

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN SISTEM PEMINDAH DAYA MOTOR PADA KONTRUKSI LIFT BANGUNAN 2 LANTAI BERKAPASITAS 500 KG

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD PANDU
1507230278



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Pandu
NPM : 1507230278
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perencanaan system pemindah daya motor pada kontruksi lift
bangunan 2 lantai berkapasitas 500 kg
Bidang ilmu : Kontruksi Alat Berat

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, 05 September 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II / Peguji



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



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

Dosen Pembanding II / Peguji



Affandi, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Pandu
Tempat /Tanggal Lahir: Medan /16 November 1997
NPM : 1507230278
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Perencanaan Sistem Pemindah Daya Motor Pada Kontruksi Lift Bangunan 2 Lantai Berkapasitas 500 Kg”,

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, 5 Juli 2021

Saya yang menyatakan,



Muhammad Pandu

ABSTRAK

Dalam perkembangan teknologi saat ini, manusia membutuhkan segala sesuatu yang simple, praktis dan canggih untuk menunjang efisiensi segala kegiatan yang akan dilakukan. Lift atau elevator mini digunakan untuk transportasi manusia atau barang secara vertikal, yang digerakkan dengan motor, bergerak pada rel penuntun tetap terletak pada ruang luncur serta dapat dikendalikan sesuai dengan kehendak pemakaiannya. Dilihat dari bahayanya yang akan timbul dari kerusakan pada alat diatas yang meliputi kerusakan yang mengakibatkan muatan bisa jatuh dan mengancam keselamatan. Maka dari itu semua mekanisme kekuatan dari daya angkat pada lift harus diketahui secara rinci kapasitas angkat, sehingga tidak terjadi kelebihan kapasitas muatan. Sistem pemindah daya motor ini berdasarkan pada perhitungan teknis dan analisis pada pemilihannya, agar dapat ditentukan daya motor dan roda gigi yang sesuai untuk diaplikasikan pada lift. Lift ini dirancang dengan sistem pemindah daya yang mampu bekerja pada konstruksi lift bangunan 2 lantai berkapasitas 500 kg, untuk mengetahui kerja motor dalam pemindahan daya, untuk mengetahui perbandingan roda gigi ketika menaikkan barang, untuk mengetahui daya angkat lift agar tidak terjadi kelebihan kapasitas. Setelah melaksanakan pengujian didapatkan nilai roda gigi lurus besar. Bahan roda gigi adalah FC 20, jumlah gigi 103 buah, diameter lingkaran jarak bagi 123,13 mm, diameter kepala 125,53 mm, diameter kaki 120,13 mm, sedangkan roda gigi lurus kecil. Bahan roda gigi adalah FC 20, jumlah gigi 21 mm, diameter lingkaran jarak bagi 24,87 mm, diameter kepala 27,27 mm, diameter kaki 21,87 mm.

Kata Kunci : Daya, Lift, Roda Gigi

ABSTRACT

In the current technological development, humans need everything simple, practical and sophisticated to support the efficiency of all activities that will be carried out. Elevators or mini elevators are used for the transportation of humans or goods vertically, which are driven by motor, move on the guiding rails remain located in the launch room and can be controlled according to the will of use. Judging from the danger that will arise from damage to the above equipment which includes damage that causes the load can fall and threaten safety. Therefore, all the mechanisms of force of lift in the elevator must be known in detail the lifting capacity, so that there is no excess load capacity. This motor power transfer system is based on technical calculations and analysts on its selection, so that it can be determined the power of the motor and gears that are suitable for application to the elevator. This elevator is designed with a power transfer system that is able to work on the construction of a 2-story building elevator with a capacity of 500 kg, to know the work of the motor in power transfer, to know the comparison of gears when raising goods, to find out the lift power of the elevator so that there is no overcapacity. After carrying out the test obtained a large straight gear value. The gear material is FC 20, the number of teeth 103 pieces, the diameter of the circle distance for 123.13 mm, the diameter of the head 125.53 mm, the diameter of the legs 120.13 mm, while the straight gears are small. The gear material is FC 20, the number of gears is 21 mm, the diameter of the distance circle for 24.87 mm, the head diameter is 27.27 mm, the diameter of the legs is 21.87 mm.

