingan hasil daya (kw) pada beban					
Beban (N)	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
0,1	0,58	0,67	0,68	0,70	0,84
0,2	0,98	1,28	1,18	1,29	1,35
0,3	1,03	1,74	1,98	2,00	2,04
0,4	1,07	2,25	2,45	2,46	2,22
0,5	1,09	2,51	2,81	2,94	2,52

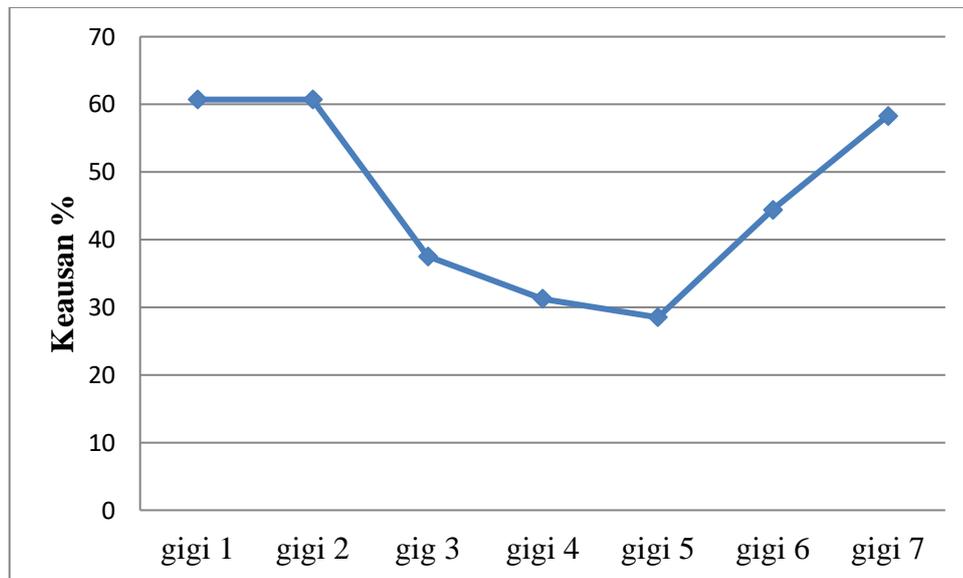


Gambar 4.13 Data Grafik Perbandingan Hasil daya (Kw) Dengan Pembebanan Bervariasi.

### 4.2.8 Hasil Keausan Roda Gigi Cacing Komposit

Tabel 4.8 data hasil keausan roda gigi cacing komposit dengan beban bervariasi

Gigi	kolom yang tidak aus	Sesudah aus	Hasil
Gigi 1	13	5	60,7
Gigi 2	13	5,5	60,7
Gigi 3	8	5	37,5
Gigi 4	8	5,5	31,25
Gigi 5	7	5	28,5
Gigi 6	9	5	44,4
Gigi 7	12	5	58,3



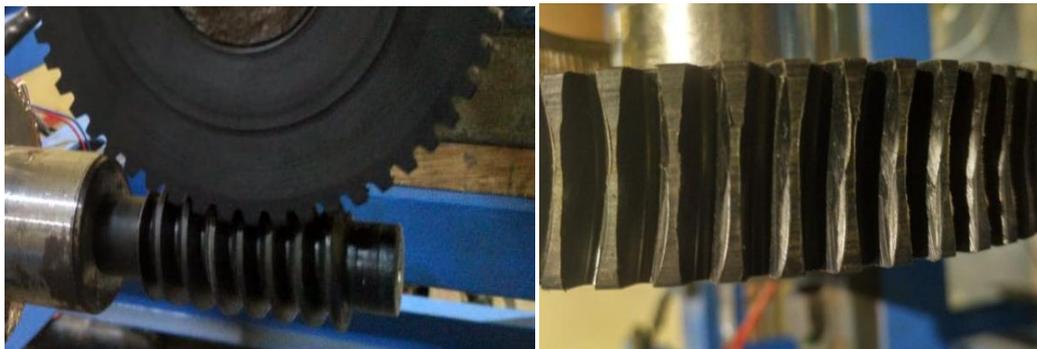
Gambar 4.14 Grafik keausan dengan pemakanan

Dari Gambar 4.14 diatas dapat dilihat hasil pengujian keausan dengan meneliti keausan menggunakan kertas milimeter dan OHP untuk mengetahui nomor yang telah aus pada roda gigi, maka didapat hasil keausan pada roda gigi no 1 mencapai 60,7 mm<sup>2</sup> pada gigi no 2 mencapai 60,7 mm<sup>2</sup> pada gigi 3 mencapai 37,5 mm<sup>2</sup> pada gigi no 4 mencapai 31,25 mm<sup>2</sup> pada gigi no 5 mencapai 28,5 mm<sup>2</sup> pada gigi no 6 mencapai 44,4 mm<sup>2</sup> dan pada gigi 7 mencapai 58,3 mm<sup>2</sup> setelah diteliti keausan yang sangat dalam terletak pada nomor 5 berbeda dengan yang lain.

