

TUGAS SARJANA
KONTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP
KEKUATAN RODA GIGI LURUS KOMPOSIT

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
(S.T)

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun oleh :

RIAN IRAWAN

1207230004



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN

2018

LEMBAR PENGESAHAN- I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP KEKUATAN
RODA GIGI LURUS KOMPOSIT

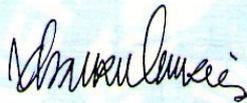
Disusun Oleh :

RIAN IRAWAN

1207230004

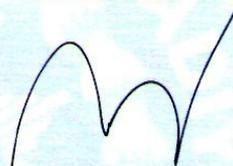
Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I



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

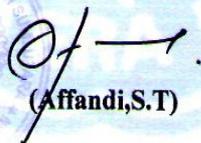
Pembimbing – II



(Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar)

Diketahui Oleh :

Ketua 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 KEKUATAN
RODA GIGI LURUS KOMPOSIT**

Disusun Oleh :

RIAN IRAWAN

1207230004

Telah Diperiksa dan Diperbaiki
Pada Seminar Tanggal 13 juli 2018

Disetujui Oleh :

Pembanding –I



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

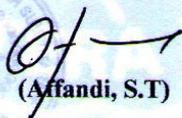
Pembanding-II



(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**



Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

**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>

**DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA**

Nama : RIAN IRAWAN
NPM : 1207230004
Semester : XII (Duabelas)
SPESIFIKASI :

**PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP KEKUATAN RODA GIGI LURUS
KOMPOSIT**

Diberikan Tanggal : 21 juli 2017
Selesai Tanggal : 06 juni 2018
Asistensi : 1 kali dalam seminggu
Tempat Asistensi : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera utara
(UMSU)

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin

Medan, 06 April 2018
Dosen Pembimbing – I


(Affandi, S.T)


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



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>

Disini terdapat sumbu yang disebutkan
dalam dan sebagainya

DAFTAR HADIR ASISTENSI

TUGAS SARJANA

NAMA : Rian Irawan

PEMBIMBING - I : Khairul Umurani, S.T., M.T.

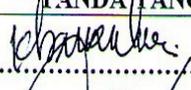
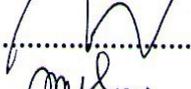
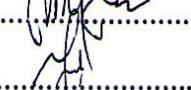
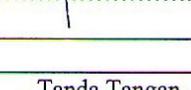
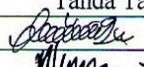
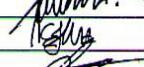
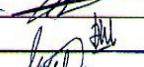
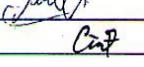
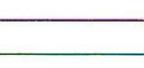
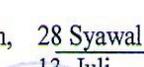
NPM : 1207230004

PEMBIMBING - II : Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
	1/4/10	- Perbaiki spesifikasi tugas	l
	12/5/10	- Perbaiki tugas penulisan	l
	12/5/10	- Perbaiki kuantitas masalah	l
	12/5/10	- Perbaiki diagram prosedur	l
	12/5/10	- Perbaiki metode	l
	13/5/10	- Lanjut bab 2 II	l
	2/6/10	perbaiki sketsa	l
	12/6/10	perbaiki data, dll	l
	2/6/10	perbaiki ke pemb I	l
	7/6/10	Aa, Semarang	l

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

Peserta Seminar
 Nama : Rian Irawan
 NPM : 1207230004
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Pembebanan Terhadap Kekuatan Roda Gigi Lurus Komposit.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pembimbing – II	: DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	:	
Pembanding – I	: Muhammad Yani.S.T.M.T	:	
Pembanding – II	: H.Muharnif.S.T.M.Sc	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230176	RIANY Fajar Lesompasa	
2	1307230187	ABDUL RAHMAN	
3	1307230070	EDI GUSTIAWAN	
4	1307230126	RIZKI ANGGA PRATAMA	
5	1207230061	BINTORO INDIA RUDDIYAN	
6	1207230005	MUBHLAS	
7	1307230155	Hamdani Hamdan	
8			
9			
10			

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 : Rian Irawan
NPM : 1207230004
Judul T.Akhir : Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Roda Gigi Lurus – Komposit.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng
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 :

.....
1. Perbaikan yang ditata ditanda pd draft
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 28 Syawal 1439H
10 Juli 2018 M



Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

[Signature]
Affandi.S.T

Dosen Pembanding- I

[Signature]
Muhammad Yani.S.T.M.T

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

NAMA : Rian Irawan
NPM : 1207230004
Judul T.Akhir : Pengaruh Pembebanan Terhadap Keausan Roda Gigi Lurus – Komposit.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng
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 di bawah ini :

Nama : RIAN IRAWAN,
Tempat / Tgl Lahir : AEK KANOPAN, 15 FEBUARI 1992
NPM : 12017230004
Bidang Keahlian : Konstruksi Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin .
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

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

“PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP KEKUATAN RODA GIGI LURUS KOMPOSIT”

Bukan merupakan plagiarisme, pencuri hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan dengan material maupun non material, atau pun segala kemungkinan yang lain, yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk Verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan akademik di program studi teknik mesin. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Agustus 2018

Saya yang menyatakan



RIAN IRAWAN

Abstrak

Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi - gigi yang bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Roda gigi pada umumnya dimaksudkan adalah suatu benda dari logam dan non – logam yang bulat dan pipih pada pinggirnya bergerigi. Roda gigi sangat berguna untuk memindahkan gaya dari suatu roda gigi ke gigi yang lain. Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan roda gigi lurus komposit adalah berbahan foam komposit dan selanjutnya dibubut dan dibentuk untuk membuat mata gigi pada roda gigi lurus komposit dengan menggunakan panduan modul 3 yang berdiameter dalam 40 mm, dan diameter luar 113,50 mm, adapun ketebalan dari roda gigi lurus adalah 11 mm, dengan jumlah gigi sebanyak 36 gigi. Adapun hasil penelitian yang telah diperoleh dari kekuatan pada roda gigi lurus komposit dengan pembebanan antara frekuensi 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, 45 Hz dan 50 Hz. Sehingga terjadinya patahan yang dialami pada roda gigi terjadi pada percobaan ke 5 dengan putaran mesin rata-rata sebesar 2731 rpm, dengan daya 30 Hz, pada beban 0,5 N.

Kata kunci: Roda Gigi Lurus Komposit, Pembebanan Dan Patahan.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan baik. Tugas Sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya, untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan dari para Dosen Pembimbing merencanakan sebuah **“Pengaruh Pembebanan Terhadap Kekuatan Roda Gigi Lurus Komposit”**.

Shalawat serta salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat muslim dari alam kegelapan menuju alam yang terang menderang. Semoga kita mendapat syafa'atnya di yaumul akhir kelak amin yarabbal alamin.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan baik dalam kemampuan pengetahuan dan penggunaan bahasa. Untuk itu penulis mengharapakan kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Dalam penulisan Tugas Sarjana ini, penulis banyak mendapat bimbingan, masukan, pengarahan dari Dosen Pembimbing serta bantuan moril maupun material dari berbagai pihak sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Ngatino dan Ibunda Boinem S.Pd yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Sarjana ini.
2. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Sarjana ini dan selaku wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar selaku Dosen Pembimbing II Tugas Sarjana ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
8. Kepada seluruh asisten laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
9. Kepada abangda Amru, kembaran saya Ivan Irawan, adinda Absa dan suami, dan keponakan saya Debi Aqila, Adinda Ridho yang telah membantu menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
10. Kepada adinda yang terkasih Tasya Iqfanti syahputri yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
11. Kepada keluarga BESAR HIMPUNAN MAHASISWA MESIN Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan dukungan dan semangat.
12. Kepada seluruh sahabat-sahabat satu seperjuangan saya, Muklas Ae (Sicek) , Roy Armansyah Veri, Ruby Hastomo (agung hercules), Sodikin (andreee), kawan yang selalu memberikan semangat saya untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
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 Sarjana ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Sarjana ini masih jauh dari kata sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Tugas Sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin ya rabbal alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan,2018

Penulis



RIAN IRAWAN

1207230012

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN-I	
LEMBAR PENGESAHAN –II	
LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA	
LEMBAR ASISTENSI TUGAS SARJANA	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Roda Gigi	5
2.1.1 Macam –Macam Roda Gigi	8
2.1.2 Nama-Nama Bagian Roda Gigi	13
2.2 Roda Gigi Lurus (Spur Gear)	15
2.3 Jenis Bahan Untuk Roda Gigi	17
2.4 Pengertian Bahan Komposit	18
2.4.1 Kelebihan Bahan Komposit	19
2.4.2 Kekurangan Bahan Komposit	20
2.4.3 Klasifikasi Bahan Komposit	21
2.4.4 Tipe Komposit Serat	23
2.4.5 Faktor Yang Mempengaruhi Peforma Komposit	25
2.4.6 krarakteristik material komposit	30
2.5 Pembebanan	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Tempat Dan Waktu	35

3.1.1	Tempat Penelitian	35
3.1.2	Waktu	35
3.2	Alat Dan Bahan	36
3.2.1	Alat Uji Roda Gigi	36
3.2.2	Bahan	42
3.3	Diaggram Alir Peneliti	43
3.4	Pengujian Dan Pengambilan Data	44
3.5	Prosedur pengujian	45
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1	Hasil Pembuatan Spesimen	47
4.1.1	Hasil Pembuatan Spesimen Roda Gigi Lurus	47
4.1.2	Hasil Pembuatan Spesimen Berbentuk Silinder	48
4.2	Hasil Pengujian Roda Gigi Lurus	48
4.2.1	Percobaan 1	48
4.2.2	Percobaan 2	49
4.2.3	Percobaan 3	49
4.2.4	Percobaan 4	50
4.2.5	Percobaan 5	50
4.3	Hasil Uji Statik	51
4.4	Pembahasan Dari Penelitian	51
4.4.1	Pembahasan Uji Statik	51
4.5	Hasil Perbandingan Putaran Grafik Roda Gigi	60
4.6	Hasil Grafik Perbandingan Daya Pada Beban Bervariasi	61
4.7	Hasil Perbandingan Kekuatan	61
4.8	Analisa Rumus Daya Dan Kekuatan Roda Gigi	61
4.8.1	Analisa Rumus Daya	61
4.8.2	Analisa Kekuatan Rumus Roda Gigi Lurus Komposit	66
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sekema Diagaram Bergulir Gigi	6
Gambar 2.2 (a) Roda Gigi Awal kontak kontak pembebanan	7
Gambar 2.3 Roda Gigi Lurus	8
Gambar 2.4 Roda Gigi Miring	9
Gambar 2.5 Roda Gigi Miring Ganda	9
Gambar 2.6 Roda Gigi Dalam Dan Pinyon	10
Gambar 2.7 Batang Gigi Dan Pinyon	10
Gambar 2.8 Roda Gigi Kerucut Lurus	11
Gambar 2.9 Roda Gigi Kerucut Spiral	11
Gambar 2.10 Roda Gigi Permukaan	11
Gambar 2.11 Roda Gigi Miring Silang	12
Gambar 2.12 Roda Gigi Cacing Silindris	12
Gambar 2.13 Roda Gigi Cacing Slubung Ganda	13
Gambar 2.14 Roda Gigi Hypoid	13
Gambar 2.15 Nama Nama Bagian Roda Gigi	14
Gambar 2.16 Roda Gigi Lurus	17
Gambar 2.17 Pembagian Komposit Berdasarkan Penguatnya	23
Gambar 2.18 Ilustrasi Komposit BerdsarkanPenguat	23
Gambar 2.19 Tipe Discontinius Fiber	24
Gambar 2.20 Tipe Komposit Serat	25
Gambar 2.21 Tiga Tipe Pada Reinforcement Orentasi	26
Gambar 3.1 Mesin Uji Roda Gigi Lurus	36
Gambar 3.2 Montor Penggerak	38
Gambar 3.3 Cakram	38
Gambar 3.4 Sensor Rpm	39
Gambar 3.5 Load Ceell	39
Gambar 3.6 Inverter	40
Gambar 3.7 Kopling Pland	41
Gambar 3.8 Arduino Uno	41
Gambar 3.9 Laptop	41
Gambar 3.10 Sekema roda gigi lurus	42
Gambar 3.11 Spesimen Sebelum Di Buat	42
Gambar 3.12 Bentuk Sebelum Di Uji Statik	43
Gamabar3.13 diagram alir konsep penelitian	44
Gambar 4.1 Rodagigi Lurus Komposit	47
Gambar 4.2 Hasil Pembuatan Spesimen Bentuk Selinder	48
Gambar 4.3 Roda gigi lurus sudah di uji	48
Gambar 4.4 Roda Gigi Lurus Sudah Di Uji	49

Gambar 4.5	Roda Gigi Lurus Sydah Di Uji	49
Gambar 4.6	Roda Gigi Lurus Sudah Di Uji	50
Gambar 4.7	Roda Gigi Lurus Sudah Di Uji	50
Gambar 4.8	Hasil Pengujian Statis	51
Gambar 4.9	Hasil Pengujian Statik Force Vs Struke	52
Gambar 4.10	Gravik Tegangan Vs Regangan	53
Gambar 4.11	gravik beban versus putaran	55
Gambar 4.12	grafik beban versus putaran	56
Gambar 4.13	grafik beban versus putaran	57
Gambar 4.14	grafik beban versus putaran	58
Gambar 4.15	grafik beban versus putaran	59
Gambar 4.16	grafik perbandingan roda gigi	60
Gambar 4.17	grafik hasil kekuatan	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian	35
Tabel 4.1	Data percobaan dan kecepatan putaran	54
Tabel 4.2	Hasil grafik nilai putaran pembebanan	54
Tabel 4.3	Data pengujian dengan putaran 3524 rpm	56
Tabel 4.4	Data nilai pengujian dengan putaran 3138 rpm dan beban bervariasi	57
Tabel 4.5	Data nilai pengujian dengan putaran 3028 rpm dan beban bervariasi	58
Tabel 4.5	Data nilai pengujian dengan putaran 2731 rpm dan beban bervariasi	59
Tabel 4.5	Data nilai daya pada beban bervariasi dan putaran bervariasi	60

