

TUGAS AKHIR

ANALISA KETAHANAN RODA GIGI LURUS MESIN PENCACAH LIMBAH BOTOL PLASTIK DAN SOFTDRINK KAPASITAS 10 KG/JAM

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**ABDULLAH
1407230033**



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Abdullah
NPM : 1407230033
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Ketahanan Roda Gigi Lurus Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik Dan Softdrink Kapasitas 10 Kg/jam
Bidang ilmu : Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, juli 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Chandra A. Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Abdullah
Tempat /Tanggal Lahir : Helvetia 12 Juli 1996
NPM : 1407230033
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Ketahanan Roda Gigi Lurus Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik Dan Softdrink Kapasitas 10 kg/jam”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/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 Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Juli 2019

Saya yang menyatakan,



ABSTRAK

Berbagai persoalan yang menyangkut masalah kehidupan masyarakat akan selalu muncul seiring dengan perkembangan jaman. Masalah-masalah dominan yang sering menjadi polemik dalam kehidupan masyarakat adalah masalah sampah yang erat kaitannya dengan lingkungan. Sampah adalah benda padat hasil samping dari kegiatan manusia atau makhluk lain, menyusul produk dan peristiwa alam. Roda gigi adalah bagian dari elemen yang mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat tidak dapat dilakukan oleh roda gesek. Roda gigi juga mampu menerima beban yang besar dengan konstruksinya yang sederhana. Roda gigi pada umumnya dimaksudkan adalah suatu benda dari logam atau non logam yang bulat dan pipih pada pinggirnya bergerigi. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa ketahanan roda gigi lurus pada mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink. Material yang digunakan untuk membuat roda gigi tergantung pada kekuatan dan kondisi pemakaian. Roda gigi dapat dibuat dari material logam dan non logam. Roda gigi yang digunakan pada mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink ini menggunakan bahan SC (baja karbon). Catia adalah sebuah perangkat lunak atau software komersial multi-platform CAD/CAM/CAE yang dikembangkan oleh perusahaan perancis "Dassault Systemes". Software ini pun dapat digunakan untuk perencanaan dan perancangan proses pemesinan dari suatu product, membuat simulasinya, serta menganalisa karakteristik dari product itu. Untuk menganalisa roda gigi lurus menggunakan *software catia* sebagai medianya. Dengan menggunakan software ini dapat menggambar roda gigi dan mensimulasikan hasil analisa roda gigi. Roda gigi mampu menahan beban selama proses pencacahan limbah botol plastik dan softdrink. Untuk perhitungan torsi roda gigi dengan kecepatan putaran 1405 rpm roda gigi mampu bertahan hingga 15,21 N.m sedangkan pada kecepatan 102,5 rpm roda gigi mampu bertahan hingga 30,43 N.m. Oleh karena itu tegangan geser yang izinkan harus lebih besar dibandingkan tegangan geser yang terjadi sehingga dapat mengetahui faktor keamanan yang terjadi pada roda gigi.

Kata kunci : Roda gigi, *software catia*, ketahanan roda gigi.

ABSTRACT

Various problems concerning the problems of people's lives will always emerge along with the times. The dominant problems that often become a polemic in people's lives are waste problems that are closely related to the environment. Garbage is a solid object as a result of the activities of humans or other creatures, following natural products and events. The gears are part of the element that transmits large power and the right rotation cannot be done by the friction wheel. The gears are also able to accept large loads with a simple construction. Gear wheels are generally intended to be round and flat metal or non-metal objects at the jagged edges. Therefore, this study aims to analyze the resistance of straight gears on plastic bottle and soft drink waste counting machines. The material used to make gears depends on the strength and conditions of use. The gears can be made from metal and non-metal materials. The gear wheels used in the plastic bottle and soft drink waste counting machines use SC (carbon steel) material. Catia is a multi-platform CAD / CAM / CAE commercial software or software developed by the French company "Dassault Systemes". This software can also be used for planning and designing the machining process of a product, making simulations, and analyzing the characteristics of the product. to analyze straight gears using software catia as the medium. Using this software can draw gears and simulate the results of gear analysis. The gears are able to withstand loads during the process of enumerating plastic bottles and soft drinks. For the calculation of gear torque with a rotation speed of 1405 rpm the gears can last up to 15.21 Nm while at speeds of 102.5 rpm the gears can last up to 30.43 Nmoleh therefore the allowable shear stress must be greater than the shear stress that occurs so that it can know the safety factors that occur on the gears.

Keywords: gears, software catia, gear resistance.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Ketahanan Roda Gigi Lurus Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik Dan Softdrink Kapasitas 10 kg/jam” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak M.Yani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra.A.Siregar, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Wagino dan Rahimah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Frendi Segara, Abdullah, M.Yusup, Azhar, Mulyadi dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, Juli 2019



Abdullah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan umum	3
1.4.2.Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian roda gigi	5
2.2. Jenis-jenis roda gigi	8
2.3. Material roda gigi	13
2.4. Fungsi roda gigi	14
2.5. Profil roda gigi dan kelakuan	16
2.6. Jenis-jenis profil gigi pada Roda gigi	17
2.7. Bentuk gigi	18
2.8. Syarat dua roda gigi bekerja-sama	19
2.9. Cara kerja roda gigi	20
2.10. Rumus-rumus perhitungan roda gigi lurus	21
2.11. Nama-nama bagian roda gigi	21
2.12. Software Catia	23
2.13. kelebihan dan kekurangan software Catia	25
BAB 3 METODOLOGI	
3.1. Tempat dan waktu	26
3.2. Alat yang digunakan	27
3.3. Diagram alir	28
3.4. Prosedur penelitian	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Perhitungan dan pembuatan roda gigi	30
4.2. Kepala pembagi	32
4.3. Macam-macam kepala pembagi	32
4.4. Keterangan kepala pembagi dengan roda gigi lurus dan poros lurus yang dilengkapi piring pembagi	33
4.5. Pembagian dengan kepala pembagi	34
4.6 Proses pembuatan roda gigi lurus	34

4.7	Pembuatan roda gigi lurus dengan menggunakan software catia	36
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran	49
	DAFTAR PUSTAKA	50
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klarifikasi roda gigi	7
Tabel 3.1. Jadwal proses kegiatan analisa ketahanan roda gigi lurus mesin pencacah limbah botol plastik	26
Tabel 4.3 jumlah lubang piring pembagi	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Roda gigi lurus	8
Gambar 2.2 Roda gigi miring	8
Gambar 2.3 Roda gigi miring ganda	9
Gambar 2.4 Roda gigi dalam	9
Gambar 2.5 Pinyon dan batang gigi	10
Gambar 2.6 Roda gigi kerucut lurus	10
Gambar 2.7 Roda gigi kerucut spiral	11
Gambar 2.8 Roda gigi permukaan	11
Gambar 2.9 Roda gigi miring silang	12
Gambar 2.10 Roda gigi cacing silindris dan globoid	12
Gambar 2.11 Roda gigi hypoid	13
Gambar 2.12 Material roda gigi	14
Gambar 2.13 Roda gigi sebagai penerus daya	15
Gambar 2.14 Roda gigi sebagai pengubah putaran	15
Gambar 2.15 Roda gigi sebagai pemindah zat cair	16
Gambar 2.16 Lengkungan involut	17
Gambar 2.17 Profil gigi sikloida	17
Gambar 2.18 Profil gigi evolvente	18
Gambar 2.19 Roda gigi bekerja sama	20
Gambar 2.20 Cara kerja roda gigi	20
Gambar 2.21 Nama-nama bagian roda gigi	22
Gambar 2.22 Software catia	24
Gambar 3.1 Laptop	27
Gambar 3.2 Perangkat lunak	27
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian	28
Gambar 4.1 Piring pembagi	33
Gambar 4.2 Part design	36
Gambar 4.3 Toolbar new	37
Gambar 4.4 Toolbar sketcher	37
Gambar 4.5 Hasil dari pemilihan toolbar sketcher	38
Gambar 4.6 Menentukan diameter	38
Gambar 4.7 Membuat fillet	39
Gambar 4.8 Hasil fillet	39
Gambar 4.9 Membuat jumlah gigi	40
Gambar 4.10 Membuat tinggi gigi	40
Gambar 4.11 Membuat jumlah gigi	40
Gambar 4.12 Hasil pembuatan jumlah gigi	41
Gambar 4.13 Hasil roda gigi	41
Gambar 4.14 Menentukan material roda gigi	42
Gambar 4.15 Pemilihan jenis simulasi	42
Gambar 4.16 Pemberian pengikat (klaim) pada roda gigi	43
Gambar 4.17 Menentukan tekanan roda gigi	43
Gambar 4.18 Meng <i>compute</i> untuk mengetahui hasil simulasi	44
Gambar 4.19 Hasil simulasi pertama	45
Gambar 4.20 Hasil simulasi kedua	47
Gambar 4.21 Hasil simulasi ketiga	48

DAFTAR NOTASI

M	= Modul
Z	= Jumlah gigi
D	= Diameter <i>pitch</i>
Da	= Diameter luar
Df	= Diameter kaki
Ha	= Adendum
Hf	= Dedendum
H	= Kedalaman alur/tinggi gigi
T	= Jarak <i>pitch</i>
B	= Lebar gigi
HK	= Tinggi kepala gigi roda gigi
DK	= Diameter kepala gigi
HF	= Tinggi kaki gigi
DF	= Diameter kaki gigi
N	= Pembagian kepala pembagi
P	= Daya
σ_B	= Kekuatan tarik
sf_1	= Faktor keamanan akibat pengaruh massa untuk bahan S-C (baja karbon) diambil 6,0 sesuai standart ASME,
sf_2	= Faktor keamanan akibat pengaruh bentuk poros atau daya spline pada poros, harga sebesar 1,3 – 3,0
T	= Torsi
τ_a	= Tegangan geser yang diizinkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai persoalan yang menyangkut masalah kehidupan masyarakat akan selalu muncul seiring dengan perkembangan jaman. Masalah-masalah dominan yang sering menjadi polemik dalam kehidupan masyarakat adalah masalah sampah yang erat kaitannya dengan lingkungan. Sampah adalah benda padat hasil samping dari kegiatan manusia atau makhluk lain, menyusul produk dan peristiwa alam. Karakteristik sampah sendiri dibagi menjadi sampah organik dan anorganik. Jenis sampah dengan persentase organik yang tinggi sangat cocok diolah menjadi kompos, sumber gasbio dan sejenisnya. Sedangkan komponen anorganik mempunyai potensi sebagai bahan daur ulang yang juga cukup potensial seperti plastik, kertas, logam/kaleng, kaca, karet. Berdasarkan kenyataannya tersebut, akan lebih baik bila pengurangan jumlah sampah dilakukan melalui proses pengolahan sampah yang terpadu. Kesadaran umat manusia untuk kembali menjaga keseimbangan alam mulai timbul, tentunya setelah manusia menyadari bahwa bilahal ini dibiarkan maka kemungkinan dalam waktu *relative* singkat alam akan kehilangan potensinya. Demikian pula perkembangan teknologi mengarah ke teknologi yang berwawasan lingkungan dan hemat energi. Teknologi daur ulang sampah kini sangat memungkinkan untuk menjadikan sampah sebagai barang yang berharga dan dapat di perjual belikan.

Sampah yang dihasilkan berasal dari kegiatan belajar mengajar, konsumsi makanan, dan sampah organik Kajian Pengelolaan Sampah seperti dedaunan mengingat banyaknya pepohonan. Dengan produksi sampah yang banyak, bangunan pendidikan seharusnya memiliki sistem pengelolaan sampah yang baik, agar sampah-sampah yang dihasilkan dapat dikelola dengan tepat dan sampah-sampah tersebut dapat dimanfaatkan kembali. Banyaknya sampah yang dihasilkan menyebabkan semakin terbatasnya tempat penampungan sampah. Bahkan ditemukan karya-karya mahasiswa yang bertumpukan di koridor jalan, hal ini disebabkan karena semakin banyaknya karya mahasiswa, sehingga tidak mampu menampung karya yang begitu banyak, dan akhirnya karya mahasiswa tersebut tertelantarkan/terbuang. Karya tersebut berupa maket dan gambar.