### 4.3 Hasil Pengujian Roda Gigi

#### 4.3.1 Percobaan 1

Pada putaran 2830 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu: 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan frekuensi 30 Hz.



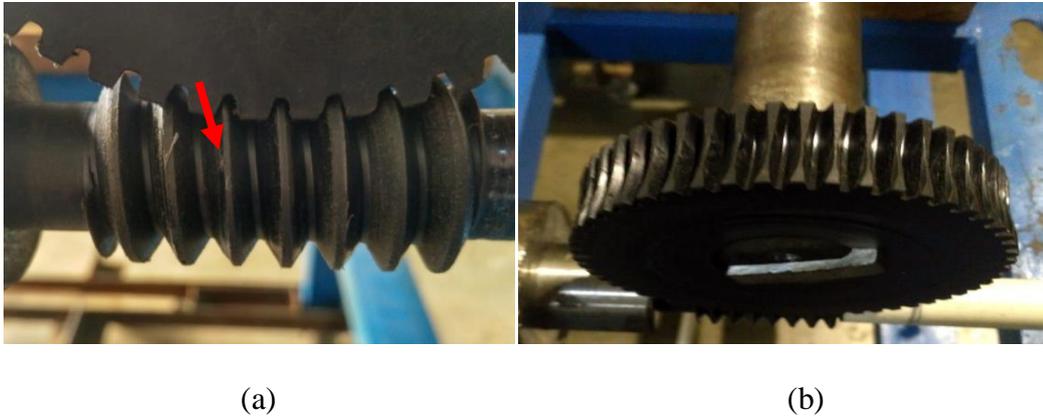
(a)

(b)

Gambar 4.4 (a) poros cacing sesudah di uji (b) roda gigi cacing sesudah di uji.

#### 4.3.2 Percobaan 2

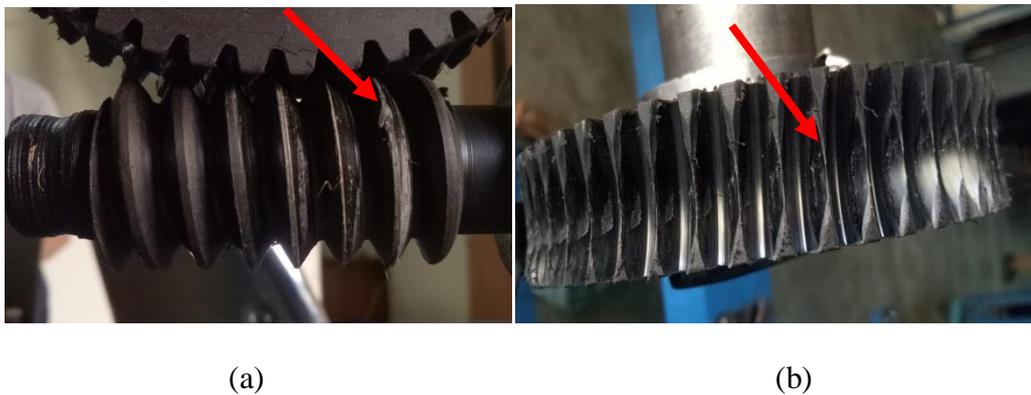
Pada putaran 3250 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu: 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan frekuensi 35 Hz.



Gambar 4.4 (a) poros cacing sesudah di uji (b) roda gigi cacing sesudah di uji.

### 4.3.3 Percobaan 3

Pada putaran 3354 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu: 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan frekuensi 40 Hz.



Gambar 4.5 (a) Poros cacing sesudah di uji (b) Roda gigi cacing sesudah di uji.

#### 4.3.4 Percobaan 4

Pada putaran 3355 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu: 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan frekuensi 45 Hz.



(a)

(b)

Gambar 4.6 (a) Poros cacing sesudah di uji (b) Roda gigi cacing sesudah di uji.

#### 4.3.5 Percobaan 5

Pada putaran 3860 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu: 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan frekuensi 50 Hz.