Keywords : Power, Elevator, Gears

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran 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 “Perencanaan Sistem Pemindah Daya Motor Pada Kontruksi Lift Bangunan 2 Lantai Berkapasitas 500 KG” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

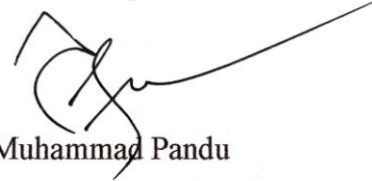
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.Tselaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara..
2. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.Tselaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sekaligus Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara..
4. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin , Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik Mesinan kepada penulis.
6. Orang tua penulis: Sahrinto dan Tumini, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis: Rizcy Abdillah A, Ari Pangestu, Fajar Hardy Winata, Aswan Daulay, M Syahrian Efendi, Ahmad Ikhsan, Zulfikar Arifdan 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 industri Teknik Mesin.

Medan, 5 April 2021



Muhammad Pandu

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN 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
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan masalah	2
1.3.Ruang Lingkup	2
1.4.Tujuan	2
1.4.1.Tujuan Umum	2
1.4.2.Tujuan Khusus	2
1.5.Manfaat	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Tinjauan pustaka	3
2.2. Lift	3
2.2.1.Jenis - jenis lift	3
2.3 Motor listrik	4
2.4 Jenis Motor listrik	5
2.4.1 Motor DC	5
2.4.2 Motor AC/Arus Bolak – Balik	8
2.4.3 Klasifikasi Motor Induksi	9
2.5. Sistem pemindah daya	10
2.6. Gearbox	11
2.6.1 Pengertian gearbox	11
2.7 Roda Gigi	12
2.7.1 Pengertian Roda Gigi	12
2.7.2Klasifikasi Roda Gigi	12
2.7.3Macam-macam Roda Gigi	15
2.7.4Dasar Pemilihan Roda Gigi	20
2.7.5 Dasar Pemilihan Roda Gigi	21
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN	33
3.1.Tempat dan Waktu	33
3.1.1 Tempat	33
3.2 Alat Dan Bahan	33
3.2.1 Alat - alat	33
3.2.2Bahan	34

3.3 Bagan Alir Penelitian	36
3.4 Prosedur penelitian	37
3.4.1 Langkah – langkah Pengerjaan	37
3.4.2 Spesifikasi roda gigi	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Perhitungan motor	41
4.2. Perhitungan Roda Gigi lurus	44
4.3. Perhitungan Roda Gigi Miring	47
4.3.1 Perhitungan Roda Gigi Miring Besar	47
4.3.2 Perhitungan Roda Gigi Miring Kecil	49
4.4. Perhitungan Daya Angkat	51
4.4.1 Perhitungan Daya Angkat Motor	51
4.4.2 Pemeriksaan motor terhadap beban lebih (overload)	54
4.5. Pembuatan Gambar Solidworks	57
4.5.1 Roda Gigi Lurus Besar	57
4.5.2 Roda Gigi Lurus Kecil	60
4.5.3 Roda Gigi Miring Besar	62
4.5.4 Roda Gigi Miring Kecil	66
BAB 5 Kesimpulan Dan Saran	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel.2.1.Klasifikasi Roda Gigi Menurut Poros	13
Tabel.2.2.Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Roda gigi	21
Tabel.2.3. Faktor bentuk gigi	22
Tabel.2.4. Faktor dinamis f_v	22
Tabel 3.1. Jadwal waktu pembuatan	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Motor Listrik	6
Gambar 2.2 Motor Dc	6
Gambar. 2.3. Roda Gigi Lurus	15
Gambar. 2.4. Roda Gigi Miring	15
Gambar. 2.5. Roda Gigi Miring Ganda	16
Gambar. 2.6. Roda Gigi Dalam Dan Pinyon	16
Gambar. 2.7. Roda Gigi Dan Pinyon	17
Gambar. 2.8. Roda Gigi Kerucut Lurus	17
Gambar. 2.9. Roda Gigi Kerucut Spiral	18
Gambar. 2.10. Roda Gigi Permukaan	18
Gambar. 2.11. Roda Gigi Miring Silang	19
Gambar. 2.12. Roda Gigi Cacing Silindris	19
Gambar. 2.13. Roda Gigi Cacing Selubung Ganda (<i>Globoid</i>)	20
Gambar. 2.14. Roda Gigi Hypoid	20
Gambar 2.15 Nama-Nama Bagian Roda Gigi	21
Gambar 3.1 Laptop	34
Gambar 3.2 Aplikasi Solidworks	35
Gambar 3.7 Bagan Alir Penelitian	36
Gambar 3.8 Pembongkaran Gearbox	37
Gambar 3.9 Pelepasan Roda Gigi	37
Gambar 3.10 Roda Gigi Miring Dan Roda Gigi Lurus Kecil	38
Gambar 3.11 Gambar Roda Gigi Lurus	38
Gambar 3.12 Roda Gigi Miring Kecil	39
Gambar 4.1. Tampilan Utama Solidworks	57
Gambar 4.2. Tampilan Depan	57
Gambar4.3. Membuat Gambar Dan Ukuran	58
Gambar 4.4. Mengestrude Boss Dan Mengestrude Cute Bagian Depan	58
Gambar 4.5. Mengestrude Cut Bagian Belakang	58
Gambar 4.6. Gambar Estrude Cut Poros Dan Spline	59
Gambar 4.7. Mengestrude Cut Ujung Mata Roda Gigi Bagian Depan	59
Gambar 4.8. Mengestrude Cut Ujung Mata Roda Gigi Bagian Belakang	59
Gambar 4.9. Hasil Akhir Roda Gigi Lurus Besar	60
Gambar 4.10. Tampilan Utama Solidworks	60
Gambar 4.11. Tampilan Depan	60
Gambar 4.12. Membuat Gambar Dan Ukuran	61
Gambar 4.13. Mengestrude Boss Gambar	61
Gambar 4.14. Mengestrude Cut Bagian Depan	61
Gambar 4.15. Estrude Cut Bagian Belakang	62
Gambar 4.16. Hasil Akhir Roda Gigi Lurus Besar	62
Gambar 4.17. Tampilan Utama Solidworks	62
Gambar 4.18. Tampilan Depan	63
Gambar 4.19. Membuat Gambar Dan Ukuran	63
Gambar 4.20. Mengestrude Boss Gambar	63