Selain itu, sampah seperti dedaunan perlu dikelola dengan tepat. Hal tersebut dimungkinkan karena belum tersedianya tempat atau ruang untuk mewadahnya. Botol plastik bekas kemasan air minum yang terbuat dari bahan PET (*Polyethylene-Terephthalate*), masih banyak mengandung bahan yang dapat dimanfaatkan kembali untuk daur ulang. Dengan adanya kandungan bahan-bahan yang masih bisa digunakan untuk proses daur ulang (*recycle*), maka botol bekas kemasan air minum yang selama ini dibuang begitu saja, perlu diupayakan pengumpulan dan sekaligus dihancurkan menjadi tatal-tatal (*chip*). Salah satu cara untuk membantu proses penghancuran botol - botol tersebut adalah membuat mesin penghancur botol sederhana, maka diharapkan dapat mampu meningkatkan efisiensi kerja.

Sampah merupakan material sisa yang sudah tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang, yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia tetapi bukan kegiatan biologis. Salah satu tempat yang memiliki potensi produksi sampah yang tinggi dalam suatu kota adalah kampus perguruan tinggi atau universitas. Dengan pengguna tetap yang berada di universitas yang memiliki aktivitas rutin, bahkan di hari libur, tentu terdapat berbagai jenis sampah setiap harinya. Sampah yang biasa dihasilkan pada bangunan pendidikan seperti sebuah kampus berupa sampah organik, sampah yang dapat didaur ulang, dan sampah tidak dapat didaur ulang. Sampah organik berasal dari sisa-sisa makanan atau jajanan para mahasiswa atau pun sisa-sisa masakan dari kantin atau warung makan serta sampah rumput dan tanaman dari taman yang berada lingkungan kampus.

Pada mesin pencacah botol juga terdapat banyak komponen yang bergerak baik dalam bentuk gerakan anguler maupun gerakan linier. Gerakan relatif antar komponen mesin akan menimbulkan gesekan, dimana gesekan ini dapat menurunkan efisiensi mesin, meningkatnya temperatur, keausan, dan berbagai efek negatif lainnya. Gesekan antara komponen mesin tersebut dapat diminimalkan dengan menggunakan bearing. didefinisikan sebagai ketahanan suatu material pada saat menahan beban atau menahan suatu gesekan. Pengertian dari analisa ketahanan yaitu merupakan suatu prosedur yang dilakukan untuk

mencari dan mengungkapkan suatu alat atau komponen dapat bertahan atau tidak dengan mengacu kepada bagian atau komponen tersebut.

Roda gigi adalah bagian dari elemen yang mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat tidak dapat dilakukan oleh roda gesek, untuk ini kedua roda yang saling berkait roda semacam ini yang dapat berbentuk silinder atau kerucut. transmisi roda gigi mempunyai keunggulan dibandingkan dengan sabuk atau rantai, karena lebih ringkas, putaran lebih tinggi, tepat dan daya lebih besar. pemakaian roda gigi sebagai alat transmisi telah menduduki tempat terpenting di segala bidang selama 200 tahun terakhir ini.

1.2 Rumusan masalah

Dalam penelitian ini dilakukan analisa ketahanan roda gigi lurus pada mesin pencacah limbah botol plastik dan soft drink adalah bagaimana ketahanan dan tegangan geser pada roda gigi lurus saat mentransmisikan dari mesin penggerak ke poros mata pisau mesin pencacah limbah botol plastik dan soft drink kapasitas 10kg/jam ?

1.3 Ruang lingkup

Dalam penelitian ini membahas mengenai ketahanan roda gigi lurus yang Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui hasil simulasi dari roda gigi lurus menggunakan software catia yang terdapat pada mesin pencacah limbah botol plastik dan soft drink kapasitas 10 kg/jam.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini terdiri dari dua tujuan adalah sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan umum

Tujuan penelitian ini untuk menganalisa ketahanan roda gigi lurus mesin pencacah limbah botol plastik dan soft drink kapasitas 10kg/jam.

1.4.2 Tujuan khusus

Tujuan didalam penelitian ini terdiri dari beberapa, yaitu :

1. Untuk menentukan tegangan geser yang diizinkan yang terdapat pada roda gigi lurus mesin pencacah limbah botol plastik dan soft drink

2. Untuk menganalisis ketahanan roda gigi lurus mesin pencacah limbah botol plastik dan soft drink
3. Untuk mengetahui hasil dari simulasi yang terjadi pada roda gigi lurus dengan menggunakan software catia.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat yaitu :

1. Mampu menjelaskan tentang ketahanan roda gigi lurus yang terdapat pada mesin pencacah limbah botol plastik dan soft drink.
2. Mampu mengetahui hasil simulasi pada roda gigi lurus mesin pencacah limbah botol plastik dan soft drink dengan menggunakan software catia.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian roda gigi

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

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

Roda gigi harus mempunyai perbandingan kecepatan sudut tetap antara dua poros. Di samping itu terdapat pula rodagigi yang perbandingan kecepatan sudutnya dapat bervariasi. Ada pula rodagigi dengan putaran yang terputus-putus. Dalam teori, roda gigi pada umumnya dianggap sebagai benda kaku yang hampir tidak mengalami perubahan bentuk dalam jangka waktu lama.

Konversi ini mengubah kecepatan putar yang tinggi menjadi lebih rendah tetapi lebih bertenaga, atau sebaliknya. Beberapa jenis transmisi yang biasa digunakan adalah sabuk, rantai dan roda gigi.

Transmisi sabuk merupakan salah satu jenis sistem transmisi dengan tenaga, daya, momen puntir ditransmisikan dari poros yang satu keporos yang lain melalui sebuah belt yang melingkar pada puli yang terpasang pada poros. Transmisi rantai digunakan untuk mentransmisikan daya dimana jarak kedua poros besar dan dikehendaki tidak terjadi slip. Rantai sebagian besar digunakan untuk mengirimkan gerakan dan daya dari satu poros ke poros yang

lain, seperti ketika jarak pusat antara poros pendek seperti pada sepeda, sepeda motor, mesin pertanian, dan konveyor.

Selain transmisi sabuk dan rantai terdapat juga transmisi roda gigi. Roda gigi ialah roda yang mempunyai gigi-gigi pada kelilingnya yang digunakan untuk meneruskan daya dari roda satu ke roda lain yang berkaitan dengan roda gigi pertama tersebut. Roda gigi pada umumnya dimaksudkan adalah suatu benda dari logam atau non logam yang bulat dan pipih pada pinggirnya bergerigi. Pada umumnya roda gigi dibuat dari bahan logam untuk memindahkan beban yang berat, kalau gaya yang dipindahkan tidak berat dapat digunakan roda gigi dari bahan non logam. Nomenklatur dari roda gigi.

Transmisi yang berubah-ubah berangsur-angsur juga dapat diperoleh menggunakan roda-roda gigi. Roda gigi memiliki kelebihan dibandingkan dengan transmisi lain yaitu:

1. Sistem transmisinya lebih ringkas, putaran lebih tinggi dan daya yang besar
2. Sistem yang kompak sehingga konstruksinya sederhana
3. Kemampuan menerima beban lebih tinggi
4. Efisiensi pemindahan dayanya tinggi karena faktor terjadinya slip sangat kecil.

Kecepatan transmisi roda gigi dapat ditentukan sehingga dapat digunakan dengan pengukuran yang kecil dan daya yang besar. Nomenklatur roda gigi Roda gigi memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan transmisi lainnya, yakni Transmisi roda gigi analog dengan transmisi sabuk dan pully. Keuntungan transmisi roda gigi terhadap sabuk dan puli adalah keberadaan gigi yang mampu mencegah slip dan daya yang ditransmisikan lebih besar. Namun, roda gigi tidak bisa mentransmisikan daya sejauh yang bisa dilakukan sistem transmisi roda dan puli kecuali ada banyak roda gigi yang terlibat di dalamnya.

Tabel 2.1 klarifikasi roda gigi

Letak poros	Roda gigi	Keterangan
Roda gigi dengan poros sejajar	Roda gigi lurus,(a)	(Klasifikasi atas dasar bentuk alur gigi)
	Roda gigi miring,(b)	
	Roda gigi miring ganda,©	
	Roda gigi luar	Arah putaran berlawanan
	Roda gigi dalam dan pinyon,(d)	Arah putaran sama
	Batang gigi dan pinyon,(e)	Gerak lurus & berputar
Roda gigi dengan poros berpotongan	Roda gigi kerucut lurus,(f)	
	Roda gigi kerucut spiral,(g)	
	Roda gigi kerucut ZEROL	(Klasifikasi atas dasar bentuk jalur gigi)
	Roda gigi kerucut miring	
	Roda gigi kerucut miring ganda	
	Roda gigi miring silang,(i)	Kontak titik
	Batang gigi miring silang	Gerakan lurus dan berputar
Roda gigi dengan poros silang	Roda gigi cacing silindris,(j)	
	Roda gigi cacing selubung	
	Ganda (globoid),(k)	
	Roda gigi cacing samping	
	Roda gigi hyperboloid	
	Roda gigi hipoid,(l)	
	Roda gigi permukaan silang	

2.2 Jenis-jenis roda gigi

a) Roda Gigi Lurus

Roda gigi lurus adalah jenis roda gigi yang dapat mentransmisikan daya dan putaran antara dua poros yang sejajar, pada roda gigi lurus ini dalam meneruskan daya dan putaran tidak terjadi gaya aksial



Gambar. 2.1 Roda gigi lurus (sularso 1997)

b) Roda Gigi Miring

Mempunyai jalur gigi yang berbentuk ulir silindris yang mempunyai jarak bagi. Jumlah pasang gigi yang saling membuat kontak serentak (perbandingan kontak) adalah lebih besar dari pada gigi lurus, sehingga pemindahan momen atau putaran melalui gigi-gigi tersebut dapat berlangsung dengan halus.



Gambar. 2.2 Roda gigi miring (sularso 1997)

c) Roda Gigi Miring Ganda

Gaya aksial yang timbul pada gigi yang mempunyai alur berbentuk alur V tersebut akan saling memindahkan dengan roda gigi ini. Perbandingan reduksi kecepatan keliling dan daya yang diteruskan dapat diperbesar tetapi pembuatannya agak sukar



Double Helical Gear
(Gigi Miring Ganda)

Gambar. 2.3 Roda gigi miring ganda (sularso 1997)

d) Roda Gigi Dalam

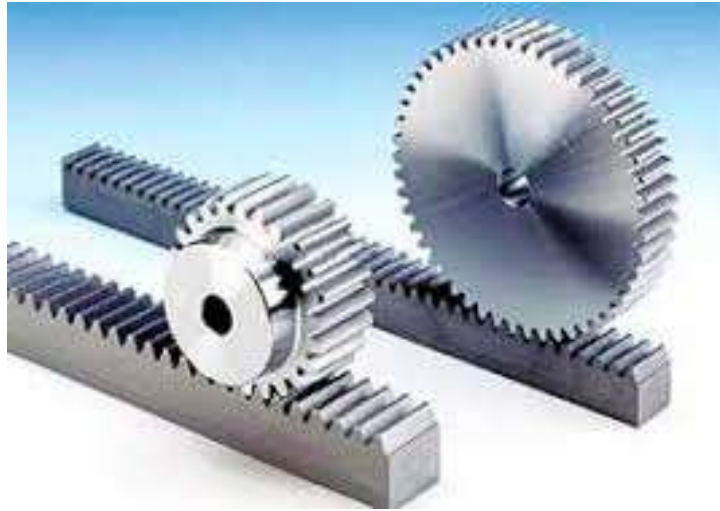
Dipakai jika menginginkan transmisi dengan ukuran kecil dengan reduksi yang besar, karena pinyon terletak dalam roda gigi



Gambar. 2.4 Roda gigi dalam (sularso 1997)

e) Pinyon dan Batang Gigi

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



Gambar. 2.5 Pinyon dan batang gigi (sularso 1997)

f) 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. 2.6 Roda gigi kerucut lurus (sularso 1997)

g) Roda Gigi Kerucut Spiral

Mempunyai perbandingan kontak yang lebih besar, dapat meneruskan putaran tinggi dengan beban besar. Sudut poros kedua gigi kerucut ini biasanya dibuat 90°



Gambar. 2.7 Roda gigi kerucut spiral (sularso 1997)

h) Roda Gigi Permukaan

Merupakan bagian dari roda gigi dengan poros berpotongan yang bagian permukaannya rata



Gambar. 2.8 Roda gigi permukaan (sularso 1997)

i) Roda Gigi Miring

Roda gigi miring seperti tergambar ini mempunyai kemiringan 7° sampai 23° , digunakan untuk transmisikan daya yang lebih besar dari pada roda gigi lurus



Gambar. 2.9 Roda gigi miring silang (sularso 1997)

j) Roda Gigi Cacing(Worm Gear)

Roda gigi jenis ini digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran yang lebih besar tanpa mengurangi dayanya, kemiringan antara 25° – 45° roda gigi ini banyak dipakai pada sistem kemudi seperti pada gambar 2.10.