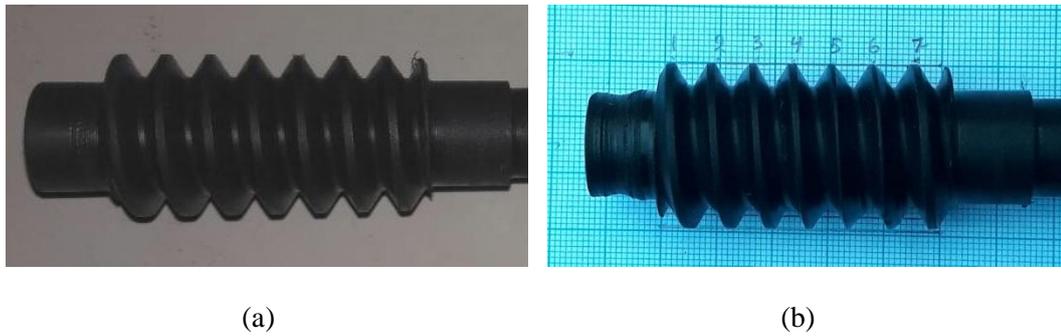
(a)

(b)

Gambar 4.7 (a) poros cacing sesudah di uji (b) roda gigi cacing sesudah di uji.

#### 4.4 Hasil Penelitian Keausan Roda Gigi Cacing

Hasl dari gambar 4.10 dibawah ini hasil sebelum pengujian dan sesudah pengujian pada roda gigi cacing, dalam penelitian ini kita dapat mengetahui seberapa keausan yang telah di dapat pada pengujian roda gig dibawah ini.



gambar 4.10 komponen roda gig sebelum aus (kiri) dan sesudah aus(kanan)

##### a. Gigi 1

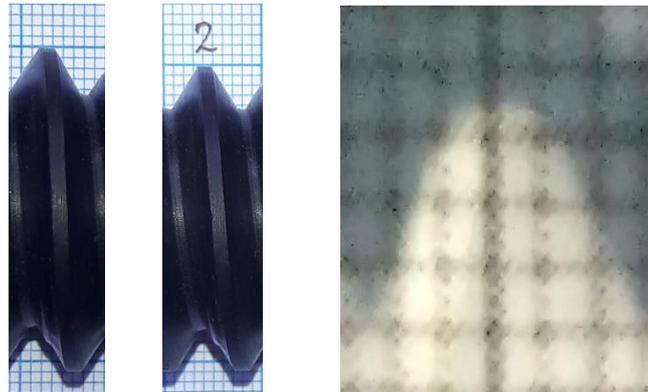
Setelah di teliti dan di koreksi belum terjadi keausan pada gigi nomor 1 dari awal mula luas sebelum aus 14 mm dan luas sesudah aus tetap 14 mm.



Gambar 4.11 Gigi sebelum aus dan sesudah aus untuk mengetahui keausanya menggunakan kertas mili meter dan kertas OHP

b. Gigi 2

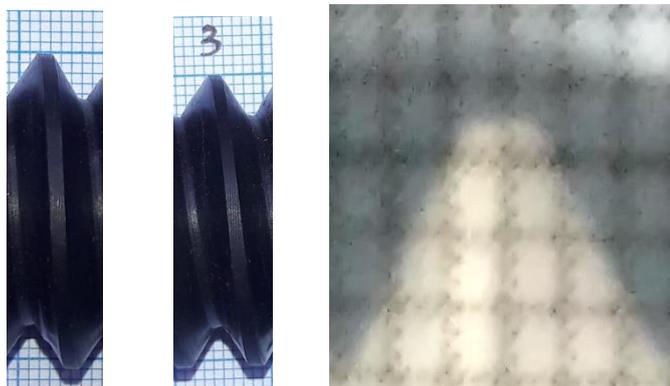
Setelah di teliti dan di koreksi belum terjadi keausan pada gigi nomor 2 dari awal mula luas sebelum aus 14 mm luas sesudah aus tetap 14 mm.



Gambar 4.12 Gigi sebelum aus dan sesudah aus untuk mengetahui keausanya menggunakan kertas mili meter dan kertas OHP

c. Gigi 3

Setelah di teliti dan di koreksi mulai terjadi keausan pada gigi nomor 3 dari awal mula luas sebelum aus 14 mm luas sesudah aus menjadi 13 mm.