DAFTAR NOTASI

σ		Tegangan	N/
m^2	n	Putaran	
	Rpm		
p		daya	
	Kw		
T		Torsi	N.mm
F^h		Beban Permukaan	Kg/mm
K_s		Faktor ukuran	mm
D		Diameter Pitch	mm
p		Kecepatan Putaran Pinion	rpm
p_c		Jarak Bagi Lingkaran	-
M		Momen	N.m
m		modul	mm
τ		Tegangan Geser	N/mm ²
Y_G		Faktor Gigi Gear	-
W_T		Beban Tangensial	N
D_o		Diameter Luar Roda Gigi	-
c_v		Faktor Kecepatan	-
d		Diameter Jarak Bagi	mm
C		Kelonggaran	mm

BAB 1

PENDAHULUAN

1 Latar Belakang

Peran roda gigi atau biasa disebut Gear, pada zaman milenial ini sangatlah penting. Semua peralatan industri dan bahkan peralatan sehari-hari pun sudah menggunakan roda gigi dari bentuk yang sederhana sampai roda gigi yang digunakan untuk keperluan besar. Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi - gigi yang bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Roda gigi pada umumnya dimaksudkan adalah suatu benda dari logam dan non - logam yang bulat dan pipih pada pinggirnya bergerigi. Roda gigi sangat berguna untuk memindahkan gaya dari suatu roda gigi ke gigi yang lain. Karena roda gigi tersebut bekerja terus menerus, roda gigi akan terus menerus berputar, maka dampaknya adalah roda gigi tersebut semakin lama akan semakin aus. Permasalahan pada kerusakan komponen mesin yang selalu beroperasi dan saling bergesekan adalah dapat terjadinya keausan. Keausan merupakan penguraian ketebalan permukaan akibat gesekan yang terjadi pada pembebanan dan gerakan. Keausan umumnya dianalogikan sebagai hilangnya materi sebagai akibat interaksi mekanik dua permukaan yang saling bergesekan dan dibebani.

Mesin dan peralatan serta komponen komponennya pasti menerima beban operasional dan beban lingkungan dalam melakukan fungsinya. Beban dapat

dalam bentuk gaya, momen, defleksi, temperature, tekanan dan lain lain. Analisis pembebanan dalam perancangan mesin atau komponen mesin sangatlah penting, karena jika beban telah diketahui maka dimensi, kekuatan, material, serta variabel desain lainnya dapat ditentukan.

Jenis roda gigi yang penulis teliti saat ini adalah roda gigi lurus berbahan komposit, karena saat ini kita jarang menemukan jenis roda gigi yang berbahan dasar komposit, maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian roda gigi lurus yang berbahan dasar komposit serta pengaruh pembebanan terhadap roda gigi lurus komposit tersebut. Skripsi ini menjelaskan bagaimana pengoperasian uji roda gigi lurus komposit terhadap pembebanannya. Untuk menunjukkan dengan jelas pengaruh pembebanan pada roda gigi lurus berbahan dasar komposit, maka dilakukan percobaan dan pengujian yang besar. Hasil dari eksperimen tersebut adalah tingkat pembebanan dan pengaruh pembebanan terhadap kekuatan roda gigi lurus komposit.

Dengan dasar ini maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian dan percobaan sebagai tugas akhir Sarjana dengan judul: **“Pengaruh Pembebanan Terhadap Kekuatan Roda Gigi Lurus Komposit”**.

1.1 Rumusan Masalah

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

- a. Bagaimana cara memilih spesimen roda gigi lurus komposit?
- b. Bagaimana menguji pembebanan yang terjadi pada roda gigi lurus komposit?

- c. Bagaimana pengaruh pembebanan terhadap kekuatan roda gigi lurus komposit?

1.2 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.

- a. Roda gigi yang digunakan adalah roda gigi lurus berbahan komposit.
- b. Mesin yang digunakan adalah alat uji roda gigi lurus.
- c. Menguji pengaruh pembebanan terhadap kekuatan roda gigi lurus komposit.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum pada penelitian ini yaitu: Untuk mengetahui pengaruh pembebanan terhadap kekuatan roda gigi lurus komposit.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Untuk memilih spesimen roda gigi lurus komposit.
- b. Untuk mengetahui tingkat pembebanan pada roda gigi lurus komposit.
- c. Untuk mengetahui pengaruh pembebanan terhadap kekuatan roda gigi lurus berbahan komposit.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Memahami tingkat pembebanan yang disebabkan oleh gesekan roda gigi lurus komposit.
- b. Memahami pengaruh pembebanan terhadap kekuatan roda gigi lurus komposit.
- c. Mampu mengambil kesimpulan setiap percobaan.
- d. Penulis mampu mengembangkan ilmu di bidang kontruksi manufaktur.
- e. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai refrensi untuk penelitian berikutnya.
- f. Sebagai bahan masukan dan informasi bagi teman-teman Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
- g. Memberikan informasi kepada dunia pendidikan.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini yaitu :

BAB 1 : Pendahuluan, menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB 2 : Dasar Teori, berisi tinjauan pustaka yaitu yang berkaitan dengan pengertian roda gigi lurus, komposit, pembebanan dan putaran.

BAB 3 : Metodologi penelitian, menjelaskan tentang alat dan bahan yang

digunakan, tempat dan pelaksanaan penelitian, langkah-langkah penelitian, pengambilan data, dan penganalisaan penelitian.

BAB 4 : Hasil dan Pembahasan

BAB 5 : Penutup, berisi tentang kesimpulan dan saran.

Daftar Pustaka

Lampiran

Daftar riwayat hidup

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

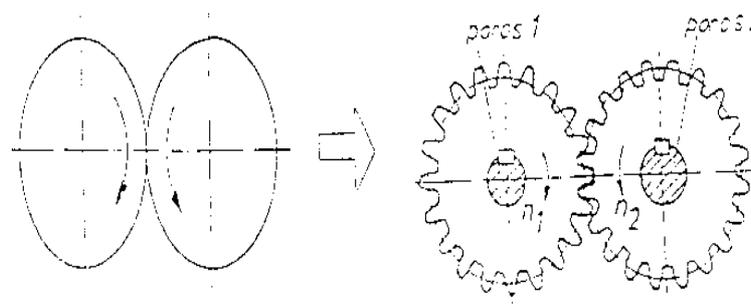
2.1. Roda Gigi

Menurut (Yefrichan.2007) pengertian roda gigi adalah salah satu bentuk sistem. Mesin uji kinerja roda gigi yang mempunyai fungsi mentransmisikan gaya, membalikkan putaran, mereduksi atau menaikkan putaran/kecepatan. Umumnya roda gigi berbentuk silindris, di mana di bagian tepi terdapat bentukan-bentukan yang menyerupai (mirip) gigi (bergerigi). Konstruksi roda gigi mempunyai prinsip kerja berdasarkan pasangan gerak. Bentuk gigi dibuat untuk menghilangkan keadaan slip, sehingga penyaluran putaran dan daya dapat berlangsung dengan baik.(Yefrichan.2007).

Roda gigi lurus mempunyai gigi lurus dan tersusun paralel terhadap sumbu poros yang membawa roda gigi. Bentuk kurva pada muka gigi roda gigi lurus mempunyai geometri khusus yang disebut kurva involute (Yefrichan.2007). Bentuk ini memungkinkan dua gigi bekerja sama dengan transmisi daya yang halus dan positif.

Roda gigi lurus salah satu roda gigi yang paling mendasar. Gigi-giginya lurus dan sejajar dengan sumbu poros yang memutar roda gigi. Prinsip pembentukan bergulir gigi ditunjukkan pada Gambar.2.1, di mana apair atau lebih rol gigi dengan parameter yang sama memutar serentak pada arah yang sama dan membentukmakanan pembebanan sepanjang sumbu radial secara simultan, sehinggapembebanan secara bertahap membentuk profil gigi. Pada tahap awal gigi bergulir, kedalaman gigitan bahwa gigi rol gigi tekan ke dalam pebebanan

dangkal. Karena kedalaman dangkal, slip terjadi dengan mudah pada permukaan kontak antara roller gigi dan pembebanan, sehingga teratur / terhuyung / multi-gigi, yang sangat mempengaruhi kualitas pembentukan gigi (Neugebauer et al. 2007).

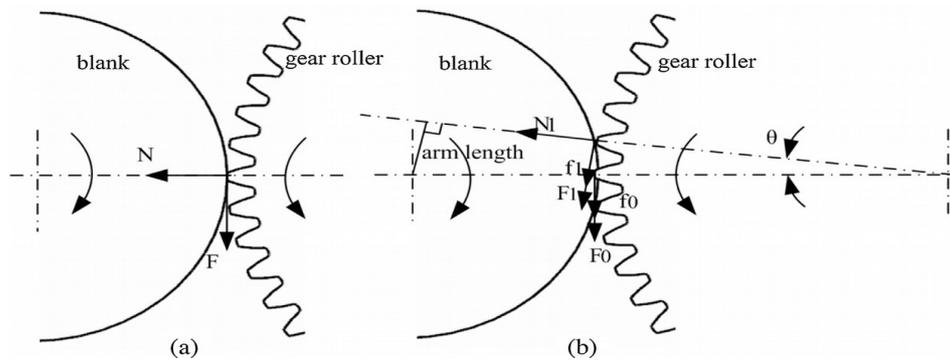


Gambar. 2.1. Skema diagram bergulir gigi

menggambarkan proses bergulir dan desain membentuk (Kamouneh et al 2007) menguji mesin alat uji kerja bergulir datar gigi involute heliks melalui analisis aliran, pemodelan FE, dan. (Uematsu 2002) mempelajari pengaruh variasi kecepatan sudut dalam proses bergulir gigi pada pembebanan. Dilakukan pengujian putaran selip lebih berkonsentrasi pada spline dingin rolling (Zhao et al. 2009) menganalisis relatif geser antara roller gigi dan pembebanan di spline bergulir dan menarik kesimpulan bahwa semakin besar koefisien gesek, semakin besar rasio diameter gigi rol ke pembebanan. faktor-faktor yang mempengaruhi pada rotasi dalam fase pembentukan awal bergulir gigi dianalisis untuk memperoleh faktor utama yang mempengaruhi selip.

Analisis kekuatan diterapkan, dan mempengaruhi faktor di selip bergulir gigi Pada tahap awal dari proses bergulir gigi, ketika rol gigi menghubungi pembebanan ini permukaan lingkaran luar, pasukan yang berputar kosong terutama dari bagian kontak dari gigi dan pembebanan. Pada saat ketika gigi pertama

roller gigi pada kontak sumbu horisontal permukaan blanksouter lingkaran Gambar.2.2 (a) dapat memutar dengan roller gigi jika tangensial gesekan gaya F , yang dihasilkan dari radial kekuatan N , atas datang perlawanan berputar diterapkan oleh pembebanan ini poros menjepit dan gaya inersia sendiri. Vektor gaya antara roller gigi dan pembebanan ditunjukkan pada Gambar. 2.2 (b).Hal ini menunjukkan bahwa roda gigi mulai menggigit pembebanan pada peningkatan titik ini, gigi berikutnya secara bertahap gigitan di, dan gigi keluar secara bertahap slide out.Putaran bergulir terutama diterapkan oleh gigi yang menembus ke dalam beban. Putaran ini dibagi menjadi tiga bagian: gaya normal N_1 , f_1 gaya gesekan, dan tangensial kekuatan F_1 . The forces diterapkan oleh gigi keluar terutama mencakup tangensial gaya F_0 dan gesekan f_0 .



Gambar.2.2 (a) roda gigi awal kontak pembebanan.

(b) roda gigi gigitan ke pembebanan di kedalaman.

gaya yang diberikan dianalisis dalam tahap awal dari proses bergulir gigi. Ketika roller gigi dan kontak kosong, itu menunjukkan bahwa efek dari gesekan antara dua permukaan dominan. Ketika gigi rol gigitan ke kosong di kedalaman, agar beban untuk memutar, torsi yang dihasilkan oleh kedua gaya tangensial (F_0 ,

F1) dan gesekan (f_0 , f_1) harus mengatasi saat tahan dari gaya radial (N_1) .suatu diterapkan analisis kekuatan ditunjukkan pada Gambar. 2.2 menunjukkan bahwa ketika roller gigi menembus ke dalam kosong, kekuatan dorongan yang mendorong rotasi kosong terutama berasal dari gesekan dan gaya tangensial yang sisi gigi roller gigi berlaku pada kosong. gesekan terkait dengan faktor gesekan dari roller gigi dan kosong. Gaya tangensial terkait dengan kedalaman gigitan gigi rol ini. Jumlah gigi pada roller gigi mempengaruhi dimensi sudut ditunjukkan pada Gambar. 2.2. juga mempengaruhi lengan panjang saat menolak ini ditunjukkan pada Gambar. 2.2. Telah ditentukan bahwa faktor utama yang mempengaruhi rotasi beban termasuk kedalaman awal gigitan, faktor gesekan, dan jumlah gigi pada roller gigi.