Gambar. 2.10 Roda gigi cacing silindris dan globoid (sularso 1997)

k) Roda Gigi Hypoid

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 seperti pada gambar 2.11.



Gambar. 2.11 Roda gigi hypoid (sularso 1997)

2.3. Material roda gigi

Logam adalah campuran dari dua atau lebih unsur di mana komponen utamanya adalah logam. Sebagian besar logam murni terlalu lunak, rapuh atau reaktif secara kimia untuk penggunaan praktis. Menggabungkan rasio logam yang berbeda sebagai logam paduan memodifikasi sifat logam murni untuk menghasilkan karakteristik yang diinginkan. Tujuan pembuatan logam paduan umumnya membuat mereka kurang rapuh, lebih keras, tahan terhadap korosi, atau memiliki warna dan keharuman yang diinginkan. Dari semua paduan logam yang digunakan saat ini, paduan besi (baja, baja, nirkarat, besi tuang, baja perkakas, baja paduan) merupakan proporsi terbesar baik secara kuantitas maupun nilai komersial. Besi yang dipadu dengan berbagai proporsi karbon memberi baja berkadar karbon rendah, menengah dan tinggi, dengan peningkatan level karbon mengurangi keuletan dan ketangguhan. Penambahan silikon akan menghasilkan besi cor, sedangkan penambahan kromium, nikel dan molibdenum pada baja karbon (lebih dari 10%) menghasilkan baja nirkarat.



Gambar. 2.12 Material roda gigi

Material yang digunakan untuk membuat roda gigi tergantung pada kekuatan dan kondisi pemakaian. Roda gigi dapat dibuat dari material logam dan non logam. Roda gigi logam berasal dari besi cor, baja dan perunggu. Roda gigi non logam terbuat dari kayu, kulit, kertas tekan dan resin sintesis.

Besi cor banyak digunakan untuk membuat roda gigi karena sifat tahan aus yang baik, mampu dimesin dan mudah dibentuk dengan metode pengecoran. Baja digunakan untuk roda gigi kekuatan tinggi dan baja dapat terbuat dari baja karbon atau baja paduan. Roda gigi baja biasanya diperlakukan panas agar menghasilkan kombinasi sifat ketangguhan dan ketahanan gigi. Perunggu digunakan secara luas untuk roda gigi cacing (worm gears) untuk menurunkan keausan. Pada mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink ini menggunakan bahan SC (baja karbon).

2.4. Fungsi Roda Gigi

Fungsi dari roda gigi adalah untuk:

- A. Roda gigi berfungsi untuk meneruskan daya. Roda gigi bersama sama dengan putaran poros penggerak pada roda gigi ini meneruskan daya. Daya ini diteruskan melalui dari poros penggerak ke poros yang digerakkan yang saling terhubung satu sama lain.



Gambar2.13 roda gigi sebagai penerus daya
(<https://ilmuteknikmesinindonesia.blogspot.com>)

- B. Roda gigi berfungsi untuk mengubah putaran poros Mengubah putaran dari poros penggerak ke poros yang digerakkan, yaitu dari putaran tinggi ke putaran rendah atau dari putaran rendah ke putaran tinggi. Bisa juga mengubah putaran di sini berarti membuat arah putaran poros yang digerakkan berlawanan dengan arah putaran poros penggerak.



Gambar 2.14 roda gigi sebagai pengubah putaran
(<https://ilmuteknikmesinindonesia.blogspot.com>)

- C. Roda gigi berfungsi untuk memindahkan zat cair Memindahkan zat cair dari satu tempat ke tempat lain, misalnya oli, minyak tanah, dan sebagainya. Jadi, fungsi roda gigi di sini adalah sebagai pompa zat cair.



Gambar 2.15 roda gigi sebagai pemindah zat cair
(<https://ilmuteknikmesinindonesia.blogspot.com>)

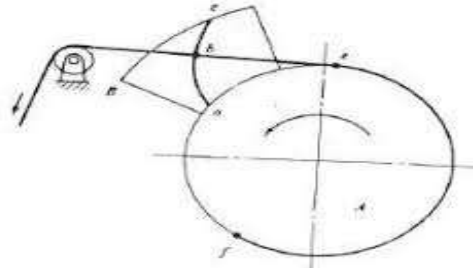
2.5 Profil roda gigi dan kelakuan

Roda gigi memindahkan momen melalui kontak luncur antara permukaan gigi yang berpasangan. Selama kontak ini, kecepatan sudut kedua roda gigi harus dapat dijaga tetap, yang berarti putaran harus dapat berlangsung dengan halus dan dengan perbandingan yang tetap. Untuk memenuhi persyaratan ini, harus dipilih kurva yang sesuai sebagai profil gigi. Ada sejumlah kurva yang dapat memenuhi keperluan tersebut, tetapi kurva involut atau evolven adalah yang biasa dipergunakan untuk roda gigi. Dahulu banyak dipakai kurva sikloida. Meskipun profil sikloida ini baik jika ditinjau dari segi gesekannya yang rendah, tetapi dari segi kekuatan terhadap lenturan dan proses pembuatannya, kurang menguntungkan dibandingkan dengan profil involut. Di samping kedua macam kurva, terdapat pula lingkaran, yang mirip dengan sikloida, dan dipergunakan pada roda gigi jam.

Kurva involut dapat dilukis dengan membuka benang dari gulungannya yang berbentuk silinder. Lintasan yang ditempuh ujung benang sejak mulai lepas dari permukaan silinder, akan membentuk involut. Lingkaran silinder di mana benang digulung, disebut "lingkaran dasar." Pada dua roda gigi yang berpasangan titik kontak antara profil gigi pinyon dan roda gigi bergerak sepanjang garis yang

ditarik menyinggung kedua lingkaran dasar dan memotong garis sumbu O_1, O_2 . Garis singgung bersama ini disebut "garis kaitan" atau "garis tekanan." Jika titik di mana lingkaran kepala pinyon memotong garis tekanan disebut K_1 , dan titik di mana lingkaran kepala roda gigi besar memotong garis tekanan disebut

K_2 , maka K_2, K_1 , adalah "panjang lintasan kontak" antara pasangan gigi yang sedang mengait. Jika O_1, O_2 memotong garis tekanan pada titik P , maka lingkaran yang mempunyai jari-jari O_1, P dan O_2, P menjadi lingkaran jarak bagi dari roda gigi yang berpasangan.

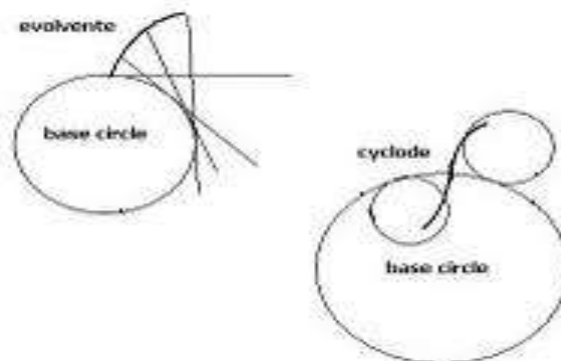


Gambar 2.16 lengkungan involut(sularso 1997)

2.6 Jenis-jenis profil gigi pada Roda gigi :

1. Profil gigi sikloida (Cycloide)

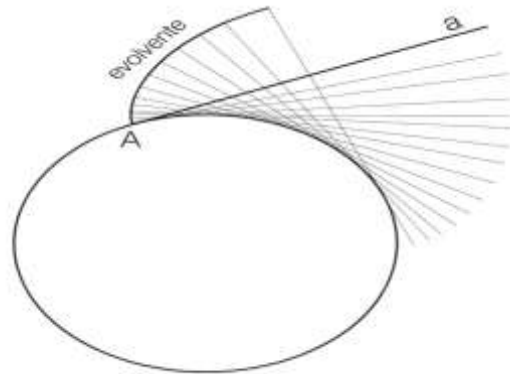
Struktur gigi melengkung cembung dan cekung mengikuti pola sikloida . Jenis gigi ini cukup baik karena presisi dan ketelitiannya baik, dapat meneruskan daya lebih besar dari jenis yang sepadan, juga keausannya dapat lebih lama. Tetapi mempunyai kerugian, diantaranya pembuatannya lebih sulit dan pemasangannya harus lebih teliti (tidak dapat digunakan sebagai roda gigi pengganti/change wheel), dan harga lebih mahal.



Gambar 2.17 Profil gigi sikloida

2. Profil gigi evolvente

Struktur gigi ini berbentuk melengkung cembung, mengikuti pola evolvente. Jenis gigi ini struktur cukup sederhana, cara pembuatannya lebih mudah, tidak sangat presisi dan maupun teliti, harga dapat lebih murah, baik ekali digunakan untuk roda gigi ganti. Jenis profil gigi evolvente dipakai sebagai profil gigi standard untuk semua keperluan transmisi.



Gambar 2.18 Profil gigi evolvente

3. Profil gigi khusus

Misalnya bentuk busur lingkaran dan miring digunakan untuk transmisi daya yang besar dan khusus.

2.7 Bentuk gigi

- Sumbu roda gigi sejajar/paralel: Dapat berupa kerjasama roda gigi lurus, miring atau spherical
- Sumbu roda gigi tegak lurus berpotongan : Dapat berupa roda gigi trapesium/payung/ bevel dengan profil lurus (radial), miring (helical) atau melengkung (spherical)
- Sumbu roda gigi menyilang tegak lurus : Dapat berupa rodagigi cacing (worm), globoida, cavex, hypoid, spiroid atau roda gigi miring atau melengkung.
- Sumbu roda gigi menyilang : Dapat berupa roda gigi skrup (screw/helical) atau spherical.

2.8 Syarat dua roda gigi bekerja-sama :

Beberapa hal yang cukup penting pada kerja sama roda gigi , apabila dua roda gigi atau lebih bekerja sama maka :

1. Profil gigi harus sama (spur atau helical dll)
2. Modul gigi harus sama (modul gigi adalah salah satu dimensi khusus roda gigi)
3. Sudut tekanan harus sama (sudut perpin dahan daya antar gigi)

Modul gigi adalah besaran/dimensi roda gigi, yang dapat menyatakan besar dan kecilnya gigi .Bilangan modul biasanya bilangan utuh, kecuali untuk gigi yang kecil. (Bilangan yang ditulis tak berdimensi, walaupun dalam arti yang sesungguhnya dalam satuan mm).

Sudut tekanan adalah sudut antara permukaan gigi dan garis singgung roda gigi. Lebih tepatnya sudut pada titik pitch antara garis tekanan (yang normal pada permukaan gigi) dan bidang yang bersinggungan dengan permukaan nada. Sudut tekanan memberikan arah normal ke profil gigi.