Gambar 4.13 Gigi sebelum aus dan sesudah aus untuk mengetahui keausanya menggunakan kertas mili meter dan kertas OHP

d. Gigi 4

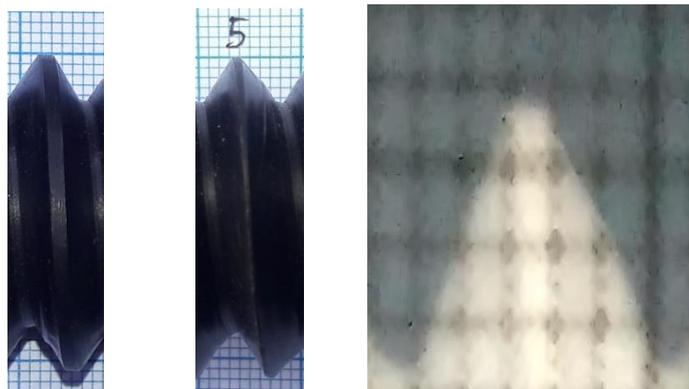
Setelah di teliti dan di koreksi mulai terjadi keausan pada gigi nomor 4 dari awal mula luas sebelum aus 14 mm luas sesudah aus menjadi 10 mm.



Gambar 4.14 Gigi sebelum aus dan sesudah aus untuk mengetahui keausanya menggunakan kertas mili meter dan kertas OHP

e. Gigi 5

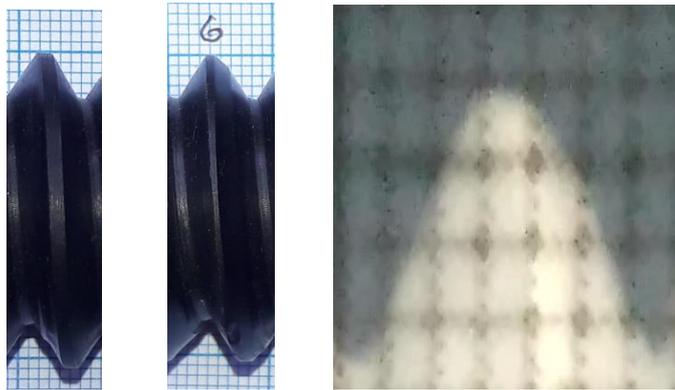
Setelah di teliti dan di koreksi mulai terjadi keausan pada gigi nomor 5 dari awal mula luas sebelum aus 14 mm luas sesudah aus menjadi 9 mm.



Gambar 4.15 Gigi sebelum aus dan sesudah aus untuk mengetahui keausanya menggunakan kertas mili meter dan kertas OHP

f. Gigi 6

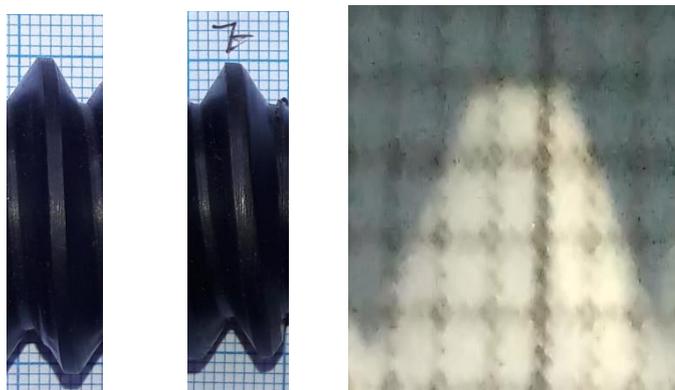
Setelah di teliti dan di koreksi mulai terjadi keausan pada gigi nomor 6 dari awal mula luas sebelum aus 14 mm luas sesudah aus menjadi 12 mm.



Gambar 4.16 Gigi sebelum aus dan sesudah aus untuk mengetahui keausanya menggunakan kertas mili meter dan kertas OHP

g. Gigi 7

Setelah kita teliti dan kita koreksi belum terjadi keausan pada gigi nomor 7 dari awal mula luas sebelum aus 14 mm dan luas sesudah aus tetap 14 mm



Gambar 4.17 Gigi sebelum aus dan sesudah aus untuk mengetahui keausanya menggunakan kertas mili meter dan kertas OHP

## 4.5 Analisa Daya Dan Keausan Roda Gigi Cacing Komposit.

### 4.5.1 Analisa daya

Berdasarkan beberapa hasil percobaan yang dilakukan penelitian maka di sini peneliti mengambil sampel untuk penerapannya kedalam rumus daya.