2.1.1 Macam-Macam Roda Gigi

a. Roda Gigi Lurus

Roda gigi lurus adalah jenis roda gigi yang dapat mentransmisikan daya dan putaran antara dua poros yang sejajar. Roda gigi ini merupakan yang paling dasar dengan jalur gigi yang sejajar dengan poros.



Gambar 2.3. roda gigi lurus

b. Roda Gigi Miring

Roda gigi miring ini memiliki jalur gigi yang berbentuk ulir silindris yang mempunyai jarak bagi. Jumlah pasangan gigi yang saling membuat kontak serentak (perbandingan kontak) adalah lebih besar dari pada roda gigi lurus sehingga pemindahan momen atau putaran melalui gigi-gigi tersebut dapat berlangsung lebih halus. Roda gigi ini sangat baik dipakai untuk mentransmisikan putaran yang tinggi dan besar.



Gambar 2.4. Roda gigi miring

Gambar 2.4. Roda Gigi Miring

c. Roda Gigi Miring Ganda

Pada roda gigi ini gaya aksial yang timbul pada gigi mempunyai alur berbentuk alur V yang akan saling memindahkan. Dengan roda gigi ini reduksi, kecepatan keliling dan daya diteruskan dan diperbesar tetapi pada pembuatannya agak sukar.



Gambar 2.5. Roda gigi miring ganda

Gambar 2.5. Roda Gigi Miring Ganda

d. Roda Gigi Dalam dan Pinyon

Roda gigi ini dipakai jika diinginkan transmisi dengan ukuran kecil dengan reduksi yang besar, karena ada pinyon yang terletak di dalam roda gigi ini.

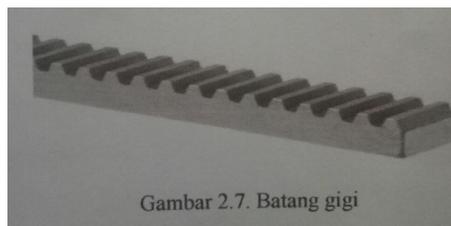


Gambar 2.6. Roda gigi dalam

Gambar 2.6. Roda Gigi Dalam dan Pinyon

e. Batang Gigi dan Pinyon

Merupakan dasar profil pahat pembuat gigi. Pasangan antara batang gigi dan pinyon digunakan untuk merubah gerak putar menjadi gerak lurus atau sebaliknya.



Gambar 2.7. Batang gigi

Gambar 2.7. Batang Gigi dan Pinyon

f. Roda Gigi Kerucut Lurus

Roda gigi kerucut lurus adalah roda gigi yang paling mudah dan paling sering digunakan/dipakai, tetapi sangat berisik karena perbandingan kontak yang kecil. Konstruksinya juga tidak memungkinkan pemasangan bantalan pada kedua ujung porosnya.



Gambar 2.8. Roda Gigi Kerucut Lurus

g. Roda Gigi Kerucut Spiral

Pada roda gigi ini memiliki perbandingan kontak yang terjadi lebih besar dan dapat meneruskan putaran tinggi dengan beban besar. Sudut poros kedua gigi kerucut ini biasanya dibuat 90° .



Gambar 2.9. Roda Gigi Kerucut Spiral

h. Roda Gigi Permukaan

Roda gigi ini merupakan roda gigi dengan poros berpotongan yang bagian permukaannya rata.



Gambar 2.10. Roda Gigi Permukaan

i. Roda Gigi Miring Silang

Roda gigi ini mempunyai kemiringan 7° sampai 23° , digunakan untuk mentransmisikan daya yang lebih besar dari pada roda gigi lurus. Roda gigi ini juga meneruskan putaran dengan perbandingan reduksi yang benar.



Gambar 2.11. Roda Gigi Miring Silang

j. Roda Gigi Cacing Silindris

Roda gigi ini membentuk silindris dan lebih umum dipakai. Digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran yang lebih besar tanpa mengurangi dayanya. Kemiringan antara 25° – 45° , roda gigi ini banyak dipakai pada sistem kemudi.



Gambar 2.12. Roda Gigi Cacing Silindris

k. Roda Gigi Cacing Selubung Ganda (Globoid)

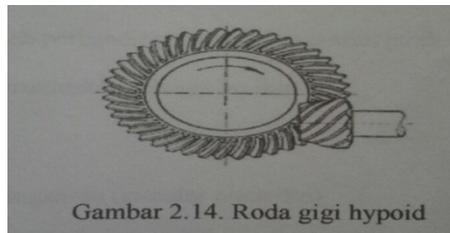
Roda gigi ini digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran pada beban besardengan perbandingan kontak yang lebih besar pula.



Gambar 2.13. Roda Gigi Cacing Selubung Ganda

j. Roda Gigi Hipoid

Roda gigi ini mempunyai jalur gigi berbentuk spiral pada bidang kerucut yang sumbunya saling bersilangan dan pemindahan gaya pada permukaan gigi berlangsung secara meluncur dan menggelinding. Roda gigi ini dipakai pada deferensial.

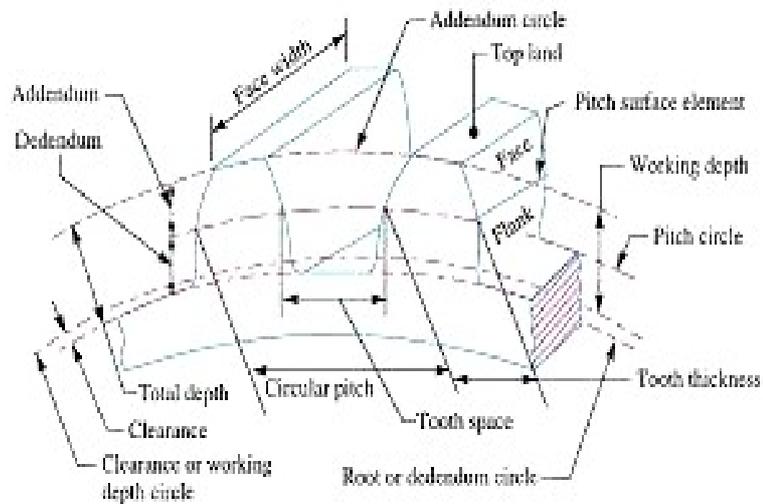


Gambar 2.14. Roda Gigi Hypoid

2.2.2. Nama-nama bagian roda gigi

Nama-nama bagian roda gigi nama-nama bagian utama roda gigi diberikan dalam gambar. Adapun ukurannya dinyatakan dengan diameter lingkaran jarak bagi, yaitu lingkaran khayal yang menggelinding tanpa slip. Ukuran gigi dinyatakan dengan “jarak bagi lingkaran”, yaitu jarak sepanjang lingkaran jarak bagi antara profil dua gigi yang berdekatan. Profil atau bentuk involut gigi sangat penting agar pemindahan daya dari satu gigi ke gigi yang lain berjalan secara

teratur. Hal ini berguna untuk menjaga agar gigi kedua roda gigi yang berada dalam pasangan tidak cepat aus atau rusak. Pada saat satu gigi yang berpasangan akan terlepas hubungannya, maka pasangan gigi berikutnya harus mulai berhubungan. Sehingga daya yang dipindahkan dibaca oleh satu pasang gigi saja. Hal ini dapat mengurangi keausan pada permukaan gigi sehingga umur dari roda gigi dapat lebih panjang.



Gambar 2.15. Nama-nama Bagian Roda Gigi

Keterangan dari gambar:

- a. Lingkaran jarak bagi (Pitch circle)

Lingkaran jarak bagi (Pitch circle) adalah lingkaran khayal tanpa slip

- b. Modul

Modul adalah perbandingan antara lingkaran jarak bagi dengan jumlah gigi, atau dirumuskan sebagai berikut:

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

- c. Jarak bagi lingkaran (circular pitch=Pc)

$$P_c = \pi \frac{d_1}{z_1} = \pi \frac{d_2}{z_2} \quad (2.2)$$

$$P_c = \frac{d_1}{z_1} = \frac{d_2}{z_2} \quad (2.3)$$

d. Tinggi kaki

Tinggi kaki adalah jarak radial pada sebuah gigi antara lingkaran jarak bagi ke bagian bawah gigi.

e. Tinggi kepala

Tinggi kepala adalah jarak radial pada sebuah gigi antara lingkaran jarak bagi ke bagian atas gigi.

f. Kelonggaran

Kelonggaran adalah celah antara lingkaran kepala dan lingkaran dasar/kaki dari roda gigi pasangannya.

2.2 Roda Gigi Lurus (*Spur Gear*)

Roda gigi merupakan suatu elemen mesin yang pada umumnya berfungsi mentransmisikan daya dari sumbernya. Keuntungan dalam pemakaian dan pemilihan roda gigi sangat besar dibandingkan jika kita menggunakan transmisi yang lain, antara lain adalah secara fisikologis lebih ringkas, putaran lebih tinggi dan tepat serta mentransmisikan daya yang besar. Roda gigi sendiri sangat banyak macamnya dengan banyak variasi bentuknya diharapkan roda gigi dapat menjalankan fungsinya secara maksimal sesuai dengan jenis yang digunakan.

Untuk keperluan transmisi dengan kedudukan poros yang bermacam, roda gigi diklasifikasikan menjadi :

1. Roda gigi silindris dengan gigi lurus
2. Roda gigi silindris dengan gigi miring
3. Roda gigi kerucut / bevel

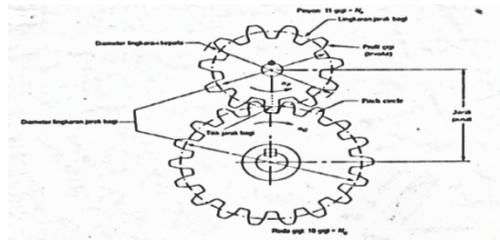
4. Roda gigi spiral
5. Roda gigi ulir
6. Roda gigi cacing

Dalam studi transmisi daya dan putaran pada roda gigi lurus nilon, transmisi roda gigi ini menggunakan roda gigi lurus yang berfungsi mentransmisikan daya dari motor ke roda gigi transmisi. Roda gigi bevel juga digunakan dalam pemindahan arah transmisi daya dari motor ke roda gigi yang lain tetapi poros yang satu dengan yang lain membentuk sudut 90 derajat tetapi poros dalam satu sumbu yang berpotongan. Roda gigi cacing digunakan untuk mentransmisikan daya tegak lurus tetapi poros tidak dalam sumbu yang berpotongan. Roda gigi heliks yang digunakan untuk perbandingan dengan roda gigi lurus.

Roda gigi lurus mempunyai gigi lurus dan tersusun paralel terhadap sumbu poros yang membawa roda gigi. Bentuk kurva pada muka gigi roda gigi lurus mempunyai geometri khusus yang disebut kurva involute. Bentuk ini memungkinkan dua gigi bekerja sama dengan transmisi daya yang halus dan positif. Roda gigi lurus salah satu roda gigi yang paling mendasar. Gigi-giginya lurus dan sejajar dengan sumbu poros yang membawa roda gigi tersebut. Untuk menentukan diameter sebuah pinyon maka akan digunakan persamaan:

$$D_p = \frac{N_p}{P_d}$$

(2.4)



Gambar 2.16. Roda Gigi Lurus

2.3. Jenis Bahan untuk Roda Gigi

Jenis bahan yang tersedia begitu beragam sehingga sulit untuk memilih bahan yang tepat karena itu selama proses perancangan sistem roda gigi disarankan untuk berkonsultasi dengan penyalur bahan. Beberapa dari banyak jenis bahan yang sudah terkenal yang biasa digunakan untuk roda gigi diantaranya ABS (*acrylonitrile butadiene styrene*), acetal, komposit, polycarbonate, polyster, dan polyurethane. Perancang harus mengusahakan keseimbangan dari berbagai karakteristik bahan yang tepet untuk aplikasi diantaranya sebagai berikut:

1. Kekuatan lentur terhadap kondisi-kondisi lelah
2. Modulus elastisitas yang tinggi untuk kekuatan
3. Kekuatan terhadap tumbukan dan ketangguahan
4. Ketahanan terhadap keausan dan goresan
5. Kestabilan ukuran terhadap suhu
6. Kestabilan ukuran terhadap zat dan kelembaban
7. Kondisi operasi terhadap lingkungan yang bergetar
8. Biaya pengadaan

9. Kemudahan pemrosesan dan pembuatan
10. Kemudahan perakitan dan pembongkaran
11. Kecocokan dengan elemen-elemen yang berhubungan dengannya
12. Kemampuan menghambat nyala api

Bahan-bahan ini dasar yang didaftarkan sebelumnya adalah contoh-contoh bahan yang dapat dimodifikasi dengan unsur pengisian zat-zat aditif untuk memperoleh sifat-sifat pasca pencetakan yang optimal.

2.4. Pengertian Bahan Komposit

Didalam dunia industri kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur menjadi satu. Menurut Kaw (1997) komposit adalah struktur material yang terdiri dari 2 kombinasi bahan atau lebih, yang dibentuk pada skala *makroskopik* dan menyatu secara fisika. Kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara *makroskopik*. Sedangkan menurut Triyono dan Diharjo (1999) mengemukakan bahwa kata komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. *Composite* berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan.

Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya

menggunakan bahan *polimer* yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Penggunaan serat sendiri yang diutamakan untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti : kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lainnya. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu, untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Salah satu keuntungan material komposit adalah kemampuan material tersebut untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang kita kehendaki, sifat istimewa yang komposit yaitu ringan, kuat, tidak terpengaruh korosi, dan mampu bersaing dengan logam, dengan tidak kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya.