Gambar 4.21. Mengestrude Cut Bagian Depan	64
Gambar 4.22. Estrude Cut Bagian Belakang	64
Gambar 4.23. Mengestrude Cut Ujung Gigi Bagian Depan	64
Gambar 4.24. Estrude Cut Ujung Gigi Bagian Belakang	65
Gambar 4.25. Menngestrude Cut/Flex	65
Gambar 4.26. Hasil Akhir Roda Gigi Miring Besar	65
Gambar 4.27. Tampilan Utama Solidworks	66
Gambar 4.28. Tampilan Depan	66
Gambar 4.29. Membuat Gambar Dan Ukuran	66
Gambar 4.30. Mengestrude Boss Gambar	67
Gambar 4.31. Mengestrude Cut Ujung Gigi Bagian Depan	67
Gambar 4.32. Estrude Cut Ujung Gigi Bagian Belakang	67
Gambar 4.33. Menngestrude Cut/Flex	68
Gambar 4.34. Hasil Akhir Roda Gigi Miring Besar	68

DAFTAR NOTASI

F	=	Frekuensi	Hz
P	=	Jumlah kutub gulungan	Pole
N	=	Putaran	Rpm
T	=	Torsi	Nm
F	=	Gaya	(N)
m	=	Massa	(kg)
v	=	Kecepatan	(m/s)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi saat ini, manusia membutuhkan segala sesuatu yang simple, praktis dan canggih untuk menunjang efisiensi segala kegiatan yang akan dilakukan. Contohnya dalam hal kegiatan bongkar muat atau memindahkan objek dari suatu tempat ke tempat lain.

Alat yang bisa membantu pekerjaan manusia dalam hal ini, bisa kita sebut pesawat angkat, banyak jenis pesawat angkat yang sering digunakan dalam banyak kegiatan manusia maupun itu dalam bidang kontruksi pabrik atau indutri, salah satunya lift. Lift atau elevator ini digunakan untuk transportasi manusia atau barang secara vertikal, yang digerakkan dengan motor, bergerak pada rel penuntun tetap yang terletak pada ruang luncur serta dapat dikendalikan sesuai dengan kehendak pemakaiannya. Lift ini sendiri menggunakan beberapa komponen yang penting seperti motor, tali baja, pully, dan sistem pemindah dayanya yang meliputi roda gigi, as dan lainnya.