#### 1. Percobaan 1

- a. Berdasarkan hasil percobaan 1 dengan beban 0,1 dan kecepatan putaran 2816 rpm.

$$\text{Diketahui : } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 2816 \text{rpm}}{1000} = 247,58 \text{m/s}$$

$$K_v = \frac{n + v}{n} = \frac{2816 + 246,58}{2816} = 1,08$$

$$w^t = \frac{F \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p}$$

$$= \frac{0,1 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,75)} = 2,346 \text{N}$$

$$H = \frac{W^t \cdot V}{1000} = \frac{2,346 \cdot 247,58}{1000} = 0,58 \text{kw}$$

- b. Berdasarkan hasil percobaan 1 dengan beban 0,2 N dan kecepatan putaran 2378 rpm.

$$\text{Diketahui : } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12}$$

$$= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 2378}{1000} = 209,073 \text{ m/s}$$

$$K_v = \frac{n + v}{n} = \frac{2378 + 209,073}{2378} = 1,08$$

$$W^t = \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p}$$

$$= \frac{0,2 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 4,69 \text{ N}$$

$$H = \frac{W^t \cdot V}{1000} = \frac{4,69 \cdot 209,73}{1000} = 0,98 \text{ kw}$$

- c. Berdasarkan hasil percobaan 1 dengan beban 0,3 N dan kecepatan putaran 1679 rpm.

Diketahui  $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12}$

$$= \frac{3,14(28)1679}{1000} = 147,61 \text{ m/s}$$

$$K_v = \frac{n + v}{n} = \frac{1679 + 147,61}{1679} = 1,08$$

$$W^t = \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot P}$$

$$= \frac{0,3(2)(0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 7,039 \text{ N}$$

$$H = \frac{W^t \cdot V}{1000} = \frac{7,039 \cdot 14761}{1000} = 103,9 \text{ kw}$$

- d. Berdasarkan hasil percobaan 1 dengan beban 0,4 N dan kecepatan putaran 1286 rpm

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 1286}{1000} = 113,065 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{1286 + 113,065}{1286} = 1,07 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,4 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,07)} = 9,47 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{9,47 \cdot 113,065}{1000} = 1,077 \text{ kW} \end{aligned}$$

- e. Berdasarkan hasil percobaan 1 dengan beban 0,5 N dan kecepatan putaran rpm

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 1058}{1000} = 93,0193 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{1058 + 93,0193}{1058} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,5 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 11,731 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{11,731 \cdot 93,0193}{1000} = 1,091 \text{ kW} \end{aligned}$$

## 2. Percobaan 2

- a. Berdasarkan hasil percobaan 1 dengan beban 0,1 dan kecepatan putaran 3245 rpm.

$$\begin{aligned}\text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 3245}{1000} = 285,34 \text{ m/s}\end{aligned}$$

$$Kv = \frac{n + v}{n} = \frac{3245 + 285,34}{3245} = 1,08$$

$$\begin{aligned}W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{Kv \cdot p} \\ &= \frac{0,1 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 2,346 \text{ N}\end{aligned}$$

$$H = \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{2,346 \cdot 285,34}{1000} = 0,67 \text{ kw}$$

- b. Berdasarkan hasil percobaan 2 dengan beban 0,2 dan kecepatan putaran 3104 rpm.

$$\begin{aligned}\text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 3104}{1000} = 272,93\end{aligned}$$

$$Kv = \frac{n + v}{n} = \frac{3104 + 272,93}{3104} = 1,08$$

$$\begin{aligned}W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{Kv \cdot p} \\ &= \frac{0,2 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 4,692 \text{ N}\end{aligned}$$

$$H = \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{4,692 \cdot 272,93}{1000} = 1,28 \text{ kw}$$

- c. Berdasarkan hasil percobaan 3 dengan beban 0,3 dan kecepatan putaran 2820 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 2820}{1000} = 247,93 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{2820 + 247,93}{2820} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,3 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 7,038 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{7,039 \cdot 247,93}{1000} = 1,745 \text{ kw} \end{aligned}$$

- d. Berdasarkan hasil percobaan 4 dengan beban 0,4 dan kecepatan putaran 2734 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 2734}{1000} = 240,37 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{2734 + 240,37}{2734} = 1,089 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,4 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 9,385 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{9,385 \cdot 240,37}{1000} = 2,255 \text{ kw} \end{aligned}$$

- e. Berdasarkan hasil percobaan 5 dengan beban 0,5 dan kecepatan putaran 2442 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 2442}{1000} = 214,7 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{2442 + 214,7}{2442} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,5 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 11,73 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{11,73 \cdot 214,7}{1000} = 2,51 \text{ kw} \end{aligned}$$

### 3. Percobaan 3

- a. Berdasarkan hasil percobaan 1 dengan beban 0,1 dan kecepatan putaran 3305 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 3305}{1000} = 290,57 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{3305 + 290,57}{3305} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,1 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 2,346 \text{ N} \end{aligned}$$

$$H = \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{2,346.290,57}{1000} = 0,681kw$$

- b. Berdasarkan hasil percobaan 2 dengan beban 0,2 dan kecepatan putaran 3125 rpm.