2.4.1 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, kemampuan (*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 implikasi 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

2.4.2 Kekurangan Bahan Komposit

Adapun kekurangan bahan komposit diantaranya sebagai berikut :

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

2.4.3 Klasifikasi Bahan Komposit

Secara umum pengelompokan komposit dapat dibedakan menjadi dua, yaitu berdasarkan matrik dan penguatnya. Berdasarkan matriknya komposit dapat digolongkan menjadi tiga (Courtney, 1983) yaitu :

1. Komposit matrik logam (KML), yaitu logam sebagai matrik.
2. Komposit matrik polimer (KMP), yaitu polimer sebagai matrik.
3. Komposit matrik keramik (KMK), yaitu keramik sebagai matrik.

Sedangkan berdasarkan unsur penguatnya, menurut Courtney (1983) dapat dibedakan menjadi tiga :

1. *Fiber composites* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.
2. *Flake composites* adalah gabungan serpih rata dengan matrik.
3. *Particulate composites* adalah gabungan partikel dengan matrik.

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak. Sedangkan bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik dengan serat panjang dan serat pendek.

1. Bahan Komposit Partikel

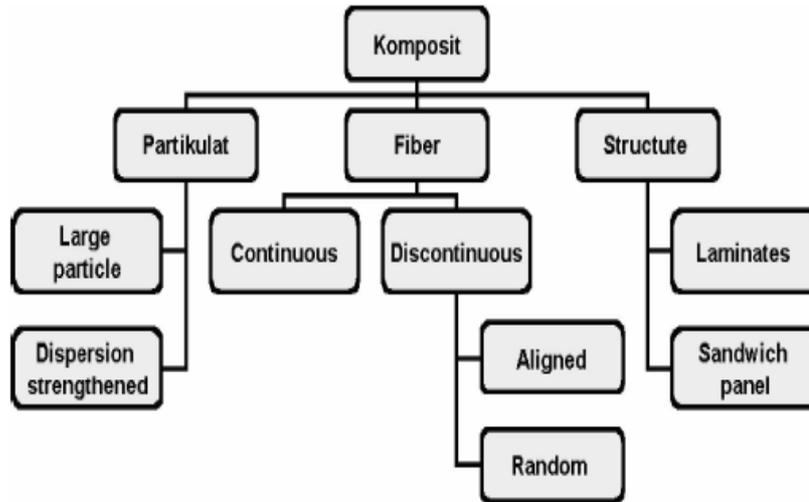
Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel-partikel disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*). Menurut definisinya partikelnya berbentuk beberapa macam seperti bulat, kubik,

tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi secara rata-rata berdimensi sama. Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik (*ceramic matrik composites*) (Hadi, 2000). Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dibanding bahan komposit serat. Bahan komposit partikel mempunyai keunggulan, seperti ketahanan terhadap aus, tidak mudah retak dan mempunyai daya pengikat dengan matrik yang baik.

2. Bahan Komposit Serat

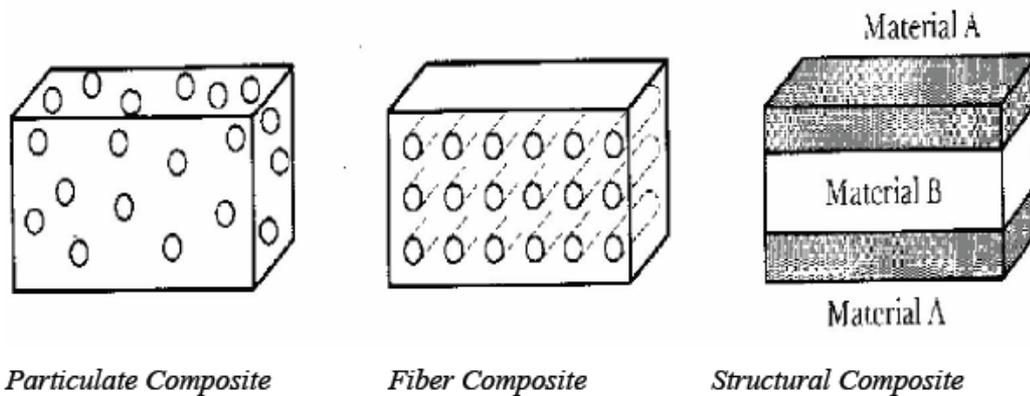
Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuous fiber*) dan serat pendek (*short fiber* atau *whisker*). Dalam penelitian ini diambil bahan komposit serat (*fiber composite*). Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat (Hadi, 2000).

Dalam pengelompokan diatas dapat digambarkan seperti dalam diagram dibawah ini.



Gambar 2.17 Pembagian komposit berdasarkan penguatnya (Courtney, 1983)

Adapun pengilustrasian gambar pengelompokan komposit berdasarkan penguatnya dapat dilihat dalam gambar dibawah ini.



Gambar 2.18 Ilustrasi komposit berdasarkan penguat (Ashby dkk,1980)

2.4.4 Tipe Komposit Serat

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus dapat menempatkan serat dengan benar. Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit, yaitu :

1. *Continuous Fiber Composite*

Continuous atau uni-directional, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.

2. *Woven Fiber Composite*

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

3. *Discontinuous Fiber Composite*

Discontinuous Fiber Composite adalah tipe komposit dengan serat pendek.



(a) *aligned*

(b) *off-axis*

(c) *randomly*

Gambar 2.19 Tipe *discontinuous fiber*

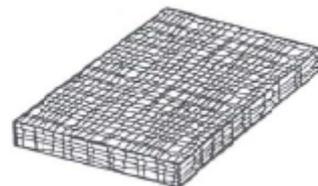
(Gibson, 1994 : 157, " Principles Of Composite Material Mechanics")

4. *Hybrid Fiber Composite*

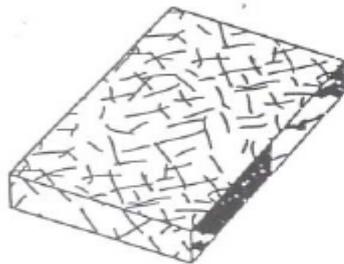
Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat menganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihanannya.



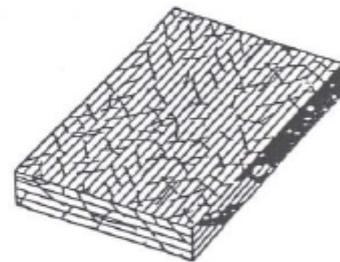
Continuous Fiber Composite



Woven Fiber Composite



Randomly oriented discontinuous fiber



Hybrid fiber composite

Gambar 2.20 Tipe komposit serat

2.4.5 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit

Penelitian yang menggabungkan antara matrik dan serat harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi performa *Fiber-Matrik Composites* antara lain:

1. Faktor Serat

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga

diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

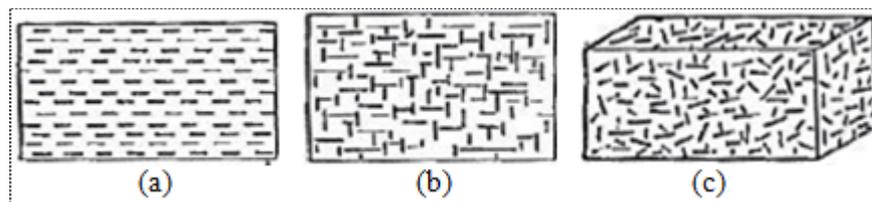
2. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut.

Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu:

- a) *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah *axis* serat.
- b) *Two dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- c) *Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic* kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

Pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (random) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar ke segala arah maka kekuatan akan meningkat.



Gambar 2.21 Tiga tipe orientasi pada *reinforcement*

3. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada 2 penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat alami jika dibandingkan dengan serat sintesis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Panjang serat berbanding diameter serat sering disebut dengan istilah *aspect ratio*. Bila *aspectratio* makin besar maka makin besar pula kekuatan tarik serat pada komposit tersebut. Serat panjang (*continous fiber*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek. Akan tetapi, serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Pada umumnya, serat panjang lebih mudah penanganannya jika dibandingkan dengan serat pendek. Serat panjang pada keadaan normal dibentuk dengan proses *filament winding*, dimana pelapisan serat dengan matrik akan menghasilkan distribusi yang bagus dan orientasi yang menguntungkan.

Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat mengalirkan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain. Pada struktur *continous fiber* yang ideal, serat akan bebas tegangan atau mempunyai tegangan yang sama. Selama fabrikasi, beberapa serat akan menerima tegangan yang tinggi dan yang lain mungkin tidak terkena tegangan sehingga keadaan diatas tidak dapat tercapai (Schwartz, 1984 :1.11).

Sedangkan komposit serat pendek, dengan orientasi yang benar, akan menghasilkan kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan *continous fiber*. Hal initerjadi pada *whisker*, yang mempunyai keseragaman kekuatan tarik.

Komposit berserat pendek dapat diproduksi dengan cacat permukaan yang rendah sehingga kekuatannya dapat mencapai kekuatan teoritisnya (Schwartz, 1984 : 11).

4. Bentuk Serat

Bentuk Serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984 :1.4).

5. Faktor Matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan.

Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap goncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik.

Bahan polimer yang sering digunakan sebagai material matrik dalam komposit ada dua macam adalah *thermoplastik dan termoset*. *Thermoplastik*

dan termoset ada banyak macam jenisnya yaitu:

a. *Thermoplastik*

- *Polyamide (PI)*
- *Polysulfone (PS)*
- *Poluetheretherketone (PEEK)*
- *Polyhenylene Sulfide (PPS)*
- *Polypropylene (PP)*
- *Polyethylene (PE)*, dll.

b. *Thermosetting*

- *Epoxy*
- *Polyester*
- *Phenolic*
- *Plenol*
- *Resin Amino*
- *Resin Furan, dll.*

6. Faktor Ikatan Fiber-Matrik

Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matrik yang memudahkan terjadi antara dua fase (Schwartz, 1984 : 1.12). Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matrik dan serat. Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut. Pada pengujian tarik komposit akan berakibat lolosnya serat dari matrik. Hal ini disebabkan karena kekuatan atau ikatan *interfacial* antara matrik dan serat yang kurang besar (Schwartz, 1984 : 1.13).

2.4.6 Karakteristik Material Komposit

Salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan karakteristik material komposit adalah perbandingan antara matriks dengan serat. Sebelum melakukan proses pencetakan komposit, terlebih dahulu dilakukan perhitungan perbandingan keduanya.

Dalam menentukan perbandingan antara komponen matriks dengan serat (pengisi) material komposit ini biasanya dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu:

1. Metode Fraksi Massa

Metode ini digunakan jika massa komponen matriks dan pengisi material

komposit tidak jauh berbeda atau serat yang dipakai cukup berat.

2. Metode Fraksi Volume

Metode ini digunakan apabila berat antara komponen matriks dan penguat

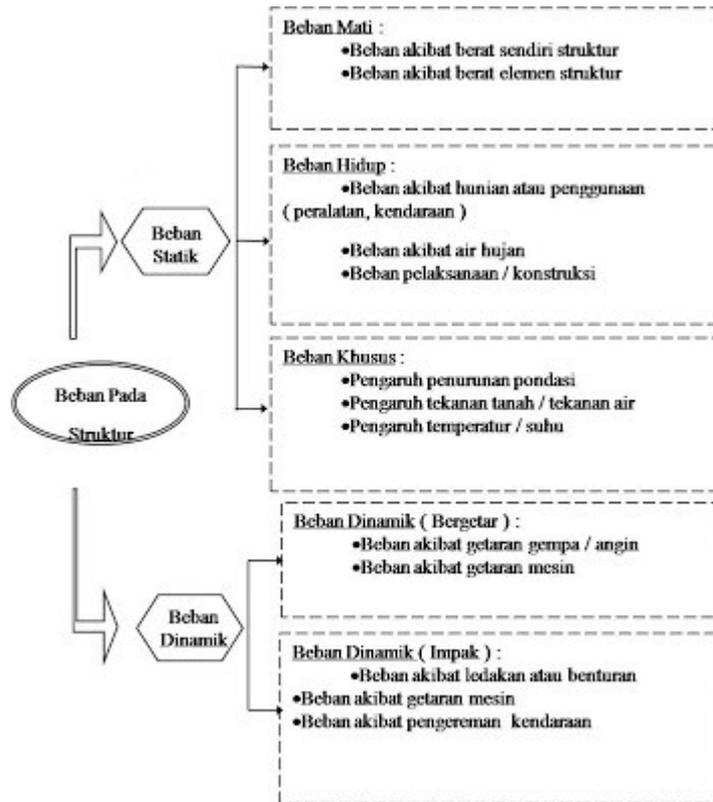
(serat) material komposit jauh berbeda.

2.5 Pembebanan

Mesin dan peralatan serta komponen komponennya pasti menerima beban operasional dan beban lingkungan dalam melakukan fungsinya. Beban dapat dalam bentuk gaya, momen, defleksi, temperature, tekanan dan lain lain. Analisis pembebanan dalam perancangan mesin atau komponen mesin sangatlah penting, karena jika beban telah diketahui maka dimensi, kekuatan, material, serta variabel desain lainnya dapat ditentukan. Jenis beban pada suatu mesin / peralatan dapat dibagi menjadi beberapa kelas berdasarkan karakter beban yang bekerja dan adanya gerakan atau perpindahan. Jika konfigurasi umum dari mesin telah didefinisikan dan gerakan kinematikanya telah dihitung, maka tugas berikutnya adalah menganalisis besar dan arah semua gaya, momen, dan beban lainnya. Beban beban ini dapat saja konstan atau bervariasi terhadap waktu. Komponen mesin dimana gaya tersebut bekerja juga bisa dalam keadaan diam (stastik) atau bergerak (dinamis).