Penggerak roda gigi

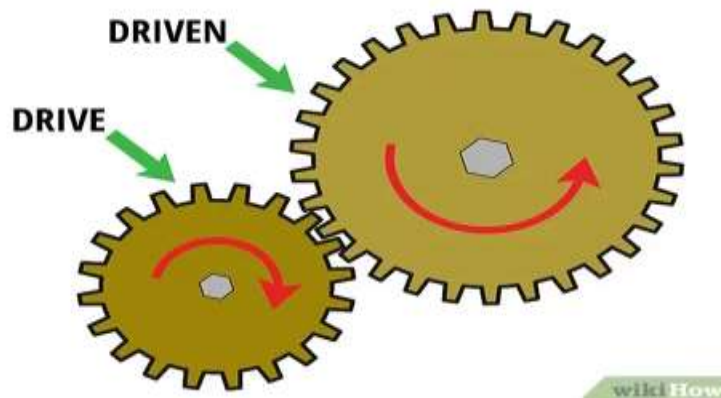
Berikut adalah keuntungan dan kerugian penggerak roda gigi dibandingkan dengan penggerak lain, seperti belt, tali dan rantai:

Keuntungan :

1. Dapat mentransmisikan rasio putaran dengan tepat (pasti)
2. Dapat digunakan untuk mentransmisikan daya yang besar.
3. Dapat digunakan untuk jarak pusat poros yang kecil.
4. Mempunyai efisiensi yang tinggi.
5. Pemakaiannya lebih handal.
6. Mempunyai layout yang kompak (rapid dan ringkas, seperti gearbox)

Kekurangan :

1. Memerlukan ketelitian yang lebih besar dalam pembuatannya, maupun pemeliharaannya.
2. Tidak ekonomis untuk jarak sumbu yang jauh karena memerlukan roda gigi yang besar.



Gambar 2.19 Roda gigi bekerja sama

2.9 Cara kerja roda gigi

Konstruksi roda gigi mempunyai prinsip kerja berdasarkan pasangan gerak. Bentuk gigi dibuat untuk menghilangkan keadaan slip, putar dan daya dapat berlangsung dengan baik



Gambar 2.20 Cara kerja roda gigi

Pada sepasang roda gigi perlu diperhatikan, bahwa jarak lengkung antara dua gigi yang berdekatan (*pitch*) pada kedua roda gigi harus sama, sehingga kaitan antara gigi dapat berlangsung dengan baik. Bentuk lengkung pada suatu profil gigi, tidak dapat dibuat semauanya, melainkan mengikuti kurva-kurva tertentu yang dapat menjamin terjadinya kontak gigi dengan baik

2.10 Rumus rumus perhitungan roda gigi lurus

Adapun rumus-rumus yang terdapat pada roda gigi lurus adalah sebagai berikut :

1. (D) Diameter *Pitch*

$$D = Z \times M \quad (2.1)$$

2. (HK) Tinggi kepala gigi roda gigi

$$HK = 1 \times M \quad (2.2)$$

3. (DK) Diameter kepala gigi

$$DK = M \times (Z + 2) \quad (2.3)$$

4. (Ha) Adendum

$$Ha = 1 \times M \quad (2.4)$$

5. (Hf) Dedendum

$$Hf = 1,5 \times M \quad (2.5)$$

6. (DF) Diameter kaki

$$DF = M \times (Z - 2,5) \quad (2.6)$$

7. (Da) Diameter luar

$$Da = (Z + 2)M \quad (2.7)$$

8. (H) Kedalaman alur gigi

$$H = 2,16 \times M \quad (2.8)$$

9. (T) Jarak pitch

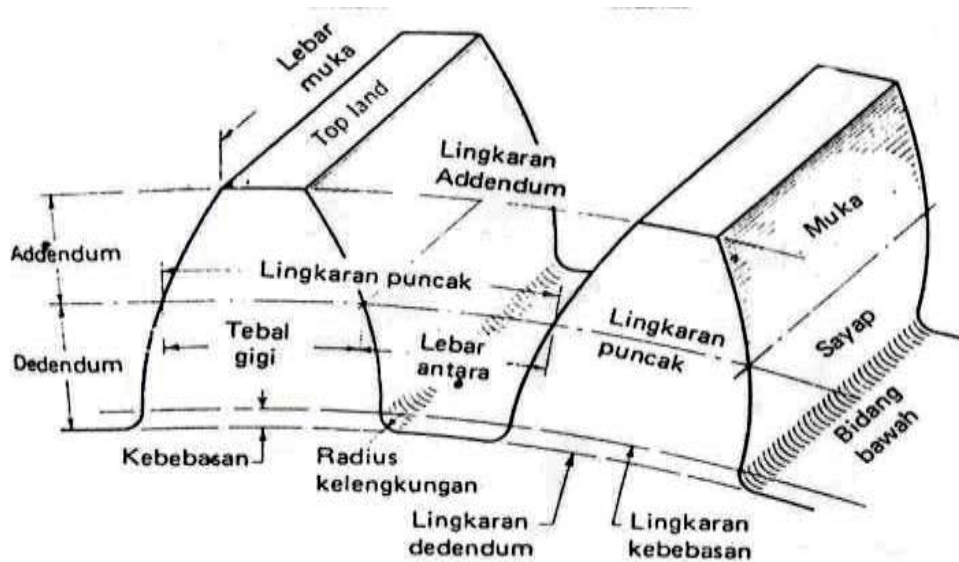
$$T = \pi \times M \quad (2.9)$$

10. (B) Lebar gigi

$$B = 10 \times M \quad (2.10)$$

2.11 Nama-nama bagian roda gigi

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.



Gambar 2.21 nama-nama bagian roda gigi (sularso 1997)

Adapun nama-nama bagian roda gigi lurus yaitu sebagai berikut :

1. Lebar muka
Kedalaman gigi diukur sejajar sumbunya.
2. Top land
Permukaan di puncak gigi
3. Lingkaran addendum
Sisi-sisi yang bersinggungan dari gigi yang berpasangan.
4. Addendum
Jarak antara lingkaran kepala dengan lingkaran pitch dengan lingkaran pitch diukur dalam arah radial.
5. Lingkaran puncak
lingkaran-lingkaran singgung dari sepasang rodagigi yang berkontak dan jarak porosnya menyimpang dari jarak poros yang secara teoritis benar.
6. Muka
Permukaan gigi diatas lingkaran pitch
7. Dedendum
Jarak antara lingkaran pitch dengan lingkaran kaki yang diukur dalam arah radial.
8. Tebal gigi
Lebar gigi diukur sepanjang lingkaran pitch.

9. Lebar antara
Sisi kedalaman roda gigi yang sejajar
10. Sayap
Permukaan gigi dibawah lingkaran pitch.
11. Bidang bawah
lingkaran-lingkaran singgung dari sepasang rodagigi yang berkontak dan jarak porosnya menyimpang dari jarak poros yang secara teoritis benar.
12. Kebebasan
permukaan yang bersinggungan dengan addendum dari gigi yang berpasangan.
13. Radius kelengkungan
Sudut yang dibentuk dari garis normal dengan kemiringan dari sisi kepala gigi.
14. Lingkaran dedendum
Lingkaran kaki gigi yaitu lingkaran yang membatasi kaki gigi.
15. Lingkaran kebebasan
Lingkaran yang bersinggungan dengan lingkaran addendum dari gigi yang berpasangan.

2.12 Software Catia

Program *CATIA* (*Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application*) merupakan program komputer yang dibuat dengan mendasarkan pada teori yang terdapat dalam perumusan metode elemen hingga. Program *CATIA* yang mempunyai kemampuan lebih luas membuka wawasan baru bagi peneliti untuk menyelesaikan permasalahan lebih cepat. Tampilan prototipenya juga bisa ditampilkan pada layar komputer, sehingga orang yang awam di bidang teknikpun dapat mengetahui dengan mudah. Hal inilah yang mendasari penggunaan program komputer *CATIA* yang berbasis metode elemen hingga untuk melakukan kajian penelitian. *CATIA* adalah sebuah perangkat lunak/software komersial multi-platform CAD/CAM/CAE yang dikembangkan oleh perusahaan perancis “Dassault Systemes” dan dipasarkan ke seluruh dunia oleh IBM, dan ditulis dengan bahasa pemrograman C++, dan *CATIA* merupakan landasan dari Product Lifecycle Management software suite Dassault Systemes.

Software ini tidak hanya digunakan untuk menggambar 2D dan 3D saja, karena multi-platform CAD/CAM/CAE software ini pun dapat digunakan untuk perencanaan dan perancangan proses pemesinan dari suatu product, membuat simulasinya, serta menganalisa karakteristik dari product itu. CATIA dibuat pada akhir tahun 1980-an dan awal tahun 1990-an untuk mengembangkan jet tempur Dassault Mirage, yang kemudian diadopsi dalam aerospace, automotive, perkapalan, dan industri – industri lainnya. Dalam pasar CAD/CAM/CAE CATIA berkompetisi juga dengan Siemens NX, Pro/ENGINEER, SolidWorks, Solid Edge, dan lainnya.

Teknologi informatika/komputer sebelum berkembang, analisa yang dilakukan dengan metode elemen hingga masih menggunakan perhitungan tangan yang panjang dan melelahkan. *Dessault System* kemudian mengeluarkan *software CATIA* yang merupakan software terpadu untuk desain dan analisa struktur dengan menerapkan metode elemen hingga. Peneliti dengan program ini hanya membuat model tiga dimensinya dan analisa dapat dilakukan dengan hasil yang langsung dapat diketahui. Pemodelan meliputi diskritisasi benda kerja, pemilihan dan penerapan elemen, pendefinisian tumpuan, serta beban yang bekerja.



Gambar 2.22 software catia (<https://eddpangaribuan.blogspot.com>)

2.13 kelebihan dan kekurangan software Catia

- Kelebihan catia :

1. Mampu mengobinasikan antara desain solid,wire frame,sketch,modul dalam satu jendela windows yang disebut dengan hybrid desain .
2. Memanjakan pengguna windows karena software ini dikembangkan dengan cara penggunaan sama dengan windows environment seperti untuk melakukan perintah cut ,copy,paste drag and drop dan sebagainya.
3. Catia support tahapan-tahapan yang ada dalam pembuatan suatu produk dari desain konseptual (CAD) ,desain manufaktur (CAM),hingga analisa (CAE).

- Kekurangan catia :

1. Tutorialnya sulit
2. Rendernya kurang berkualitas bagus
3. Syarat analisisnya kompleks

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan waktu

1. Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink kapasitas 10 kg/jam di laboratorium proses produksi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan kapten muchtar basri No.3 Medan.

2. Waktu

Waktu analisis dan penyusunan tugas sarjana ini dilaksanakan pada 02 november 2018 dan dinyatakan selesai oleh pembimbing.

Tabel 3.1 Jadwal proses kegiatan analisa ketahan roda gigi lurus mesin pencacah limbah botol plastik

NO	Uraian Kegiatan	Bulan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Pengajuan judul								
2	Studi literatur								
3	Memastikan roda gigi bekerja dengan baik								
4	Perhitungan hasil								
5	Penyusunan skripsi								
6	Sidang sarjana								

3.2 Alat yang digunakan

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan alat dan bahan yang terdapat pada mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink .Alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut

1. Laptop

Laptop berfungsi untuk menggambar komponen-komponen roda gigi lurus mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink dengan menggunakan bantuan software.