Dilihat dari bahayanya yang akan timbul dari kerusakan pada alat diatas yang meliputi kerusakan yang mengakibatkan muatan bisa jatuh dan mengancam keselamatan pengguna. Maka dari itu semua mekanisme kekuatan dari daya angkat pada lift harus diketahui secara rinci kapasitas angkat, sehingga tidak terjadi overload muatan.Sistem pemindah daya motor ini berdasarkan pada perhitungan teknis dan analis pada pemilihannya, agar dapat ditentukan daya motor dan roda gigi yang sesuai untuk diaplikasikan pada lift.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan membuat tugas akhir dengan judul “Perencanaan Sistem Pemindah Daya Motor Pada Kontruksi Lift Bangunan 2 Lantai Berkapasitas 500 KG” maka perlu adanya perencanaan sistem pemindah daya motor pada kontruksi lift, sehingga diharapkan lift dapat bergerak normal dan dioperasikan dilaboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.2.Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana kerja motor dalam pemindahan daya?
2. Bagaimana konstruksi lift ?
3. Bagaimana daya angkat lift agar tidak terjadi overload (kelebihan kapasitas)?

1.3.Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem pemindah daya ini menggunakan electric hoist.
2. Sistem pemindah daya dari motor keroda gigi lalu kepully.

1.4.Tujuan

1.4.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari tugas akhir ini adalah :

Untuk mendapatkan rancangan sistem pemindah daya yang mampu bekerja pada konstruksi lift bangunan 2 lantai berkapasitas 500 kg.

1.4.2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisa daya angkat lift agar tidak terjadi overload (kelebihan kapasitas).
2. Untuk menganalisa daya motor dalam pemindahan daya.
3. Untuk menganalisa perbandingan roda gigi.

1.5.Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penulis laporan akhir ini adalah :

1. Memberi pengetahuan cara kerja sistem pemindah daya motor pada lift.
2. Dapat mengetahui perhitungan dari putaran motor dan roda gigi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perancangan

Untuk mendukung penelitian ini, berikut dikemukakan hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini.

Secara umum lift atau elevator adalah suatu sarana transportasi yang terdapat di gedung – gedung tinggi yang berfungsi sebagai sarana mengangkut orang ataupun barang dari lantai satu ke lantai yang lainnya. Lift ditemukan pada tahun 1853 seorang ilmuwan bernama Elisha Graves Otis pertama kali menciptakan elevator yang awalnya berupa sebuah derek dari tali, melalui inovasi – inovasinya otis berhasil menciptakan elevator untuk penumpang yang pertama kali dipasang di New York pada tahun 1857. Perjuangan otis dilanjutkan oleh anak – anaknya dalam membangun suatu sistem lift. Keluarga Otis dinilai sebagai tonggak perkembangan lift atau elevator.

2.2. Lift

Lift adalah salah satu fasilitas selain tangga yang biasanya disediakan di gedung – gedung bertingkat tinggi (lebih dari dua tingkat) untuk memudahkan manusia mencapai tiap tingkat pada gedung tersebut (Aditya Sudarmadi, 2014)

Lift merupakan mesin yang digunakan untuk kemudahan mengangkut penumpang atau barang untuk dibawa ke tempat yang tinggi (lantai bertingkat) dalam sebuah bangunan, Lift umumnya digunakan di gedung – gedung bertingkat tinggi biasanya lebih dari tiga atau empat lantai. Lift – lift pada zaman modern mempunyai tombol – tombol yang dapat dipilih penumpangnya sesuai lantai tujuan mereka, terdapat tiga jenis mesin yaitu hidrolik, tracson atau katrol tetap, hoist atau katrol ganda.

2.2.1. Jenis - jenis lift

Secara umum jenis – jenis dapat digolongkan menjadi beberapa kelompok yaitu :

1. Lift penumpang (passanger elevator)

Jenis ini merupakan lift yang paling banyak digunakan seperti yang ada dipusat perbelanjaan, rumah sakit, hotel, perkantoran dan sebagainya.

2. Observasion elevator

Lift jenis ini fungsinya sama dengan lift penumpang hanya saja bedanya sebagian besar dinding atau pintu lift terbuat dari kaca sehingga memungkinkan penumpangnya dapat melihat kearah luar. Lift jenis ini banayak kita jumpai dimall, hotel, atau gedung – gedung yang tidak terlalu tinggi yang memiliki pemandangan indah

3. Lift barang

Lift barang digunakan untuk mengangkut barang dan biasanya lift ini lebih luas dari lift penumpang dan mempunyai ukuran pintu yang lebih besar.

Kelebihan dan kekurangan lift

Kelebihan lift

- Hemat daya (bisa dibbilang ramah lingkungan)
- Hemat tempat (khususnya ruang mesin)
- Efisien terhadap waktu yang digunakan sehingga mempercepat untuk mengarahkan pada tempat yang dituju
- Karena menggunakan gearless (tanpa gearbox) maka lebih nyaman

Kekurangan lift

- Biaya pembuatannya cukup mahal
- Mambuat orang malas untuk berolah raga dengan menggunakan tangga
- Jika listrik padam maka lift tidak bisa digunakan sehingga menghambat kegiatan
- Jika tidak hati – hati bisa menelan korban seperti terjepit lift.