Beban statis adalah beban yang bekerja secara terus-menerus pada suatu struktur. Beban statis juga diasosiasikan dengan beban-beban yang secara perlahan-lahan timbul serta mempunyai variabel besaran yang bersifat tetap (*steady states*). Dengan demikian, jika suatu beban mempunyai perubahan intensitas yang berjalan cukup perlahan sedemikian rupa sehingga pengaruh waktu tidak dominan, maka beban tersebut dapat dikelompokkan sebagai beban statik (*static load*). Deformasi dari struktur akibat beban statik akan mencapai puncaknya jika beban ini mencapai nilainya yang maksimum. Beban statis pada umumnya dapat dibagi lagi menjadi beban mati, beban hidup, dan beban khusus, yaitu beban yang diakibatkan oleh penurunan pondasi atau efek temperatur.

Beban dinamis adalah beban yang bekerja secara tiba-tiba pada struktur. Pada umumnya, beban ini tidak bersifat tetap (*unsteady-state*) serta mempunyai karakteristik besaran dan arah yang berubah dengan cepat. Deformasi pada struktur akibat beban dinamik ini juga akan berubah-ubah secara cepat.



Dalam mechanics of materials, terdapat beberapa jenis beban dimana masing-masing menyebabkan jenis tegangan tertentu:

1. Beban aksial (normal), mengakibatkan adanya tegangan normal. $\sigma = \frac{F}{A}$ (gaya normal dibagi luas penampang).
2. Beban transversal (geser), mengakibatkan adanya tegangan geser. $\tau = \frac{F}{A}$ (gaya geser dibagi luas penampang geser).
3. Beban tekuk (bending) murni, mengakibatkan adanya tegangan normal. Perlu dicatat bahwa tegangan normal yang diakibatkan oleh beban tekuk murni seringkali disebut juga sebagai tegangan tekuk (bending stress). $\sigma_{bending} = \frac{M \cdot y}{I}$, dimana M: momen tekuk yang bekerja, y: jarak dari titik yang dikaji ke sumbu netral, I: area moment of inertia.
4. Beban tekuk tidak murni (pada kasus Timoshenko beam), mengakibatkan adanya tegangan normal (tegangan tekuk) dan sekaligus tegangan geser.

5. Beban torsi, mengakibatkan adanya tegangan geser. Perlu dicatat bahwa tegangan geser yang diakibatkan oleh beban torsi seringkali disebut juga tegangan torsional. $\tau = (T.r)/J$, dimana T: torsi yang bekerja, r: jarak radial dari titik yang dikaji ke titik sumbu, J: polar moment of inertia.

Jika dua atau lebih dari beban-beban diatas terjadi sekaligus pada sebuah benda maka pembebanan yang terjadi sering disebut sebagai beban gabungan (combined loads), dan karenanya tegangan yang terjadi juga merupakan gabungan dari tegangan-tegangan yang diakibatkan oleh masing-masing jenis beban.

Setiap jenis beban yang tersebut diatas bisa direpresentasikan secara grafis sebagai fungsi dari posisi titik pada struktur yang sedang dikaji. Dalam menggambar diagram-diagram tersebut, biasa digunakan perjanjian tanda (sign convention) mengenai nilai positif dan nilai negatif. Sebetulnya perjanjian tanda tersebut bisa sembarang, hanya saja sebagaimana yang tersebut dibawah ini adalah yang lazim dipakai.

1. Diagram gaya normal; Gaya tarik bertanda positif.
2. Diagram gaya geser; Gaya geser yang mengakibatkan struktur berputar searah jarum jam adalah positif. Gaya terdistribusi positif jika mengarah ke atas (menjauhi struktur).
3. Diagram momen; Momen yang mengakibatkan struktur cekung di bagian atasnya (sehingga bisa menampung air) adalah positif.
4. Diagram torsi; Torsi yang searah dengan jari-jemari tangan kanan (berlawanan arah jarum jam) adalah positif.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Mesin uji kinerja roda gigi lurus

Merupakan alat uji yang akan digunakan untuk mengetahui daya dan putaran roda gigi, mesin uji roda gigi lurus dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 3.1 Mesin uji roda gigi lurus

Bagian- bagian pada mesin uji roda gigi sebagai berikut :

1. Motor (penggerak)
2. Poros
3. Cakram

4. Sensor Rpm
5. Sensor Loadcell
6. Inverter
7. Holder
8. Kopling Pland
9. Rangka
10. Roda Gigi

A. Bagian bagian dari mesin uji roda gigi lurus adalah :

1. Motor (penggerak)

Motor berfungsi sebagai pengguna sumber energi panas menjadi tenaga penggerak. Digunakan untuk menggerakkan *poros* dan membuat roda gigi berputar pada proses uji kinerja roda gigi lurus nilon dengan *mesin uji roda gigi*. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dapat dilihat pada gambar

3.2 dibawah ini :

- Spesifikasi dari motor penggerak :

Merek : Tanika

Type : Y802-4

Voltase : 220/380 V

Frekuensi : 50Hz

Putaran : 1390 rpm

Kuat arus : 3.5/2.0 Ampere

Power : 0,75 KW



Gambar 3.2 Motor (penggerak)

3. Cakram

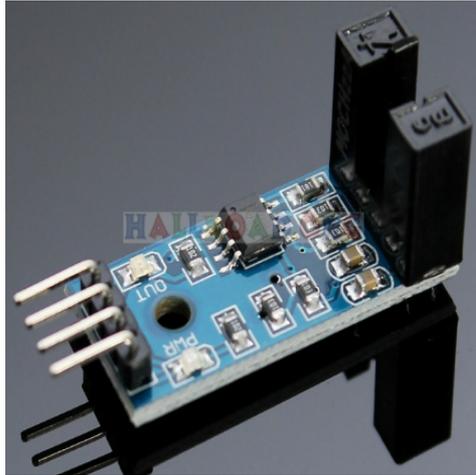
Rem cakram merupakan perangkat pengereman pada kendaraan bermotor yang terdiri dari piringan yang terbuat dari logam. Berfungsi Untuk menjepit piringan, memberi pengereman pada mesin uji roda gigi lurus, rem cakram dan cakram dilengkapi dengan sistem hidrolik dan cakram ini juga yang membantu loadcell untuk memberikan seberapa besar beban yang akan diberikan pada roda gigi. Rem cakram dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3 Cakram

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. Sensor Rpm dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3.4 Sensor putaran

5. Sensor Load Cell

6. Sensor LoadCell digunakan untuk membaca beban pada uji roda gigi lurus dan seberapa beban yang akan di berikan pada pengujian ini dan beban yang di berikan pada pengujian ini adalah 1 kg ,2 kg, 3kg,4kg, dan5 kg. Adapun Sensor Load Cell dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5 load cell

7. Inverter

1. Inverter digunakan untuk membaca frekuensi dan mengatur seberapa besar putaran yang diberikan pada pengujian roda gigi, dan nilai putaran yang diberikan pada pengujian ini adalah 900 rpm, 1050 rpm, 1200 rpm, 1350 rpm. Adapun interver dapat dilihat pada gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6 inverter

2. Kopling fland

8. Kopling digunakan untuk menyambung poros motor keporos roda gigi dimana kopling dapat menahan sebuah poros atau sebagai penghantar daya dari motor ke poros penggerak roda gigi. Adapun kopling pland dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut ini.



Gambar 3.7 kopling fland

3. **Arduino uno**

9. Arduino uno digunakan untuk membaca sensor ke PC dan arduino uno sebagai sistem aplikasi pembuat program pengatur program sistem kerja sensor pada rpm dan loadcell. Adapun arduino uno dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut ini.



Gambar 3.8 arduino uno

4. **Laptop**

10. Laptop, di gunakan pada saat proses pengujian dan dihubungkan dengan arduinouno yang akan menampilkan hasil Daya, putarn (Rpm), Torsi dan pembebanan dari loadcell yang terjadi pada saat pengujian. Adapun laptop dapat dilihat pada gambar 3.9 berikut ini.



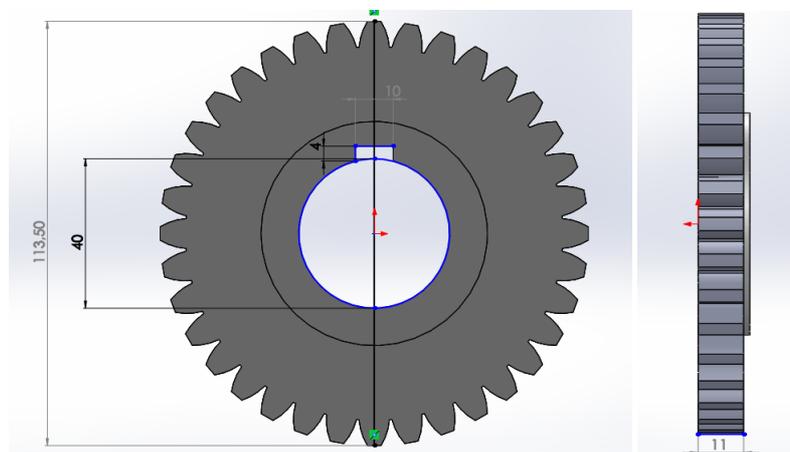
Gambar 3.9 Laptop

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah roda gigi lurus yang berbahan komposit.

a. Spesimen roda gigi lurus

skema gambar roda gigi lurus dalam studi ini dapat dilihat pada gambar 3.10 skema spesimen benda uji roda gigi lurus komposit berikut ini.



Gambar 3.10 Skema gambar roda gigi lurus

b. Bentuk spesimen belum dibuat

Bentuk spesimen sebelum dibuat : pada uji roda gigi lurus komposit. Dapat dilihat pada gambar 3.11 berikut ini.



Gambar 3.11 Spesimen sebelum dibuat

c. Spesimen sebelum diuji statik

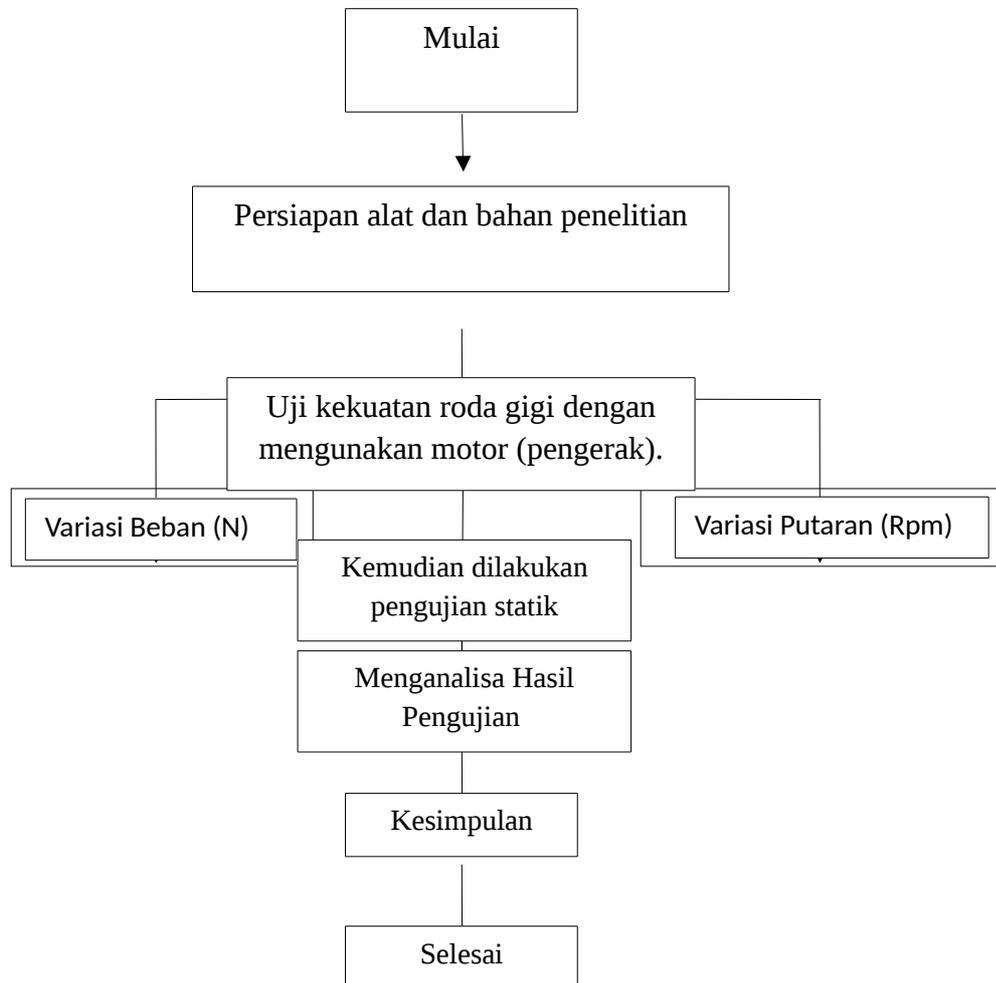
Bentuk spesimen sebelum diuji pada uji statik : dapat dilihat pada gambar 3.12 dibawah ini.



Gamabr 3.12 Bentuk sebelum diuji statik

3.3 Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.13. Diagram Alir Penelitian.

Dari gambar 3.14 dapat dilihat keterangan dari diagram alir penelitian ialah dengan mempersiapkan bahan percobaan atau spesimen. Bahan yang digunakan ialah roda gigi lurus komposit. Kemudian melakukan penelitian dengan pengujian yang menggunakan pembebanan terhadap kekuatan. Selanjutnya, mencatat hasil data dari pengujian yang telah dilakukan.

3.4 Pengujian dan Pengambilan Data

Tahap pengujian data dilaksanakan setelah seluruh tahap persiapan selesai.