Gambar 3.1 laptop

2. Perangkat lunak (*software catia*)

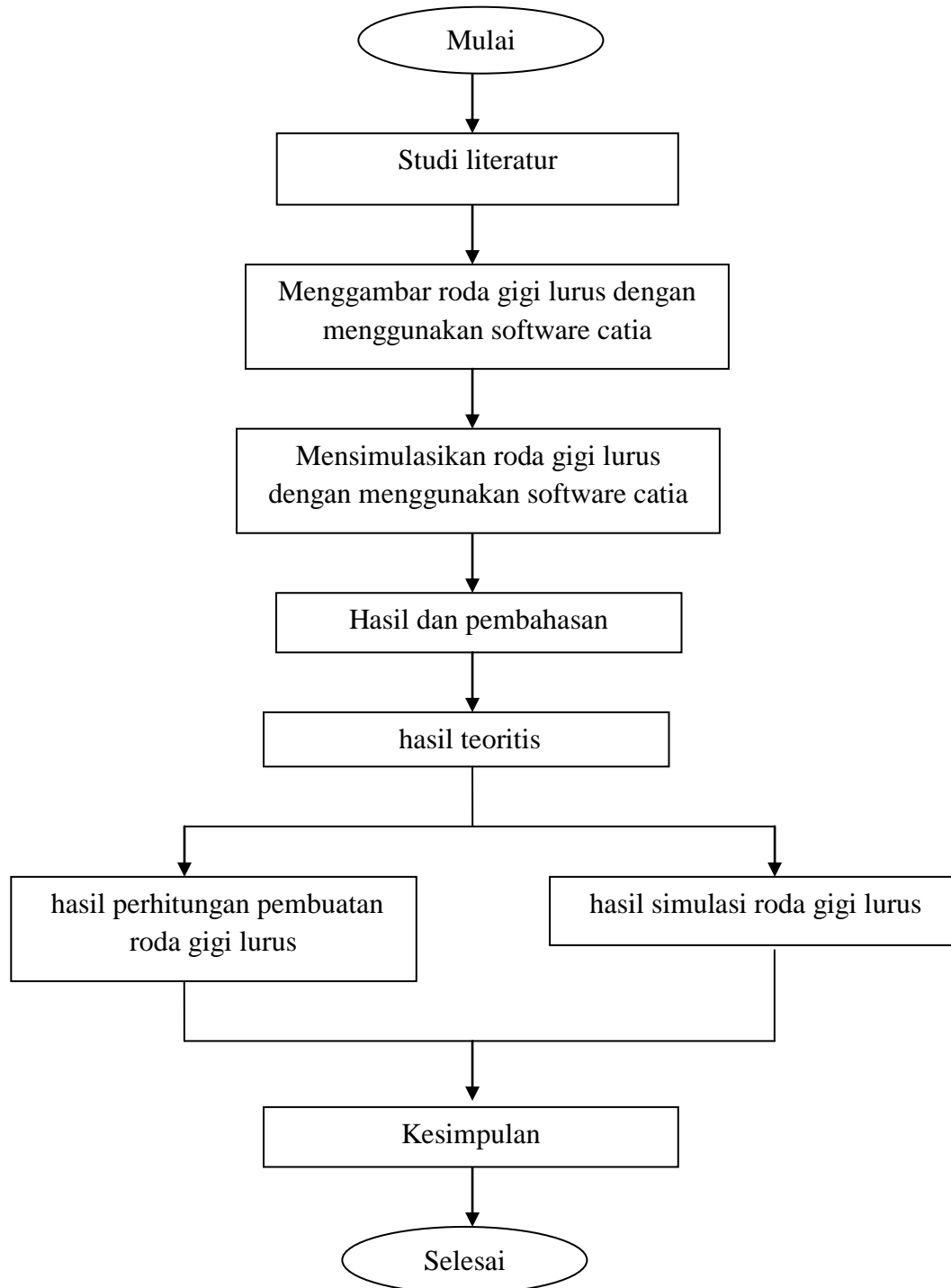
Perangkat lunak ini merupakan salah satu software catia yang digunakan untuk menggambar komponen-komponen roda gigi lurus mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink.



Gambar 3.2 perangkat lunak (*software catia*)

3.3 Diagram alir

Dalam penelitian yang dilakukan mengikuti langkah-langkah prosedur sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

3.4 Prosedur penelitian

- Menyiapkan alat yang akan digunakan untuk menggambar desain roda gigi lurus yaitu laptop.
- Menginstal software catia yang akan digunakan untuk menggambar roda gigi lurus mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink..
- Membuat gambar roda gigi lurus dengan menggunakan software catia
- Melakukan analisa roda gigi lurus dengan menggunakan software catia .
- Melakukan simulasi roda gigi lurus mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink dengan menggunakan software catia.
- Kesimpulan

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan pembuatan roda gigi lurus

A. System standart pembuatan roda gigi lurus

- System modul
- System diameter pitch dan circular pitch

1. System modul

Negara yang memakai system ini adalah negara yang memakai satuan metric diantaranya : nederland,japan,jerman,demikian juga negara yang menganut system ISO.Modul adalah kependekkan dari modulus yaitu perbandingan antara diameter jarak bagi dan jumlah giginya.

2. System diameter pitch dan circular pitch

System ini digunakan sebagian negara amerika dan eropa yang menggunakan satuan inchi.Diameter pitch adalah perbandingan jumlah gigi dengan ukuran diameter jarak bagi dalam satuan inchi.

Diketahui :

Jumlah gigi : 25

Modul : 3,5

- Diameter pitch

$$D = M \times Z$$

$$D = 3,5 \times 25 = 87,5 \text{ mm}$$

- Tinggi kepala gigi roda gigi

$$HK = 1 \times M$$

$$HK = 1 \times 3,5 = 3,5 \text{ mm}$$

- Diameter kepala gigi

$$DK = M \times (Z + 2)$$

$$DK = 3,5 \times (25 + 2)$$

$$DK = 3,5 \times (27)$$

$$DK = 94,5 \text{ mm}$$

- Addendum

$$Ha = 1 \times M$$

$$Ha = 1 \times 3,5$$

$$Ha = 3,5mm$$

- Dedendum

$$HF = 1,5 \times M$$

$$HF = 1,5 \times 3,5$$

$$HF = 5,25mm$$

- Diameter kaki

$$DF = M \times (Z - 2,5)$$

$$DF = 3,5 \times (25 - 2,5)$$

$$DF = 3,5 \times (22,5)$$

$$DF = 78,75mm$$

- Diameter luar

$$Da = (Z + 2)M$$

$$Da = (25 + 2)3,5$$

$$Da = (27)3,5$$

$$Da = 94,5mm$$

- Kedalaman alur gigi

$$H = 2,16 \times M$$

$$H = 2,16 \times 3,5$$

$$H = 2,16 \times M$$

$$H = 7,5mm$$

- Jarak pitch

$$T = \pi \times M$$

$$T = \pi \times 3,5$$

$$T = 10,9mm$$

- Lebar gigi

$$B = 10 \times M$$

$$B = 10 \times 3,5$$

$$B = 35mm$$

4.2 Kepala pembagi

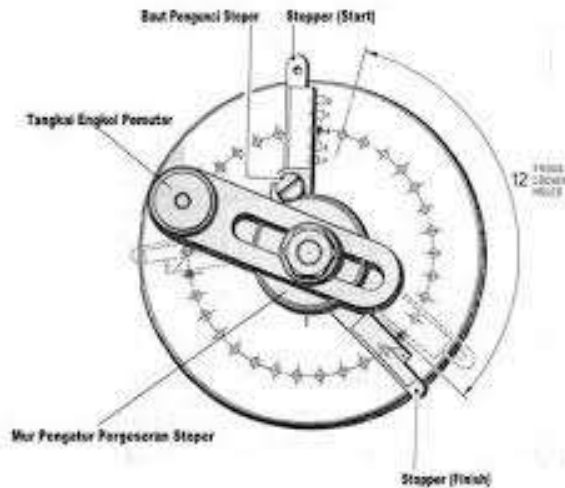
Kepala pembagi adalah peralatan utama yang sangat diperlukan pada mesin frais yang akan digunakan jika pada permukaan benda kerja harus dibuat celah atau lekukan tiap jarak tertentu (pembagian), misalnya pembuatan alur berbagai jenis roda gigi, lubang spei, beberapa segi yang harus presisi, alur serpih pada pengikir lubang, lubang yang jarak garis tengahnya harus sama, pembagian merata maupun tidak merata. kepala pembagi universal pada mesin frais, merupakan suatu peralatan yang sangat utama pada mesin frais yang sering digunakan untuk pembuatan berbagai macam alur yang sangat presisi, jarak garis tengah antara lubang harus sama, untuk pembagian merata maupun tidak merata. Alat tersebut mengalami kerusakan sehingga tidak bisa dipergunakan, berdasarkan pengecekan dan pencarian kerusakan ditemukan, kerusakan pada rumah lager, lager penumpu poros roda keong pemutar utama hancur dan poros ulir cacing dalam keadaan aus. Hal ini disebabkan terendam sisa air pendingin pisau frais yang sedikit demi sedikit masuk kedalam kotak transmisi, karena dari pabriknya tidak disediakan lubang pembuangan. Perbaikan meliputi, rumah lager, ujung poros roda keong, penggantian lager, pembuatan lubang pembuangan air dan lubang pelumasan untuk memasukkan minyak pelumas. Kemudian dilakukan uji fungsi dan berdasarkan hasil pengujian maka peralatan kepala pembagi dapat berfungsi dengan baik seperti semula.

4.3 Macam-macam kepala pembagi :

1. Kepala pembagi dengan plat pembagi.
2. Kepala pembagi dengan penggerak roda gigi cacing dan ulir cacing.
3. Kepala pembagi dengan roda gigi cacing dan poros cacing yang dilengkapi dengan piring pembagi.
4. Kepala pembagi universal.
5. Kepala pembagi dengan kelengkapan optic.

4.4 Keterangan kepala pembagi dengan roda gigi lurus dan poros lurus yang dilengkapi piring pembagi

Roda gigi lurus dan ulir lurus mempunyai perbandingan 40:1 artinya jika engkol diputar 40 putaran maka roda gigi lurus baru berputar 1 kali putaran sehingga untuk pembagian keliling Z bagian diperlukan putaran engkol sebanyak N putaran.



Gambar 4.1 piring pembagi

Piring pembagi mempunyai lubang-lubang yang dilengkapi dengan gunting pembatas.lubang-lubang. Pada piring pembagi tersebut terdapat lingkaran-lingkaran yang mempunyai jumlah lubang tertentu

Tabel 4.1 jumlah lubang piring pembagi

SERI A				SERI B	
1	2	1	2	1	2
30	69	38	77	15	21
41	81	42	87	16	23
43	91	47	93	17	27

48	99	49	111	18	29
51	117	53	119	19	31
57	-	59	-	20	33

4.5 Pembagian dengan kepala pembagi

Pembagian menggunakan piring pembagi dengan jumlah lubang tertentu. Jumlah pembagi tergantung dengan jumlah lubang pada piring pembagi yang digunakan.

Putaran engkol pada piring pembagi dapat dihitung dengan persamaan :

$$N = \frac{40}{Z}$$

$$N = \frac{40}{25} = \frac{8}{5} \text{ putaran}$$

Maka engkol harus diputar 8/5 tiap bagiannya.

Piring pembagi yang digunakan piring pembagi seri B-1 dengan jumlah lubang 15,16,17,18,19 dan 20. Dalam hal ini diambil jumlah yang bisa dibagi 5.

$$N = \frac{8}{5} = \frac{24}{15}$$

Jadi engkol diputar 24 lubang atau hingga lubang ke 25, pada piring pembagi yang mempunyai jumlah lubang 15

4.6 Proses pembuatan roda gigi lurus

Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk membuat roda gigi lurus adalah sebagai berikut.

1. Mempersiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan.
2. Benda kerja di cekam pada mesin bubut.
3. Bor benda kerja dengan menggunakan mata bor Ø 20 mm sebagai tempat kedudukan mandril.

4. Pasang mandril dan kencangkan dengan ring dan baut kemudian cekam mandril di mesin bubut untuk membubut kembali benda kerja untuk mengurangi diameter benda kerja menjadi $\varnothing 90$ mm.
5. Lepaskan mandril kemudian benda kerja dicekam kembali pada mesin bubut untuk dibubut sisi kanan serta sisi kiri hingga memperoleh tebal benda menjadi 20 mm. Jangan lupa diberi champer pada sisi-sisi benda kerja agar tidak tajam.
6. Lepaskan benda kerja dari mesin bubut.
7. Pasang mandril kembali kemudian kencangkan dengan ring dan baut.
8. Ambil pisau frais yang telah ditetapkan yaitu pisau frais nomer 3 dan pasang pada mesin frais lalu dikencangkan dengan kunci pass hingga benar-benar kencang.
9. Uji coba putaran mesin frais dengan cara menghidupkan mesin dan perhatikan putaran dari gear cutter.
10. Setting kecepatan putar mesin frais sesuai dengan kecepatan yang telah ditentukan.
11. Matikan mesin setelah menyeting kecepatan yang telah ditentukan.
12. Pasang piring pembagi yang telah di tentukan yaitu piring pembagi jenis A1.
13. Pasang benda kerja yaitu dengan cara dicekam mandrilnya pada cekam yang ada di kepala pembagi dan kencangkan bagian cekam yang mencekam mandril hingga benar-benar kencang tak lupa bagian sisi mandril yang satunya diberi senter putar agar tidak goyang waktu pengerjaan.
14. Setting titik nol benda kerja dengan mata pisau frais dengan cara meletakkan selebar kertas antara benda kerja dengan pisau frais kemudian tinggikan meja mesin hingga kertas terjepit benda kerja dan pisau frais itulah titik nol antara benda kerja dan pisau frais.
15. Mundurkan benda kerja dengan cara menggerakkan meja frais ke kanan atau ke kiri hingga apabila benda kerja ditinggikan dengan meninggikan meja frais tidak berbenturan dengan pisau frais.
16. Setting gunting bilah.