2.3 Motor listrik

Motor listrik termasuk kedalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energy listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa,

fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain – lain, di industri dan digunakan juga pada peralatan listrik rumah tangga (seperti: mixer, bor listrik, kipas angin). Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerjanya industry, sebab diperkirakan bahwa motor – motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industry. Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor listrik secara umum sama, yaitu:

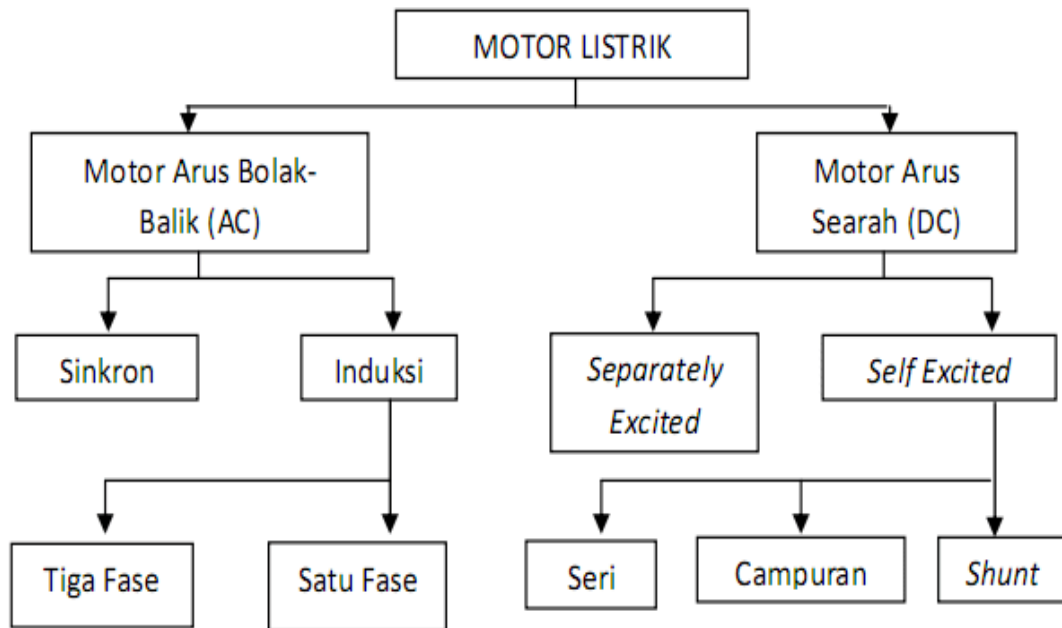
- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar torsi untuk memutar kumparan.
- Motor – motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Dalam memahami sebuah motor listrik, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu pada keluaran tenaga putar/torsi sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok:

- Beban torsi konstan, adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya, namun torsi nya tidak bervariasi.
- Beban dengan torsi variable, adalah beban dengan torsi yang bervariasi dengan kecepatan operasi.
- Beban dengan energy konstan, adalah beban dengan permintaan torsi yang berubah dan berbanding berbalik dengan kecepatan.

2.4 Jenis Motor listrik

Bagian ini menjelaskan tentang dua jenis utama motor listrik: motor DC dan motor AC. Motor tersebut diklasifikasikan berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi, dan dijelaskan lebih lanjut dalam bagan pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.1 Klasifikasi Motor Listrik (Sularso, 2004)

2.4.1 Motor DC

Arus searah motor DC/arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan torsi yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Motor DC yang memiliki tiga komponen utama:



Gambar 2.2 Motor DC
(Direct industry 2005)

- Kutub medan
Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Memiliki kutub medan magnet yang stasioner dan dynamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub – kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih electromagnet. Electromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.
- Dinamo
Bila arus masuk menuju dynamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dynamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub – kutub utara dan selatan dynamo
- Kommutator
Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikkan arah arus listrik dalam dynamo. Kommutator juga membantu dalam transmisi arus antara dynamo dan sumber daya.

Keuntungan utama motor DC adalah kecepatannya mudah dikendalikan dan tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor DC ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- Tegangan dynamo
Meningkatkan tegangan dynamo akan meningkatkan kecepatan.
- Arus medan
Menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang, seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan dia

area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. Motor DC juga relative mahal disbanding motor AC.