Adapun tahap dalam pengujian ini adalah:

1. Tahap Persiapan
 - a. Mempersiapkan laptop untuk aplikasi arduino uno dan sensor rpm yang telah di instal pada laptop
 - b. Bahan yang digunakan pada pengujian adalah roda gigi lurus yang berbahan komposit.
 - c. Mempersiapkan kunci L , kunci reng 14 obeng minus dan Martil untuk memasang dan mengencangkan poros dan spesimen sebelum melakukan pengujian.
2. Tahap Pengambilan Data
Pengujian dilakukan pada alat uji roda gigi lurus komposit ialah atas dasar ketersediaan sarana dan prasarana Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengujian dilakukan dengan motor yang bergerak, sehingga roda gigi miring komposit dapat berputar.

3.5 Prosedur Pengujian

Pada pengujian ini melakukan uji pembebanan terhadap kekuatan pada roda gigi lurus komposit, adapun langkah-langkah prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Memasang roda gigi lurus komposit ke poros input dan output.
- b. Memasang rem cakram pada poros output.
- c. Mengencangkan baut holder yang ada pada input dan output.
- d. Memasang loadcell ke dudukan tempat dudukan loadcell.

- e. Memasang sensor ke tempat yang ada pada kerangka mesin.
- f. Menghidupkan laptop dan membuka aplikasi arduino uno
- g. Memasang kabel arduino uno ke laptop.
- h. Memeriksa kabel-kabel arduino uno, loadcell dan alat yang akan di uji.
- i. Menghidupkan mesin inverter.
- j. Melakukan pengujian dengan putaran 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, 45 Hz, 50 Hz dan dengan pembebanan 0,0 N, 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, 0,5 N selama 3 menit setiap pengujian.
- k. Mencatat hasil pengujian
- l. Mematikan inverter setelah pengujian selesai.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembahasan Spesimen

4.1.1 Hasil Pembuatan Spesimen Roda Gigi lurus

Hasil pembuatan roda gigi Lurus yang terbuat dari bahan komposit ini dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 roda gigi Lurus komposit

Berdasarkan gambar diatas diameter luar roda gigi lurus komposit yaitu 113,50 mm, diameter dalam 40 mm, jumlah gigi 36, panjang filter 10 mm, tinggi filter 4 mm, dan modul yang dipakai pada roda gigi lurus ini yaitu 3.

Pada Pengaruh Pembebanan Terhadap Kekuatan Roda Gigi Lurus

Komposit ini saya melakukan pengujian terhadap beban dan putaran yang dihasilkan dari pengujian roda gigi lurus ini. Pada pengujian roda gigi lurus komposit ini dilakukan pengujian dengan pembebanan yang berbeda beda, yaitu 0,0 N, 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N dan 0,5 N dan dengan kecepatan putaran yaitu: 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, 45 Hz dan 50 Hz.

4.1.2 Hasil pembuatan spesimen berbentuk silinder

Hasil pembuatan spesimen berbentuk silinder digunakan untuk melakukan pengujian statik untuk mengetahui seberapa kekuatan pada bahan komposit ini. Dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.





Gambar 4.2 hasil pembuatan spesimen berbentuk silinder

4.2 Hasil Pengujian Roda Gigi Lurus

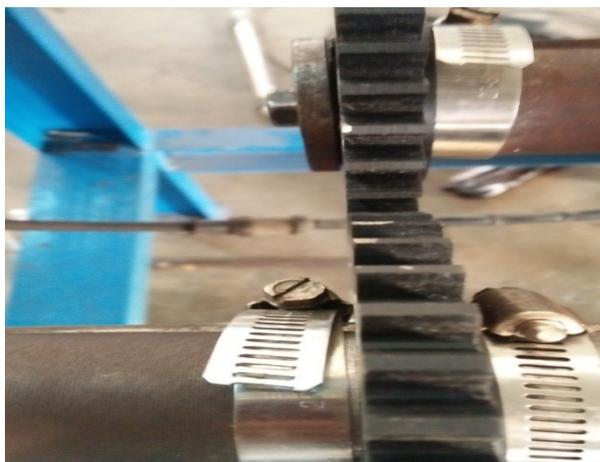
4.2.1 Percobaan 1



Gambar 4.3 roda gigi lurus sudah di uji

Percobaan 1 : 3628 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu : 0,0 N , 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.

4.2.2 Percobaan 2



Gambar 4.4 roda gigi lurus sudah di uji

Percobaan 2 : pada putaran 3524 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu : 0,0 N, 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.

4.2.3 Percobaan 3



Gambar 4.5 roda gigi lurus sudah di uji

Percobaan 3 : 3238 pada putaran rpm dengan beban yang bervariasi yaitu : 0,0 N, 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.

4.2.4 Percobaan 4



Gambar 4.6 roda gigi lurus sudah di uji

Percobaan 4 : 3028 pada putaran rpm dengan beban yang bervariasi yaitu : 0,0 N, 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.

4.2.5 Percobaan 5



Gambar 4.7 roda gigi lurus sudah di uji

Percobaan 5 : 2731 pada putaran rpm dengan beban yang bervariasi yaitu : 0,0 N, 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.

4.3 Hasil Uji Statik

Pada pengujian ini, panjang awal spesimen 40 mm dengan dilakukan uji tekan dengan gaya 4829,43 kg (4,8 N), sehingga didapatkan perubahan panjang 19 mm dapat dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini.



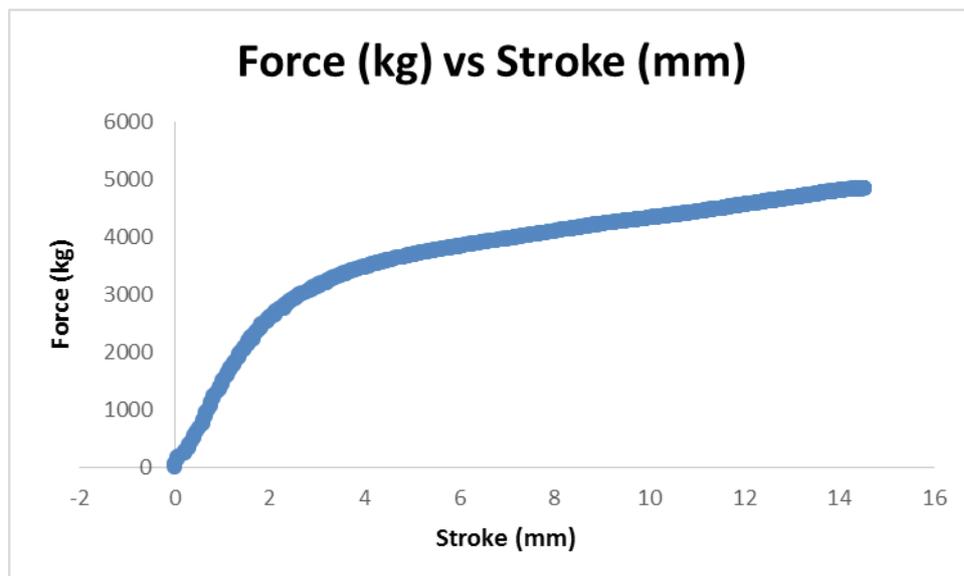
Gambar 4.8 hasil pengujian uji statik

4.4 Pembahasan dari penelitian

Setelah dilakukan pengujian pada spesimen roda gigi lurus dan uji statik, maka dari hasil data pengujian yang di dapat dilakukan pembahasan sebagai berikut.

4.4.1 Pembahasan uji statik

Berikut adalah hasil dari pengujian tekan statik pada spesimen berbentuk silinder, dengan alat uji statik seperti diperlihatkan pada gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.9 hasil pengujian uji statik force vs struke

Setelah melakukan pengujian terhadap spesimen uji, dilakukan pembahasan terhadap hasil yang diperoleh, yaitu :

No	Spesimen	Diameter			Keterangan
		Diamete r (mm)	Tinggi (mm)	Ber at (g)	
	1	20	40	20	

Dari beberapa spesimen uji berbentuk silinder dengan komposisi bahan:

Komposit, maka didapatkanlah hasil berikut ini .

Diameter, $d = 20mm$

$\ell = 40mm$

Luas penampang $A = \pi \cdot r$

$= 3.14 \times 10^2$

$= 314 mm^2$

Tegangan $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F \cdot g}{A}$

$= \frac{(4838,72 kgf) \times (9,81 m/s^2)}{314}$

$= 151,17 MPa$

Regangan $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$

$= \frac{815,40 (kgf) mm^2}{40 mm}$

$$=20,385$$

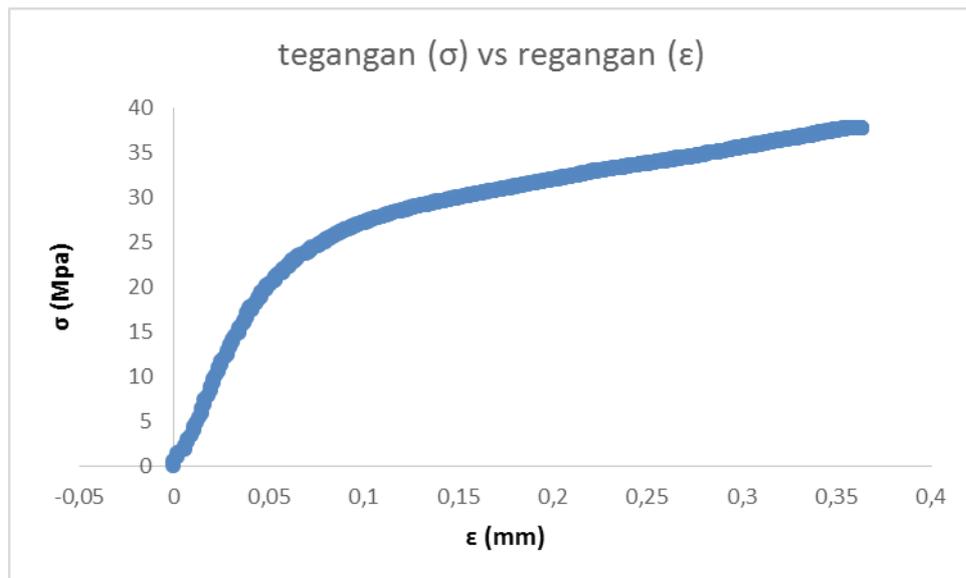
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Jadi modulus elastisitas

$$= \frac{4838,27}{15,40}$$

$$=314,2 \text{ MPa}$$

Sehingga didapat grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 4.10 grafik tegangan (σ) vs regangan (ϵ)

4.4.2 Pembahasan roda gigi

Data hasil pengujian percobaan pada roda gigi lurus komposit ini dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Data Percobaan Pembebanan dan Kecepatan putaran.

No	Waktu (menit)	Putaran (rpm)	Gaya Torsi (N)					
			0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1	3	4000	0	0	0	0	0	0
2	3	3500	0	0	0	0	0	0
3	3	3000	0	0	0	0	0	0
4	3	2500	0	0	0	0	0	0
5	3	2000	0	0	0	0	0	0

a. Percobaan 1

Percobaan 1 : pada putaran 4000rpm dengan beban yang bervariasi yaitu : 0,0 N, 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N, 0,5 N. Data diambil selama 3 menit dengan hasil data sebagai berikut :

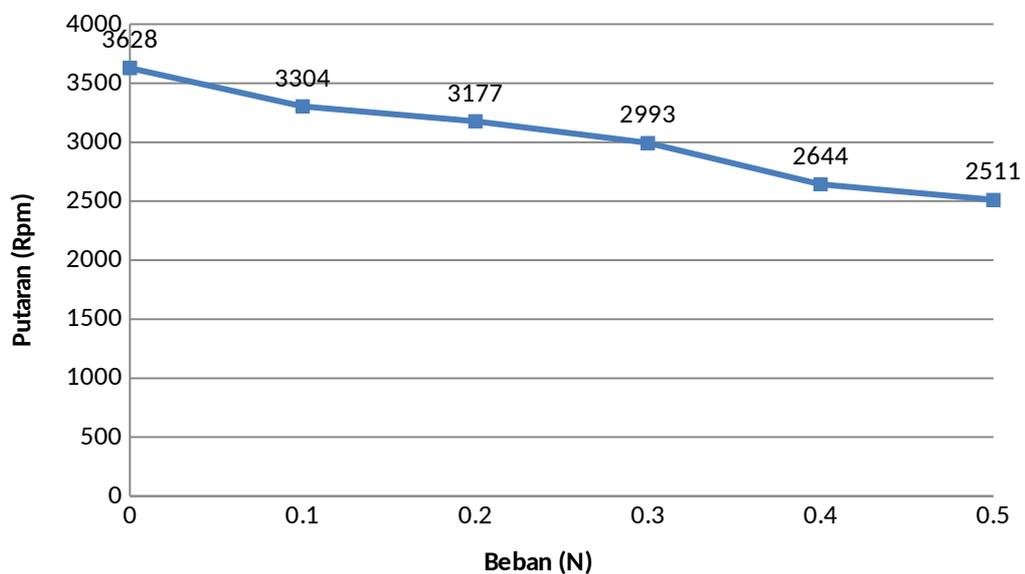
Tabel 4.2 Data nilai pengujian dengan putaran 4000 rpm dengan beban bervariasi

Putaran 3628 rpm			
No	Waktu	Putaran (rpm)	Beban Torsi (N)
1	3 menit	3628	0,0
2	3 menit	3304	0,1
3	3 menit	3177	0,2
4	3 menit	2993	0,3
5	3 menit	2644	0,4
6	3 menit	2511	0,5

Pada tabel 4.2 hasil grafik nilai putaran pembebanan, dimana saat putaran 4000 rpm diberikan beban 0,0 N maka putaran yang terjadi pada roda gigi semakin menurun menjadi 3628 rpm, pada putaran 4000 rpm di beri beban 0,1 N maka putaran yang terjadi pada roda gigi semakin menurun menjadi 3304 rpm,

dan pada putaran 4000 rpm diberikan beban 0,2 N maka putaran yang terjadi pada roda gigi semakin menurun menjadi 3177 rpm, dan pada putaran 4000 rpm diberikan beban 0,3 N maka putaran yang terjadi pada roda gigi semakin menurun menjadi 2993 rpm dan pada putaran 4000 rpm diberikan beban 0,4 N maka putaran yang terjadi pada roda gigi semakin menurun menjadi 2644 rpm, dan pada putaran 4000 rpm diberikan beban 0,5 N maka yang terjadi putaran pada roda gigi semakin menurun menjadi 2511 rpm, jadi dalam percobaan pengaruh pembebanan sangat berpengaruh terhadap putaran sehingga saat diberikan 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.