17. Nyalakan mesin frais.
 18. Tinggikan meja frais hingga cutter dapat memotong benda kerja dengan kedalaman pemakanan pisau frais sekitar 2,5 mm.
 19. Gerakan meja mesin frais kearah kanan dan kiri dengan eretan yang ada di sebelah kanan dan kiri meja mesin frais, putar eretan hingga pisau frais memotong benda kerja.
 20. Kemudian naikkan lagi meja frais 2 mm lagi dan lakukan pemakanan kembali dengan cara menggerakkan meja mesin frais kearah kanan dan kiri dengan eretan yang ada di sebelah kanan dan kiri meja mesin frais, putar eretan hingga pisau frais memotong benda kerja lagi.
 21. Turunkan meja mesin hingga benda kerja kembali ke titik nol.
 22. Setelah itu kepala pembagi diputar sesuai hitungan putaran yang telah ditentukan yaitu sebesar 25 lubang atau pada lubang ke 26 pada piring pembagi seri A1 dengan jumlah lubang 30.
 23. Ulangi langkah-langkah nomer 19 sampai 22 untuk pemakanan yang kedua sampai akhir pemakanan hingga menjadi sebuah roda gigi.24. Setelah pemakanan terakhir matikan mesin dan lepaskan benda kerja yang sudah menjadi roda gigi dengan cara melepaskan mandril dari cekam kepala pembagi.
 24. Tahap finishing adalah pembersihan sisa-sisa pemakanan yang mungkin tidak sempurna.
- 4.7 Pembuatan roda gigi lurus dengan menggunakan software catia

1. Buka CATIA > klik Start > Mechanical Design > Part Design •Atau dengan cara yang lain: klik File > klik New > jendela “New” akan muncul di kanan bawah > pilih Part > klik OK



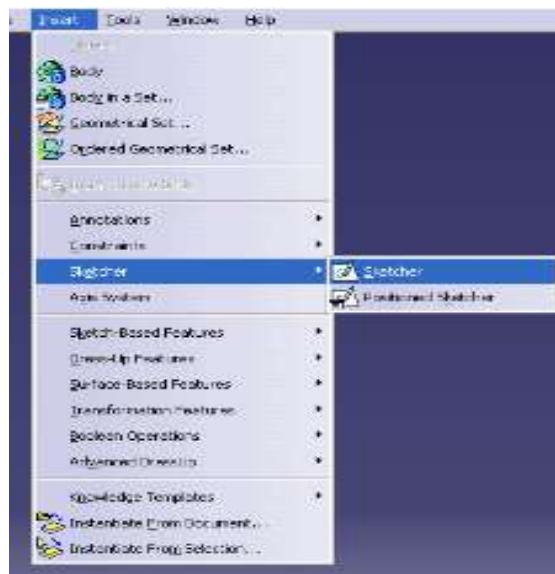
Gambar 4.2 part design

2. Atau dengan cara yang lain: klik File > klik New > jendela “New” akan muncul di kanan bawah > pilih Part > klik OK



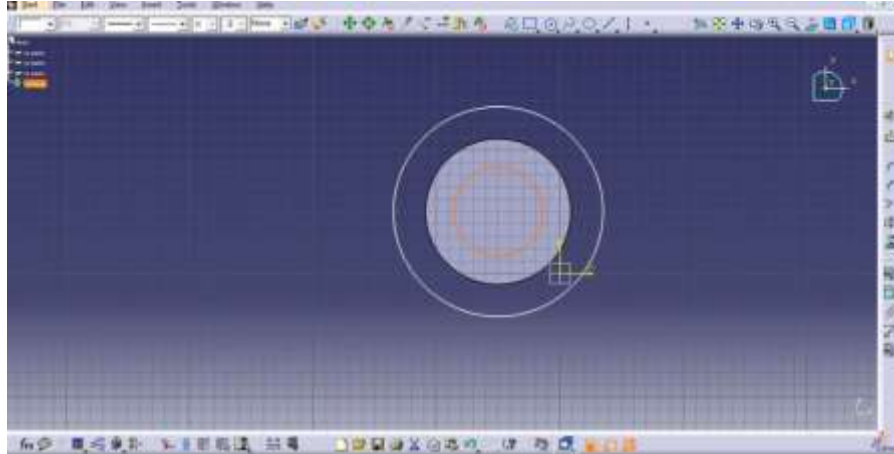
Gambar 4.3 toolbar new

3. Pilih Plane untuk meletakkan sketch > pilih YZ Plane > klik Insert > klik Sketcher > klik Sketcher atau klik toolbar Sketcher



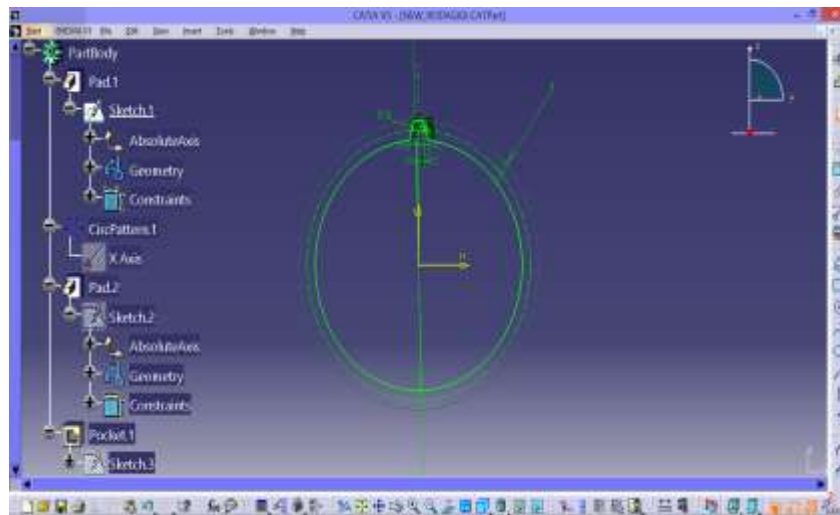
Gambar 4.4 toolbar sketcher

4. Hasil dari pemilihan toolbar sketcher



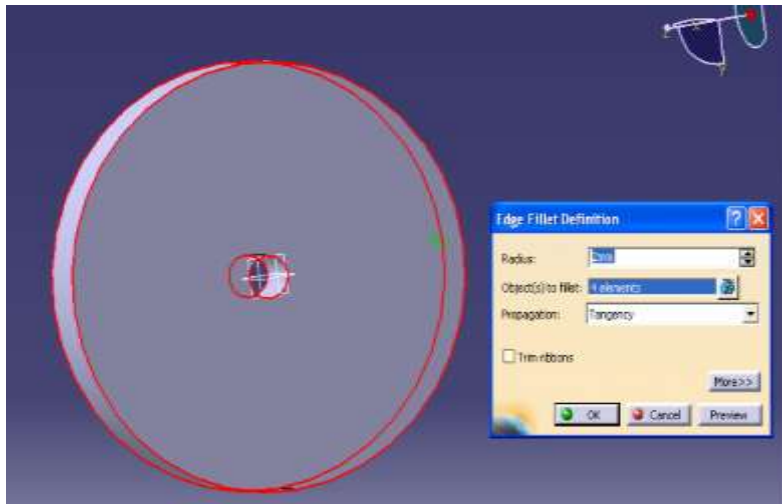
Gambar 4.5 Hasil dari pemilihan toolbar sketcher

1. Buat Sketch dengan 2 buah lingkaran (circle) dengan diameter 90 mm seperti pada gambar di bawah ini. Gunakan Constraint untuk membuat ukurannya



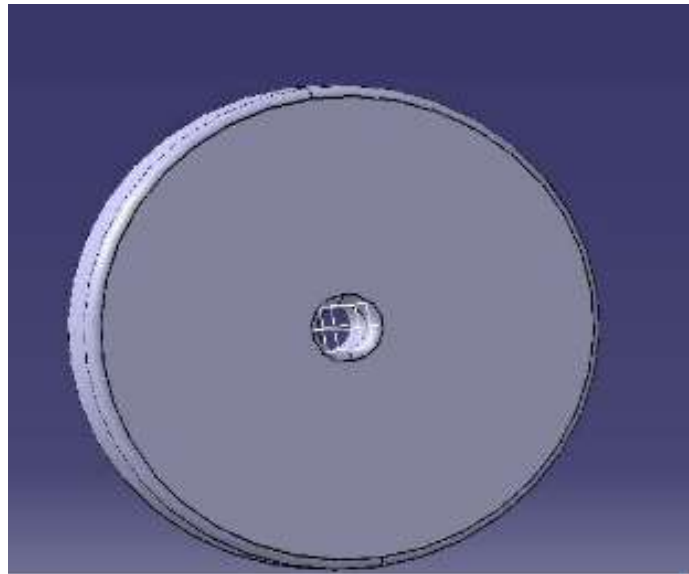
Gambar 4.6 menentukan diameter

2. Klik icon Edge Fillet pada toolbar > kotak dialog Edge Fillet Definition akan muncul > pada kolom Radius masukkan nilai 2 mm > pada kolom Object(s) to fillet pilih ke-empat sisi dari part tersebut, seperti pada gambar di bawah ini.



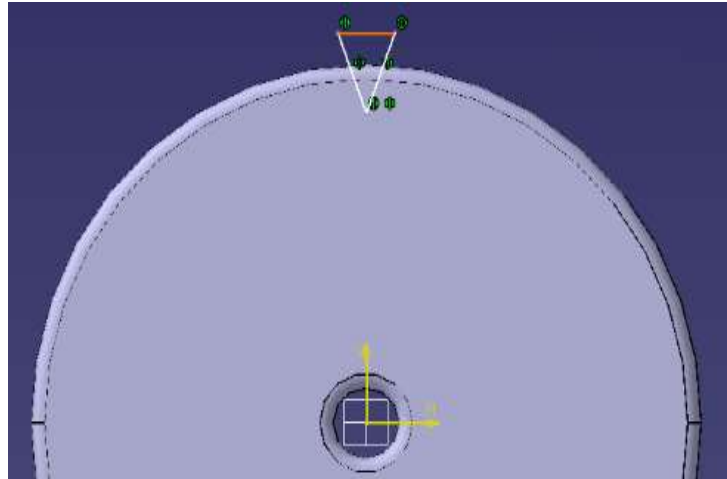
Gambar 4.7 membuat fillet

3. Hasil dari fillet



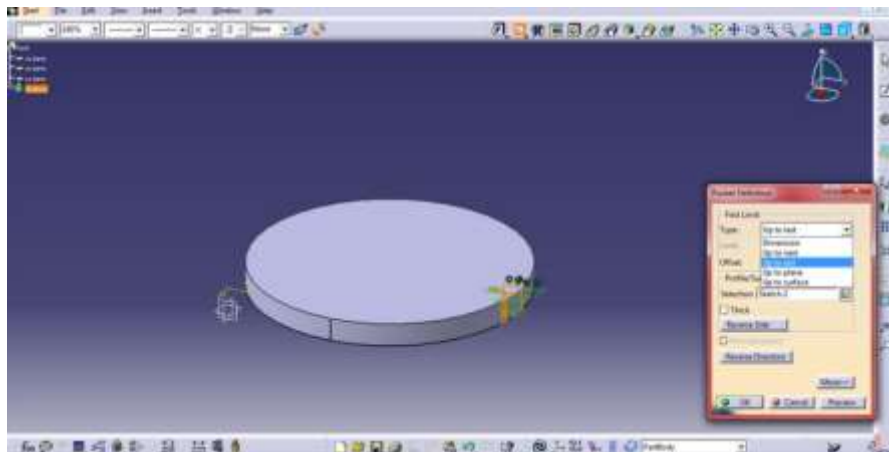
Gambar 4.8 hasil fillet

4. Kita akan membuat sebuah sketch yang akan di buat sebagai profile roda gigi > pilih YZ Plane > klik toolbar Sketcher. > buat 3 buah garis (Line) sehingga berbentuk segitiga seperti di tunjukkan gambar di bawah ini, gunakan icon Mirror pada toolbar agar simetris.