Diketahui :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12}$$

$$= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 3125}{1000} = 274,75m/s$$

$$Kv = \frac{n + v}{n} = \frac{3125 + 274,75}{3125} = 1,08$$

$$W^t = \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{Kv \cdot p}$$

$$= \frac{0,2 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 4,725N$$

$$H = \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{4,725 \cdot 274,75}{1000} = 1,18kw$$

- c. Berdasarkan hasil percobaan 3 dengan beban 0,3 dan kecepatan putaran 3085 rpm.

Diketahui :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12}$$

$$= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 3085}{1000} = 271,23m/s$$

$$Kv = \frac{n + v}{n} = \frac{3085 + 271,23}{3085} = 1,08$$

$$W^t = \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{Kv \cdot p}$$

$$= \frac{0,3 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 7,038N$$

$$H = \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{7,038 \cdot 271,23}{1000} = 1,98kw$$

d. Berdasarkan hasil percobaan 4 dengan beban 0,4 dan kecepatan putaran 2976 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 2976}{1000} = 261,65 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{2976 + 261,65}{2976} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,4 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 9,385 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{9,385 \cdot 261,65}{1000} = 2,455 \text{ kW} \end{aligned}$$

e. Berdasarkan hasil percobaan 5 dengan beban 0,5 dan kecepatan putaran 2877 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 2877}{1000} = 172,4 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{2877 + 172,4}{2877} = 1,05 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,5 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,05)} = 12,06 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{12,06 \cdot 172,4}{1000} = 2,81 \text{ kW} \end{aligned}$$

#### 4. Percobaan 4

- a. Berdasarkan hasil percobaan 1 dengan beban 0,1 dan kecepatan putaran 3350 rpm.

$$\begin{aligned}\text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 3350}{1000} = 294,53 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{3350 + 294,53}{3350} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,1 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 2,346 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{2,346 \cdot 294,53}{1000} = 0,70 \text{ kW}\end{aligned}$$

- b. Berdasarkan hasil percobaan 2 dengan beban 0,2 dan kecepatan putaran 3125 rpm.

$$\begin{aligned}\text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 3125}{1000} = 274,75 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{3125 + 274,75}{3125} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,2 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 4,692 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{4,692 \cdot 274,75}{1000} = 1,29 \text{ kW}\end{aligned}$$

c. Berdasarkan hasil percobaan 3 dengan beban 0,3 dan kecepatan putaran 3064 rpm.

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi.d.n}{12} \\
 &= \frac{3,14.(28).3064}{1000} = 269,4m/s \\
 Kv &= \frac{n+v}{n} = \frac{3064+269,4}{3064} = 1,08 \\
 W^t &= \frac{F.m.y.\sigma_{all}}{Kv.p} \\
 &= \frac{0,3.(2)(0,181).70}{(1,08)} = 7,049N \\
 H &= \frac{W^t.v}{1000} = \frac{7,049.269,4}{1000} = 2,00kw
 \end{aligned}$$

d. Berdasarkan hasil percobaan 4 dengan beban 0,4 dan kecepatan putaran 2989 rpm.

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi.d.n}{12} \\
 &= \frac{3,14.(28).2989}{1000} = 262,8m/s \\
 Kv &= \frac{n+v}{n} = \frac{2989+262,8}{2989} = 1,08 \\
 W^t &= \frac{F.m.y.\sigma_{all}}{Kv.p} \\
 &= \frac{0,4.(2)(0,181).70}{(1,08)} = 9,385N \\
 H &= \frac{W^t.v}{1000} = \frac{9,385.262,8}{1000} = 2,46kw
 \end{aligned}$$

- e. Berdasarkan hasil percobaan 5 dengan beban 0,5 dan kecepatan putaran 2853 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi.d.n}{12} \\ &= \frac{3,14.(28).2853}{1000} = 250,8m/s \\ K_v &= \frac{n+v}{n} = \frac{2853+250,8}{2853} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F.m.y.\sigma_{all}}{K_v.p} \\ &= \frac{0,5.(2)(0,181).70}{(1,08)} = 11,73N \\ H &= \frac{W^t.v}{1000} = \frac{11,73.250,8}{1000} = 2,941kw \end{aligned}$$