Dari hasil data percobaan 1 pada tabel 4.2 di atas maka diperoleh grafik, Dapat dilihat pada gambar 4.11 antara lain, yaitu :



Gambar 4.11 Grafik beban Versus Putaran (Rpm)

b. Percobaan 2

Percobaan 2 : Putaran 3524 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu :

Beban 0,0 N, 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit

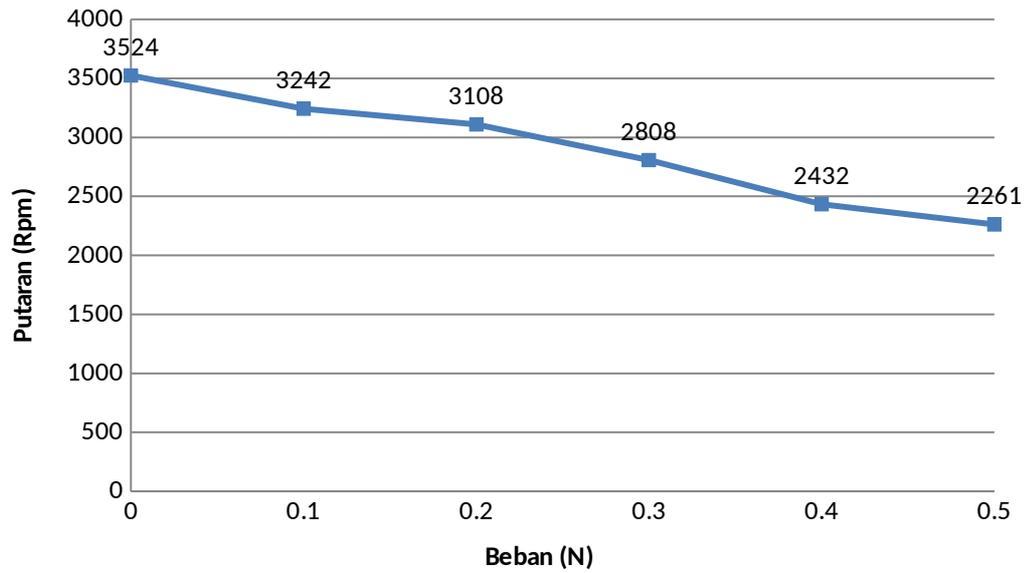
dengan hasil rata-rata pada tabel 4.3 dibawah ini :

Tabel 4.3 Data nilai pengujian dengan Putaran 3524 rpm, dan beban bervariasi.

Putaran 3524 rpm			
No	Waktu	Putaran (rpm)	Beban Torsi (N)
1	3 menit	3524	0,0
2	3 menit	3242	0,1
3	3 menit	3108	0,2
4	3 menit	2808	0,3
5	3 menit	2432	0,4
6	3 menit	2261	0,5

Data hasil dari percobaan 2 pada tabel 4.3 diatas maka diperoleh grafik,

sdapat dilihat pada gambar 4.12 antara lain, yaitu :



Gambar: 4.12. Grafik Beban Versus Putaran (Rpm)

c. Percobaan 3

Percobaan 3 : Putaran 3238 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu :

Beban 0,0 N, 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit

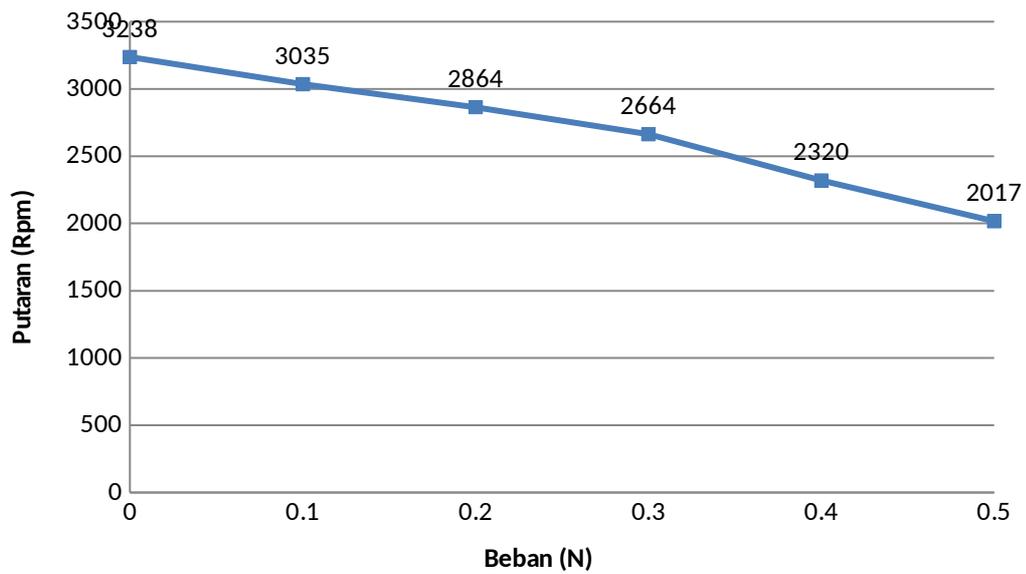
dengan rata-rata pada tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Data nilai pengujian dengan putaran 3138 rpm dan beban bervariasi

Putaran 3238 rpm			
No	Waktu	Putaran (rpm)	Beban Torsi (N)
1	3 menit	3238	0,0
2	3 menit	3035	0,1
3	3 menit	2864	0,2
4	3 menit	2664	0,3
5	3 menit	2320	0,4
6	3 menit	2017	0,5

Dari hasil data percobaan 3 pada tabel 4.4 diatas maka diperoleh grafik,

dapat dilihat pada gambar 4.13 antara lain, yaitu :



Gambar 4.13 Grafik beban Versus Putaran (Rpm)

d. Percobaan 4

Percobaan 4 : Putaran 3028 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu :

Beban 0,0 N, 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 :

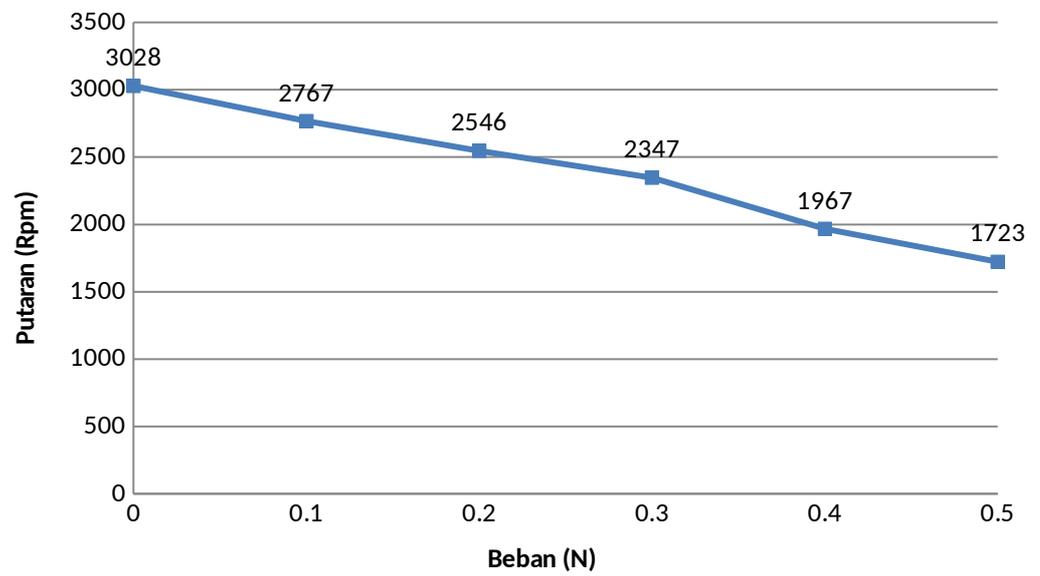
Tabel 4.5 Data nilai pengujian dengan putaran 3028 rpm dengan beban bervariasi

Putaran 3028 rpm			
No	Waktu	Putaran (rpm)	Beban Torsi (N)

1	3 menit	3028	0,0
2	3 menit	2767	0,1
3	3 menit	2546	0,2
4	3 menit	2347	0,3
5	3 menit	1967	0,4
6	3 menit	1723	0,5

Data hasil percobaan 4 pada tabel 4.5 diatas maka di peroleh beberapa grafik antara

lain, yaitu :



Gambar 4.14 Grafik beban Versus Putaran (Rpm)

e. Percobaan 5

Percobaan 5 : Putaran 2731 rpm dengan beban yang bervariasi yaitu :

Beban 0,0 N, 0,1 N, 0,2 N, 0,3 N, 0,4 N dan 0,5 N. Data diambil selama 3 menit

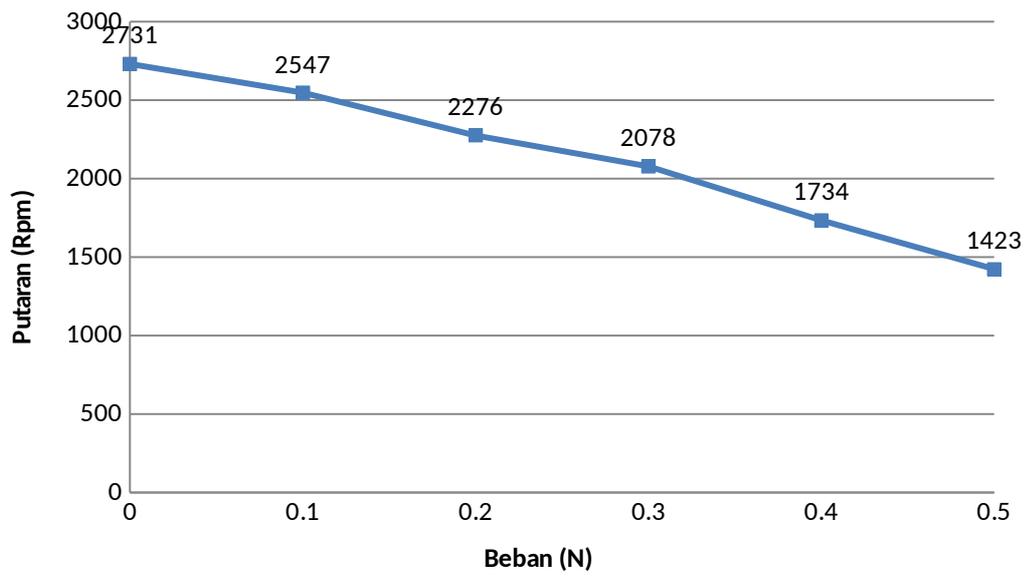
dengan hasil rata-rata tabel 4.5 di bawah ini :

Tabel 4.6 Data nilai pengujian dengan putaran 2731 rpm dengan beban bervariasi

Putaran 2731 rpm			
No	Waktu	Putaran (rpm)	Beban Torsi (N)
1	3 menit	2731	0,0
2	3 menit	2547	0,1
3	3 menit	2276	0,2
4	3 menit	2078	0,3
5	3 menit	1734	0,4
6	3 menit	1432	0,5

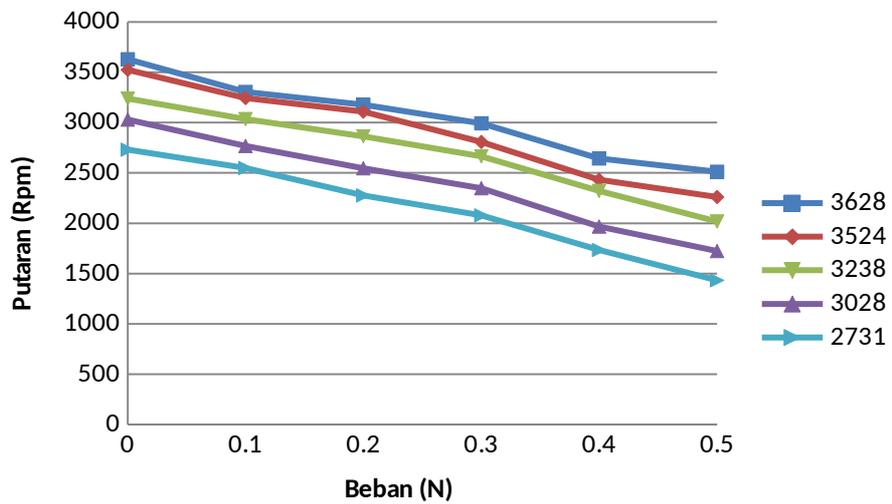
Dari hasil percobaan 5 pada tabel 4.6 di atas maka diperoleh beberapa grafik antara

lain, yaitu :