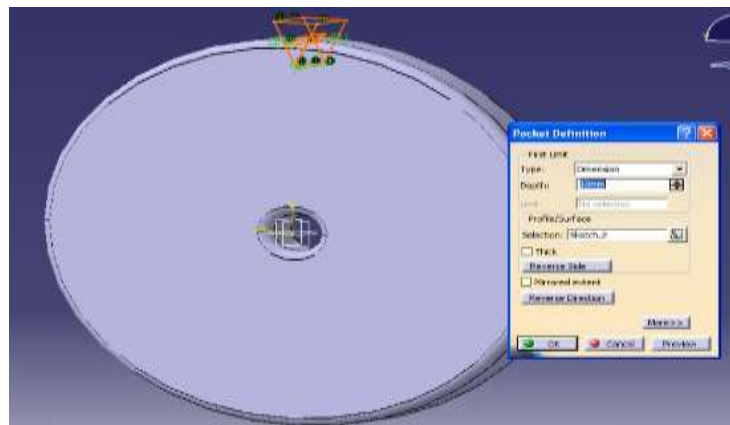
Gambar 4.9 membuat jumlah gigi

5. Proses pembuatan untuk tinggi gigi



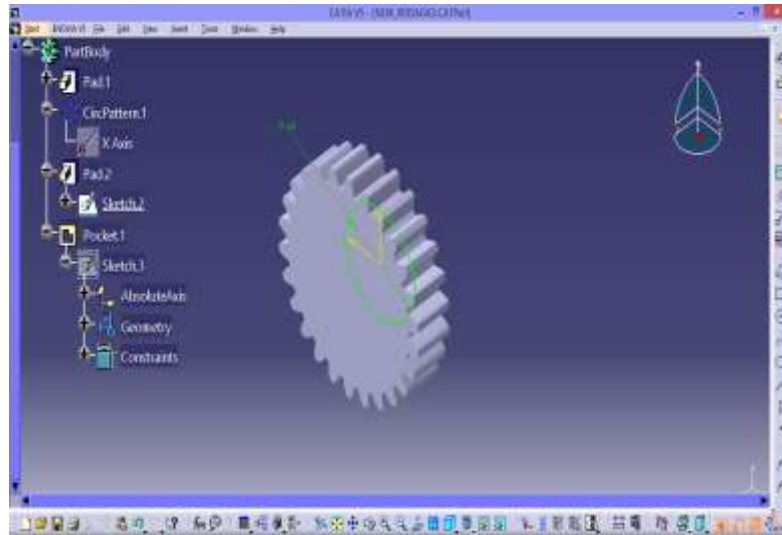
Gambar 4.10 membuat tinggi gigi

6. Klik Exit workbench > klik icon Pocket pada toolbar > pada kolom Depth = 10 mm > klik Reverse Direction jika arah yang dikehendaki terbalik.> klik OK



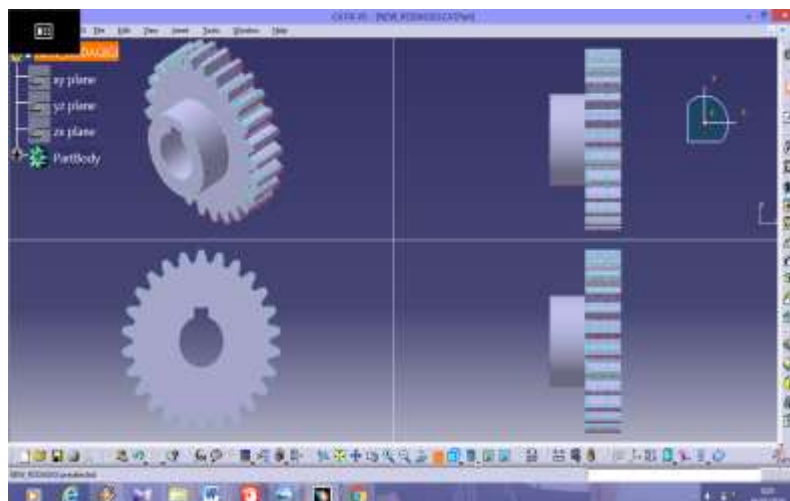
Gambar 4.11 membuat jumlah gigi

7. Klik icon Circular Pattern pada toolbar atau klik Insert>Transformation Features> Circular Pattern pada pull down menu > kotak dialog Circular Pattern Definition akan muncul> pada kolom Parameters pilih Complete crown > pada kolom Reference element pilih sisi bagian depan (Pad.1/Face.1) > pada kolom Instance(s) seperti di tunjukkan gambar di bawah ini > klik OK



Gambar 4.12 hasil pembuatan jumlah gigi

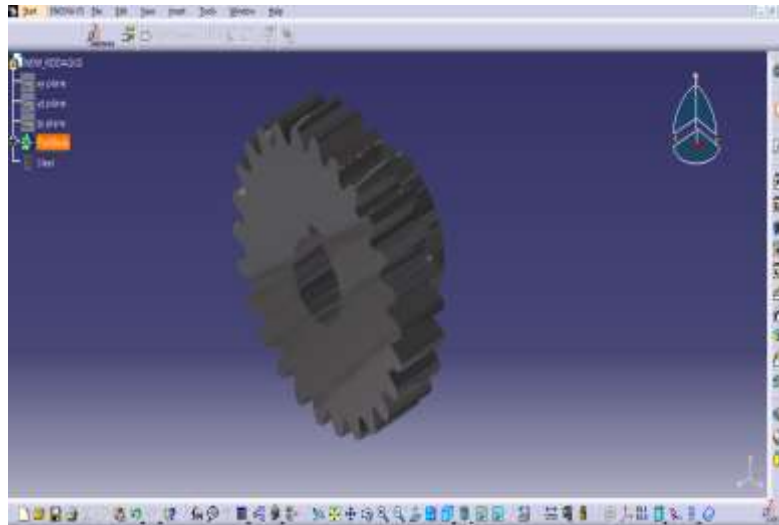
8. Selanjutnya yaitu dengan membuat lubang dalam berdiameter 25 mm dan juga lubang pasak berfungsi sebagai dudukan pada poros agar roda gigi dapat berputar mengikuti poros pada saat mesin beroperasi.



Gambar 4.13 hasil roda gigi

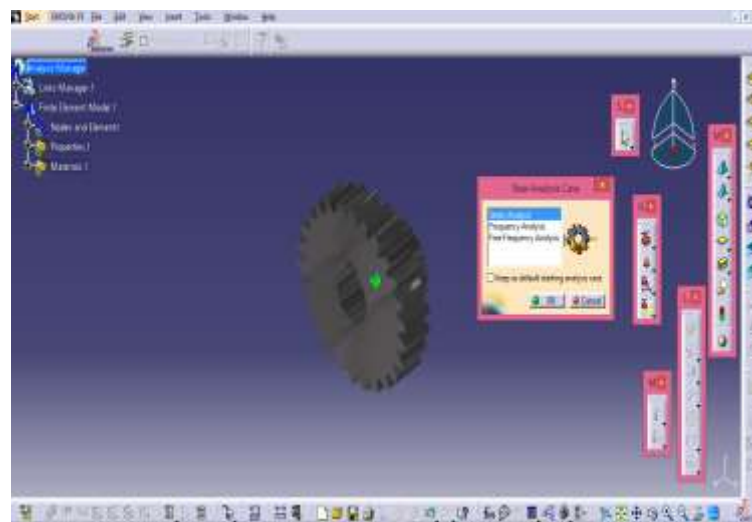
4.8 Tahap-tahap analisis simulasi roda gigi :

1. Sebelum melakukan simulasi harus ditentukan dahulu jenis material yang dipakai pada roda gigi



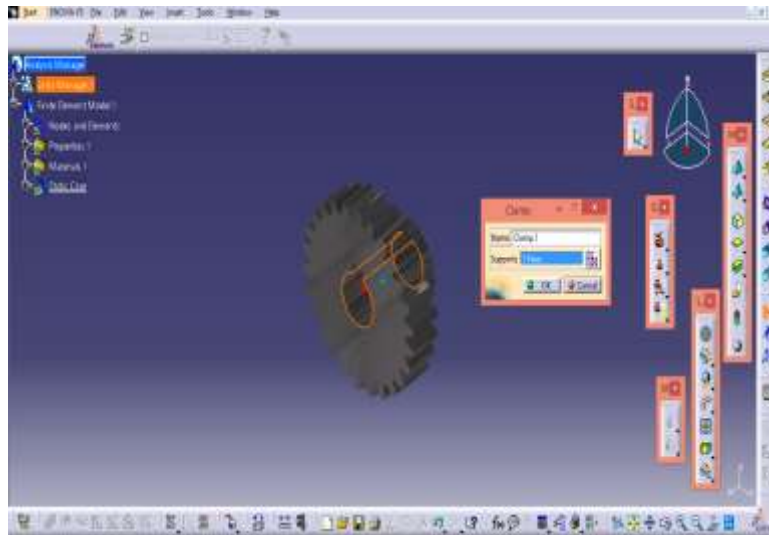
Gambar 4.14 menentukan material roda gigi

2. Proses pembuatan simulasi statik untuk menentukan ketahanan pada roda gigi



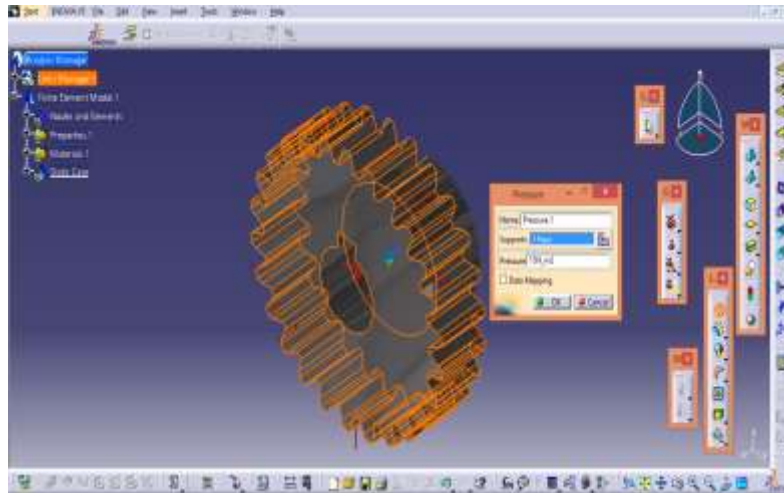
Gambar 4.15 pemilihan jenis simulasi

3. Proses pengikat (klaim) pada bagian roda gigi yang akan di simulasikan



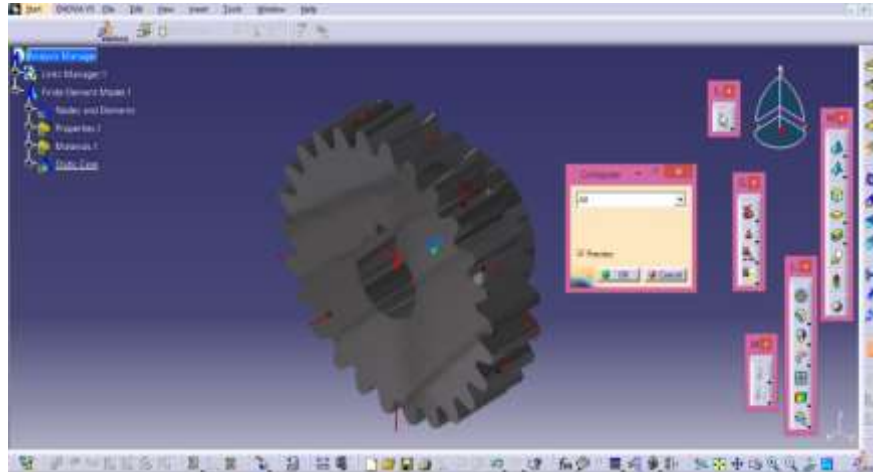
Gambar 4.16 pemberian pengikat (klaim) pada roda gigi

4. Roda gigi yang sudah di beri pengikat (klaim) kemudian diberi tekanan sebesar 15 kg/jam.



Gambar 4.17 menentukan tekanan roda gigi

5. Roda gigi yang sudah diberi tekanan kemudian di compute agar dapat diolah oleh computer dan mengetahui tingkat ketahanan terhadap tegangan pada roda gigi



Gambar 4.18 meng *compute* untuk mengetahui hasil simulasi

6. Hasil yang sudah di simulasikan terdapat pada gambar dibawah :

- Dari hasil simulasi pertama dapat dijelaskan :

Dik : Daya : $P = 3 Hp$ dimana $1 Hp = 746 W = 0,746 KW$
 $3 \times 746 = 2238 W = 2,238 KW$

Putaran : 1405 Rpm, 501,22 Rpm , 702,5 Rpm

Kekuatan tarik : $\sigma_B = 52 kg/mm^2$

sf_1 : Faktorkeamanan akibat pengaruh massa untuk bahan S-C (baja karbon) diambil 6,0 sesuai standart ASME

sf_2 : Faktorkeamananakibat pengaruh bentuk poros atau daya spline pada poros, harga sebesar 1,3 – 3,0

Dit : 1. Torsi..?