## 5. Percobaan 5

- a. Berdasarkan hasil percobaan 1 dengan beban 0,1 dan kecepatan putaran 3853 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi.d.n}{12} \\ &= \frac{3,14.(28).3853}{1000} = 338,75m/s \\ K_v &= \frac{n+v}{n} = \frac{3853+338,75}{3853} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F.m.y.\sigma_{all}}{K_v.p} \\ &= \frac{0,1.(2)(0,181).70}{(1,08)} = 2,346N \end{aligned}$$

$$H = \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{2,346.338,75}{1000} = 0,84kw$$

b. Berdasarkan hasil percobaan 2 dengan beban 0,2 dan kecepatan putaran 3251 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 3251}{1000} = 285,82m/s \end{aligned}$$

$$Kv = \frac{n + v}{n} = \frac{3251 + 285,82}{3251} = 1,08$$

$$\begin{aligned} W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{Kv \cdot p} \\ &= \frac{0,2 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 4,72N \end{aligned}$$

$$H = \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{4,72 \cdot 285,82}{1000} = 1,35kw$$

c. Berdasarkan hasil percobaan 3 dengan beban 0,3 dan kecepatan putaran 3050 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 3050}{1000} = 268,16m/s \end{aligned}$$

$$Kv = \frac{n + v}{n} = \frac{3050 + 268,16}{3050} = 1,08$$

$$\begin{aligned} W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{Kv \cdot p} \\ &= \frac{0,3 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 7,602N \end{aligned}$$

$$H = \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{7,602 \cdot 268,26}{1000} = 2,043kw$$

d. Berdasarkan hasil percobaan 4 dengan beban 0,4 dan kecepatan putaran 2693 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 2693}{1000} = 236,76 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{2693 + 236,76}{2693} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,4 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 9,385 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{9,385 \cdot 236,76}{1000} = 2,221 \text{ kw} \end{aligned}$$

e. Berdasarkan hasil percobaan 5 dengan beban 0,5 dan kecepatan putaran 2443 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{12} \\ &= \frac{3,14 \cdot (28) \cdot 2443}{1000} = 214,8 \text{ m/s} \\ K_v &= \frac{n + v}{n} = \frac{2443 + 214,8}{2443} = 1,08 \\ W^t &= \frac{F \cdot m \cdot y \cdot \sigma_{all}}{K_v \cdot p} \\ &= \frac{0,5 \cdot (2) \cdot (0,181) \cdot 70}{(1,08)} = 11,73 \text{ N} \\ H &= \frac{W^t \cdot v}{1000} = \frac{11,73 \cdot 214,8}{1000} = 2,52 \text{ kw} \end{aligned}$$

#### 4.5.2 Analisa Keausan luas Roda Gigi

a. Gigi 1

Sebelum aus = 13

Sesudah aus = 5

$$\begin{aligned} &= \frac{13-5}{13} \cdot 100\% \\ &= 61,25\% \end{aligned}$$

Pada gigi 2 setelah di teliti keausan mencapai 61,25 %

b. Gigi 2

Sebelum aus = 13

Sesudah aus = 5,5

$$\begin{aligned} &= \frac{14-5,5}{14} \cdot 100\% \\ &= 60,7\% \end{aligned}$$

Pada gigi 2 setelah di teliti keausan mencapai 60,7 %

c. Gigi 3

Sebelum aus = 8

Sesudah aus = 5

$$\begin{aligned} &= \frac{8-5}{8} \cdot 100\% \\ &= 37,5\% \end{aligned}$$

Pada gigi 3 setelah di teliti keausan mencapai 37,5 %

d. Gigi 4

Sebelum aus = 8

Sesudah aus = 5,5

$$\begin{aligned} &= \frac{8-5,5}{5} \cdot 100\% \\ &= 31,25\% \end{aligned}$$

Pada gigi 4 setelah di teliti keausan mencapai 31,25 %

e. Gigi 5

Sebelum aus = 8

Sesudah aus = 5,5

$$\begin{aligned} &= \frac{7-5}{7} \cdot 100\% \\ &= 28,5\% \end{aligned}$$

Pada gigi 5 setelah di teliti keausan mencapai 28,5 %

f. Gigi 6

Sebelum aus = 9

Sesudah aus = 5

$$\begin{aligned} &= \frac{9-5}{9} \cdot 100\% \\ &= 44,4\% \end{aligned}$$

Pada gigi 6 setelah di teliti keausan mencapai 44,4 %

g. Gigi 7

Sebelum aus =12

Sesudah aus =5

$$\begin{aligned} &= \frac{12-5}{12} \cdot 100\% \\ &= 58,3\% \end{aligned}$$

Pada gigi 7 setelah di teliti keausan mencapai 58,3 %

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari penelitian pengaruh pembebanan terhadap keausan pada roda gigi cacing komposit ini maka dapat diambil kesimpulan beberapa hal sebagai berikut :