Gambar 4.15 Grafik beban Versus Putaran (Rpm)

4.5 Hasil Perbandingan Putaran Grafik Roda Gigi

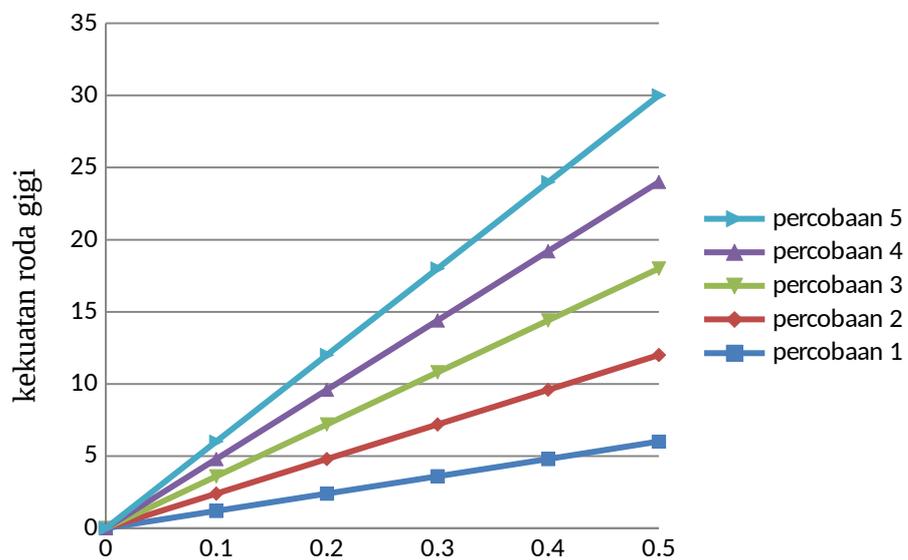


Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Roda Gigi

Tabel 4.7 Data nilai daya pada beban bervariasi dan putaran bervariasi.

b	Perc	Perc	Perc	Perc	Perco
beban	beban 1	beban 2	beban 3	beban 4	beban 5
0	0	0	0	0	0
,0					
0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
,1					
0	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
,2					
0	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
,3					
0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
,4					
0	6	6	6	6	6
,5					

4.6 Hasil Grafik Perbandingan Daya Pada Beban Bervariasi



Gambar 4.17 grafik hasil kekuatan

4.7 Hasil Perbandingan Kekuatan dari putaran (Rpm) dan Beban (N)

Perbandingan Hasil Putaran (Rpm) dan Beban (N)

Beban (N)	4	3	3	2	2
	000	500	000	500	000
0	3 628	3 3524	3 238	3 028	2 731
1	3 304	3 3242	3 035	2 767	2 547
2	3 177	3 3108	2 864	2 546	2 276
3	2 993	2 2808	2 664	2 347	2 078
4	2 644	2 2432	2 320	1 967	1 734
5	2 511	2 2261	2 017	1 723	1 432

4.8 Analisa Daya Dan Kekuatan

4.8.1 Analisa Rumus Daya

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan peneliti maka disini peneliti mengambil sampel untuk penerapannya kedalam rumus daya.

1. Percobaan 1

$$\begin{aligned}
 \text{a. } T &= F \times R \\
 &= 0,0 \times 12 \\
 &= 0 \text{ kg/cm}
 \end{aligned}$$

b. $T = F \times R$
 $= 0,1 \times 12$
 $= 1,2 \text{ kg/cm}$

c. $T = F \times R$
 $= 0,2 \times 12$
 $= 2,4 \text{ kg/cm}$

d. $T = F \times R$
 $= 0,3 \times 12$
 $= 3,6 \text{ kg/cm}$

e. $T = F \times R$
 $= 0,4 \times 12$
 $= 4,8 \text{ kg/cm}$

f. $T = F \times R$
 $= 0,5 \times 12$
 $= 6 \text{ kg/cm}$

2. Percobaan 2

a. $T = F \times R$
 $= 0,0 \times 12$
 $= 0 \text{ kg/cm}$

b. $T = F \times R$
 $= 0,1 \times 12$
 $= 1,2 \text{ kg/cm}$

c. $T = F \times R$
 $= 0,2 \times 12$

$$=2,4 \text{ kg/cm}$$

d. $T = F \times R$
 $=0,3 \times 12$
 $=3,6 \text{ kg/cm}$

e. $T = F \times R$
 $=0,4 \times 12$
 $=4,8 \text{ kg/cm}$

f. $T = F \times R$
 $=0,5 \times 12$
 $=6 \text{ kg/cm}$

3. Percobaan 3

a. $T = F \times R$
 $=0,0 \times 12$
 $=0 \text{ kg/cm}$

b. $T = F \times R$
 $=0,1 \times 12$
 $=1,2 \text{ kg/cm}$

c. $T = F \times R$
 $=0,2 \times 12$
 $=2,4 \text{ kg/cm}$

d. $T = F \times R$
 $=0,3 \times 12$
 $=3,6 \text{ kg/cm}$

e. $T = F \times R$

$$=0,4 \times 12$$
$$=4,8 \text{ kg/cm}$$

f. $T = F \times R$

$$=0,5 \times 12$$
$$=6 \text{ kg/cm}$$

4. Percobaan 4

a. $T = F \times R$

$$=0,0 \times 12$$
$$=0 \text{ kg/cm}$$

b. $T = F \times R$

$$=0,1 \times 12$$
$$=1,2 \text{ kg/cm}$$

c. $T = F \times R$

$$=0,2 \times 12$$
$$=2,4 \text{ kg/cm}$$

d. $T = F \times R$

$$=0,3 \times 12$$
$$=3,6 \text{ kg/cm}$$

e. $T = F \times R$

$$=0,4 \times 12$$
$$=4,8 \text{ kg/cm}$$

f. $T = F \times R$

$$=0,5 \times 12$$
$$=6 \text{ kg/cm}$$

5. Percobaan 5

- a. $T = F \times R$
 $= 0,0 \times 12$
 $= 0 \text{ kg/cm}$
- b. $T = F \times R$
 $= 0,1 \times 12$
 $= 1,2 \text{ kg/cm}$
- c. $T = F \times R$
 $= 0,2 \times 12$
 $= 2,4 \text{ kg/cm}$
- d. $T = F \times R$
 $= 0,3 \times 12$
 $= 3,6 \text{ kg/cm}$
- e. $T = F \times R$
 $= 0,4 \times 12$
 $= 4,8 \text{ kg/cm}$
- f. $T = F \times R$
 $= 0,5 \times 12$
 $= 6 \text{ kg/cm}$

6. Percobaan 6

- a. $T = F \times R$
 $= 0,0 \times 12$
 $= 0 \text{ kg/cm}$

$$\begin{aligned} \text{b. } T &= F \times R \\ &= 0,1 \times 12 \\ &= 1,2 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } T &= F \times R \\ &= 0,2 \times 12 \\ &= 2,4 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } T &= F \times R \\ &= 0,3 \times 12 \\ &= 3,6 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } T &= F \times R \\ &= 0,4 \times 12 \\ &= 4,8 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } T &= F \times R \\ &= 0,5 \times 12 \\ &= 6 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

4.8.2 Analisa Kekuatan Roda Gigi Lurus Komposit

Percobaan 1

$$\begin{aligned} \text{a. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{1,2 \cdot 3304}{9,7 \times 10^5} \\ &= \frac{3964,8}{9,7 \times 10^5} = \frac{3964,8}{975,000} = 0,00406 \cdot kw \end{aligned}$$

$$\text{b. } pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$$

$$= \frac{1,4.3177}{9,7 \times 10^5}$$

$$= \frac{7624,8}{9,75 \times 10^5} = 0,0078 \text{ kw}$$

c. $pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$

$$= \frac{3,6.2993}{975000} = \frac{10.774,8}{975000} = 0,011 \text{ kw}$$

d. $pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$

$$= \frac{4,8.2644}{975000} = \frac{12.691,2}{975000} = 0,013 \text{ kw}$$

e. $pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$

$$= \frac{6.2511}{975000} = \frac{15.0,66}{975000} = 0,015 \text{ kw}$$

Percobaan 2

p

a. $pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$

$$= \frac{1,2.3242}{975000} = \frac{3890,4}{975000} = 0,0039 \text{ kw}$$

b. $pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$

$$= \frac{2,4.3108}{975000} = \frac{7459,2}{975000} = 0,0076 \text{ kw}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{3,6 \cdot 2808}{975000} = \frac{10 \cdot 108,8}{975000} = 0,0163 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{4,8 \cdot 2432}{975000} = \frac{11 \cdot 673,6}{975000} = 0,0119 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{6 \cdot 2261}{975000} = \frac{13 \cdot 566}{975000} = 0,013 \text{ kw} \end{aligned}$$

Percobaan 3

$$\begin{aligned} \text{a. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{1,2 \cdot 3035}{975000} = \frac{3642}{975000} = 0,0038 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{2,4 \cdot 2864}{975000} = \frac{6 \cdot 873,6}{975000} = 0,0070 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{3,6 \cdot 2664}{975000} = \frac{9590}{975000} = 0,0099 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{4,8 \cdot 2320}{975000} = \frac{11 \cdot 136}{975000} = 0,0114 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{6 \cdot 2017}{975000} = \frac{12 \cdot 102}{975000} = 0,012 \text{ kw} \end{aligned}$$

Percobaan 4

$$\begin{aligned} \text{a. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{1,2 \cdot 2767}{975000} = \frac{3320,4}{975000} = 0,0034 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{2,4 \cdot 2546}{975000} = \frac{6110,4}{975000} = 0,0062 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{3,6 \cdot 2347}{975000} = \frac{8449,2}{975000} = 0,0086 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } pd &= \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5} \\ &= \frac{4,8 \cdot 1967}{975000} = \frac{9441,6}{975000} = 0,0096 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\text{e. } pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$$

$$= \frac{6.1723}{975000} = \frac{10.338}{975000} = 0,0106 \text{ kw}$$

Percobaan 5

a.
$$pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$$
$$= \frac{1,2 \cdot 2547}{975000} = \frac{3056,4}{975000} = 0,0031 \text{ kw}$$

b.
$$pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$$
$$= \frac{2,4 \cdot 2276}{975000} = \frac{5462,4}{975000} = 0,0056 \text{ kw}$$

c.
$$pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$$
$$= \frac{3,6 \cdot 2078}{975000} = \frac{7480,8}{975000} = 0,0076 \text{ kw}$$

d.
$$pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$$
$$= \frac{4,8 \cdot 1734}{975000} = \frac{8323,2}{975000} = 0,0085 \text{ kw}$$

e.
$$pd = \frac{T \cdot n}{9,75 \times 10^5}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan yang telah di tuliskan maka didapatla kesimpulan bahwasanya roda gigi yang digunakan berbahan komposit menghasilkan dampak yang baik dalam percobaan:

1. dari percobaan yang telah dilakukan maka didapat la hasil pembebanan roda gigi lurus komposit

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian mesin uji kekuatan roda gigi lurus komposit. Maka saya dapat menyarankan agar penulis berikutnya lebih baik dan dikembangkan lagi, alat didalam lab universitas muhamadiyah sumatera utara :

1. Saran Agar melengkapi peralatan-peralatan untuk pengujian suatu matrial. Sehingga penulis dapat melanjutkan penelitian-penelitian yang lebih baik, supaya dapat dilakukan di Lab Fakultas Teknik UMSU.
2. Bagi penulis selanjutnya diharapkan dalam melakukan perencanaan atau pengujian, sangat dibutuhkan ketelitian agar tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data.
3. Keselamatan kerja juga harus selalu diutamakan.

DAFTAR PUSTAKA

Dalpiaz G., Rivola A. and Rubini R, 2000, Gear Fault Monitoring: Comparison OfVibration

Analisis Techniques.Mechanical System and Signal Processing, Vol.3, 387–412, 2000.

IR.Sularso dan Kiyokatshu Suga, 1987, Dasar dan Pemilihan Elemen Mesin, Cetakan keenam, Pradnya Paramita. Jakarta.

Mujiarto, Iman. 2005, *Sifat Dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif*, Jurnal Teknik Mesin, Vol. 3.(2), Hal. 65.

Neugebauer et al, 2007, Straight and experimental study of slippage in gear rolling. *Journal of Materials Processing Technology* 234, 2016, 280–289

Kamouneh et al, 2007, Journal Schematic diagram of gear rolling. *Journal of Materials Processing Technology* 234, 2016, 280–289

Uematsu, 2002, introduction. *Journal of Materials Processing Technology* 234, 2016, 280–289

Yefrichan, 2007, dasar analisis roda gigi. *Teknik engineering*

Zhao et al, 2009, .Journal Analysis of applied forces, and influencing factors on gear rolling slippage. *Journal of Materials Processing Technology* 234, 2016, 280–289

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : RIAN IRAWAN
NPM : 1207230004
Tempat/Tanggal lahir : AEK KANOPAN, 15 FEBRUARI 1992
Agama : ISLAM
Alamat : BALAM KM 8 (ROKAN HILIR RIAU)
Jenis Kelamin : LAKI-LAKI
Anak ke : 2 DARI 5 BERSAUDARA
No.Hp : 081263969302
Telp : -
Status Perkawinan : BELUM MENIKAH
Email : -
Nama Orang Tua :
 Ayah : NGATINO
 Ibu : BOINEM,S.Pd

PENDIDIKAN FORMAL

1999 – 2005 : SD SWASTA ABDI NEGARA
2005 – 2008 : SMP SWASTA ABDI NEGARA
2008 – 2011 : SMK SWASTA ABDI NEGARA
2012 – 2018 : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
UTARA