2.tegangan geser yang diizinkan..?

Penyelesaian :

1.Torsi

$$T = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n}$$

$$T = \frac{2238 \times 60}{2 \times \pi \times 1405}$$

$$T = \frac{134280}{8823,4}$$

$$T = 15,21 N.m$$

2. tegangan geser yang diizinkan dengan menggunakan $sf_2 = 1,6$

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{sf_1 \cdot sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{52}{6,0 \cdot 1,6}$$

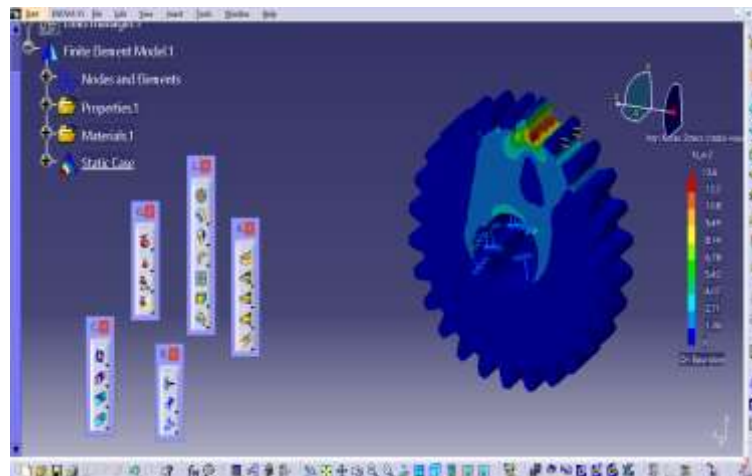
$$\tau_a = 5,41 kg / mm^2$$

$$\tau_a = 5,41 \times 10 N$$

$$\tau_a = 54,1 N / mm^2$$

$$\tau_a = 54,1 N / mm^2 \times 10^6 N / m^2$$

$$\tau_a = 54,1 \times 10^6 N / m^2$$



Gambar 4.19 hasil simulasi pertama

Dari hasil simulasi tegangan geser pertama pada roda gigi lurus dengan bahan S-C (baja karbon) dengan beban $10 N/M^2$, maka ketahanan roda gigi lurus dapat dilihat dengan jumlah maksimal $13,6 N/M^2$

Menurut hasil yang diperoleh dari perhitungan diatas, terlihat bahwa tegangan geser yang diizinkan lebih besar dari tegangan geser yang terjadi, maka dapat dinyatakan bahwa roda gigi yang digunakan aman.

- Pengujian kedua

1. Torsi

$$T = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n}$$

$$T = \frac{2238 \times 60}{2 \times \pi \times 501,22}$$

$$T = \frac{134280}{3147,66}$$

$$T = 42,66 N.m$$

2 . tegangan geser yang diizinkan dengan menggunakan $sf_2 = 2,2$

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{sf_1 \cdot sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{52}{6,0 \cdot 2,2}$$

$$\tau_a = 3,94 \text{ kg} / \text{mm}^2$$

$$\tau_a = 3,94 \times 15 N$$

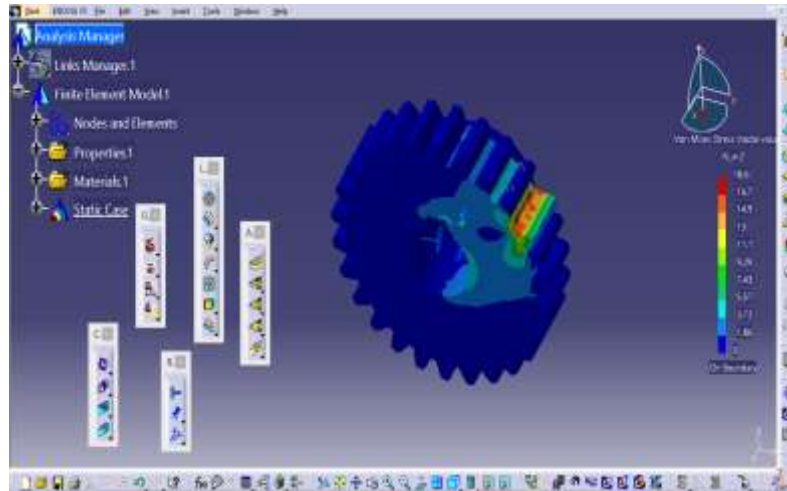
$$\tau_a = 59,1 N / \text{mm}^2$$

$$\tau_a = 59,1 N / \text{mm}^2 \times 10^6 N / m^2$$

$$\tau_a = 59,1 \times 10^6 N / m^2$$

Dari hasil simulasi tegangan geser kedua pada roda gigi lurus dengan bahan S-C (baja karbon) dengan beban $15 N / M^2$, Maka ketahanan roda gigi lurus dapat dilihat dengan jumlah maksimal $18,6 N / M^2$

Menurut hasil yang diperoleh dari perhitungan diatas, terlihat bahwa tegangan geser yang diizinkan lebih besar dari tegangan geser yang terjadi, maka dapat dinyatakan bahwa roda gigi yang digunakan aman



Gambar 4.20 hasil simulasi kedua

- Pengujian ketiga

1. Torsi

$$T = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n}$$

$$T = \frac{2238 \times 60}{2 \times \pi \times 702,5}$$

$$T = \frac{134280}{4411,7}$$

$$T = 30,43 N.m$$

2. tegangan geser yang diizinkan dengan menggunakan $sf_2 = 2,8$

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{sf_1 \cdot sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{52}{6,0 \cdot 2,8}$$

$$\tau_a = 3,09 / mm^2$$

$$\tau_a = 3,09 \times 20 N$$

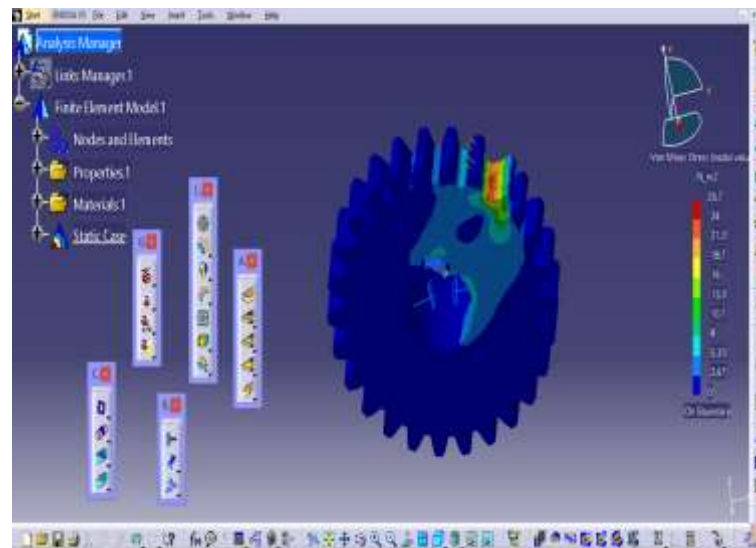
$$\tau_a = 61,8 N / mm^2$$

$$\tau_a = 61,8 N / mm^2 \times 10^6 N / m^2$$

$$\tau_a = 61,8 \times 10^6 N / m^2$$

Dari hasil simulasi pada roda gigi lurus dengan bahan S-C (baja karbon) dengan beban $20N/M^2$, Maka ketahanan roda gigi lurus dapat dilihat dengan jumlah maksimal $26,7N/M^2$

Menurut hasil yang diperoleh dari perhitungan diatas, terlihat bahwa tegangan geser yang diizinkan lebih besar dari tegangan geser yang terjadi, maka dapat dinyatakan bahwa roda gigi yang digunakan aman.



Gambar 4.21 hasil simulasi ketiga

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil simulasi pertama bahwa tegangan geser yang diizinkan lebih besar dibandingkan tegangan geser yang terjadi. Tegangan geser yang diizinkan dengan nilai $54,1 \times 10^6 N/m^2$ sedangkan nilai tegangan geser yang terjadi yaitu $13,6 N/m^2$ dengan beban sebesar $10 N/m^2$. Maka dengan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa roda gigi yang digunakan tahan terhadap beban yang diberikan.
2. Dari hasil simulasi kedua bahwa tegangan geser yang diizinkan lebih besar dibandingkan tegangan geser yang terjadi. Tegangan geser yang diizinkan dengan nilai $59,1 \times 10^6 N/m^2$ sedangkan nilai tegangan geser yang terjadi yaitu $18,6 N/m^2$ dengan beban sebesar $15 N/m^2$. Maka dengan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa roda gigi yang digunakan tahan terhadap beban yang diberikan
3. Dari hasil simulasi ketiga bahwa tegangan geser yang diizinkan lebih besar dibandingkan tegangan geser yang terjadi. Tegangan geser yang diizinkan dengan nilai $61,8 \times 10^6 N/m^2$ sedangkan nilai tegangan geser yang terjadi yaitu $26,7 N/m^2$ dengan beban sebesar $20 N/m^2$. Maka dengan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa roda gigi yang digunakan tahan terhadap beban yang diberikan

5.2 Saran

1. Pada pembuatan roda gigi lurus disarankan menggunakan mesin frais karena hasil dengan menggunakan mesin frais lebih baik dan lebih rapi dibanding dengan menggunakan mesin skrap.
2. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut terhadap proses pembuatan dan ketahanan roda gigi lurus.

DAFTAR PUSTAKA

- Dr.Prabuono Buyung Kosasih,(2012), Teori dan aplikasi elemen hingga,jakarta.
- Nasya Fathiras, (2011), Pengelolaan sampah di tempat pembuangan akhir pasir sembung.Laporan tugas akhir,Bogor: Program studi teknik industri.
- Rahning asri. 2017. Jenis-jenis roda gigi di <http://alkutappblogspot.htm> (di akses 9 januari 2019.)
- Rizky firmansyah yunianto,2013,Analisa pengaruh perbandingan roda gigi lurus SD/MI, jurnal pendidikan dasar mesin.
- Robert L.Mott, (2009), Elemen-elemen mesin dalam perancangan mekanis : Perancangan elemen mesin terpadu,jakarta: Andi
- Sonawan,Hery. Perancangan Elemen Mesin, Penerbit Alfabeta, Bandung,2011.
- Sularso dan Kiyokatsu Suga, (1994), Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Jakarta: PradnyaParamita
- Wikipedia, 2017, Jenis-jenis roda gigi.