1. Sebelum dilakukan pembuatan kita teliti bahan yang akan kita buat dan kita cari jenis bahan yang bisa dibuat.
2. Untuk menguji keausan roda gigi maka diberikan beban yang bervariasi, semakin besar beban yang diberikan maka semakin aus pula pada kedua roda gigi.
3. Hasil putaran 2830 rpm pada beban 0,5 N maka daya yang terbesar mencapai 1,09 kw pada percobaan ke lima dibanding daya yang lainnya pada pengujian roda gigi cacing.
4. Dari hasil keausan maka didapat pada hasil gigi 3 mencapai 0,92 pada gigi 4 mencapai 0,71 pada gigi 5 mencapai 0,51 dan pada gigi 6 mencapai 0,71 dengan putaran dan beban bervariasi.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian mesin uji keausan roda gigi cacing komposit ini. Maka saya dapat menyarankan agar penulis berikutnya lebih baik dan dikembangkan lagi alat yang ada didalam lap universitas muhamadiyah sumatera utara :

1. Bagi penulis yang ingin melanjutkan penelitian tentang uji keausan roda gigi cacing 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 loadcell, plat rim agar bekerja baik dan tidak goyang supaya data yang didapat lebih sempurna.
3. Menambah kecepatan motor supaya mendapatkan hasil yang lebih maksimal dan sempurna.
4. Utamakan keselamatan kerja yaitu K3 demi keselamatan dan kelancaran saat bekerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antoniadis, A., vidakis, N., Bilalis, N., (2004), skiving teeth simulation models. J. Mater. Process. Technol. 146.213-220. Autodesk 2000. Mechanical Desktop R.5.0, user guide, August, 2000
- Crown C copyright (2011) published by Elsevier-Act *journal homepage: www.Elsevier. Com / locate / wear 10,1016 / J.wear.2010.11.019*
- Douglas C.giancoli, D.C., (1997). Forging and siege of hollow gear shape: analysis and some experiments. *journal Int. J. Mech.sci.* 41,1159-1189
- G.Goch. Gear (2003) metrology. CIRP Ann.- manuf. Technol., Vol. 52, not 2, p. 659-695, jan.
- Goffar, (2013) *Friction and wear behavior of vegetable and vegetable teeth, wear* 267 639-645. [2] BS 6168, *specifications for non-metallic spur gears, british standards, london.*
- Jones M.R., (1975), *Mechanics Of Composite Materials, McGraww Hill Kogakusha, Ltd.*
- R. Gauvin (2010) experimental investigation of inner load cycles in polymer teeth and their relation to the wear surface, *journal of tribology* 115 (1) (1993) 119-124.
- R. L. Thoen (2008) *calibration Two-Flank Roll Testers. Gear Technol.*, Volume 25, not 3, p. 58-60.20
- Siddhartha, Singh PK. (1986) polymers spur gear behavior under different loading conditions. *journal proc inst mech eng part j j eng tribol*09
- Sulastro, (2013), *Distribution of loads on cylindrical worm gears, mechanical design journals* 125 pp. 356-364
- V. Simon (2003) voltage analysis in double gear worms enveloped by fi nite elements mechanical design *journal method* 115 (1993) 173-185.
- Yefrichan, (2007), basic gear analysis. Engineering technique
- Yongjun Ji, Qicheng Lao. (2008) *Learn the effects of a worm sand clock with a dental measuring journal center.* Engineering Tools, 12: 102-5.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Mukhlas  
Npm : 1207230005  
Tempat/Tanggal Lahir : Srikayu, 30 November 1991  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Alamat : Srikayu, Jln Jambu, Singkohor  
No, Hp : 08566002532  
Email : [Muklasae3@Gmail.Com](mailto:Muklasae3@Gmail.Com)

Nama Orang Tua :  
Ayah : Semin (Alm)  
Ibu : Tukirah

### **PENDIDIKAN FORMAL**

2000-2006 SD Nereri SKPE SP 2 Srikayu Kecamatan Singkohor  
2006-2009 SMP Nereri 1 Gunung Meriah Kabupaten Aceh Singkil  
2009-2011 SMK Negeri 1 Gunung Meriah Kabupaten Aceh Singkil  
2012-2018 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Fakultas Teknik  
Progam Setudi Teknik Mesin