Jenis – Jenis Motor DC/Arus Searah

- Motor DC sumber daya terpisarpisah/*separately excited*, jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/*separately excited*.
- Motor DC sumber daya sendiri/*Self excited*: motor shunt. Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara parallel dengan gulungan (A) seperti diperlihatkan dalam gambar 4. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.

2.4.2 Motor AC/Arus Bolak – Balik

Motor AC/arus bolak – balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik AC memiliki dua buah bagian dasar listrik “stator” dan “rotor”. Stator merupakan komponen listrik statis. Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar as motor.

Keuntungan utama motor DC terhadap motor AC adalah bahwa kecepatan motor ac lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kerugiannya, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan dayanya. Motor induksi merupakan motor yang paling populer di industry karena kehandalannya dan lebih mudah perawatannya. Motor induksi AC cukup murah (harganya stengah atau kurang dari harga sebuah motor DC) dan juga memberikan rasio daya terhadap berat yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC).

Jenis – Jenis Motor AC/Arus Searah

- a. Motor sinkron adalah motor AC yang bekerja pada kecepatan tetap pada system frekwensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki torque awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti komponen udara perubahan frekwensi dan generator motor. Motor sinkron mampu untuk

memperbaiki factor daya system, sehingga sering digunakan pada system yang menggunakan banyak listrik.

Komponen utama motor sinkron adalah :

- Rotor perbedaan utama antara motor sinkron dengan motor induksi adalah bahwa motor mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan perputaran medan magnet. Hal ini memungkinkan sebab medan magnet motor tidak lagi terinduksi. Rotor memiliki magnet permanent atau arus DC-excited, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya.
- Stator. Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekwensi yang dipasok.

b. Motor induksi

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industry. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat disambungkan langsung ke sumber daya AC.

- Motor induksi menggunakan dua jenis rotor :
 - Radang kandang tupai terdiri dari batang penghantar tebal yang dilekatkan dalam petak – petak slots parallel. Batang – batang tersebut diberi hubungan pendek pada kedua ujungnya dengan alat cincin hubungan pendek.
 - Lingkaran rotor yang memiliki gulungan tiga fase, lapisan ganda dan terdistribusi. Dibuat melingkar sebanyak kutub stator. Tiga fase digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung lainnya dihubungkan kecincin kecil yang dipasang pada barang as dengan sikat yang menempel padanya.
- Stator dibuat dari sejumlah stampings dengan slots untuk membawa gulungan tiga fase. Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu. Gulungan diberi spasi geometri sebesar 120 derajat.

2.4.3 Klasifikasi Motor Induksi

Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama (parekh,2003) :

- Motor induksi satu fase. Motor ini hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fase, memiliki sebuah rotor kandang tupai, dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Sejauh ini motor merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti kipas angin, mesin cuci dan pengering pakaian, dan untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 Hp.
- Motor induksi tiga fase. Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan rotor (walaupun 90% memiliki rotor kandang tupai); dan penyalaan sendiri. Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa kompresor, belt conveyor, jaringan listrik, dan grinder. Tersedia dalam ukuran 1/3 hingga ratusan Hp. Kecepatan motor induksi motor induksi bekerja sebagai berikut, listrik dipasok ke stator yang akan menghasilkan medan magnet. Medan magnet ini bergerak dengan kecepatan sinkron disekitar rotor. Arus rotor menghasilkan medan magnet kedua, yang berusaha untuk melawan medan magnet stator, yang menyebabkan rotor berputar. Walaupun begitu, didalam prakteknya motor tidak pernah bekerja pada kecepatan sinkron namun pada “kecepatan dasar” yang lebih rendah . terjadinya perbedaan antara dua kecepatan tersebut disebabkan adanya “slip/geseran” yang meningkat dengan meningkatnya beban. Slip hanya terjadi pada motor induksi. Untuk menghindari slip dapat dipasang sebuah cincin geser/slip ring dan motor tersebut dinamakan “motor cincin geser/slip ring motor”.

2.5. Sistem pemindah daya

Sistem pemindah daya adalah suatu mekanisme yang berfungsi memindahkan tenaga dari mesin agar bisa diteruskan keroda pada suatu kendaraan. Bukan hanya pada kendaraan, sistem pemindah daya juga terdapat pada konstruksi lift. Sebelum membahas lebih jauh mari kita mengenali komponen – komponen yang terdapat pada sistem pemindah daya.

2.6. Gearbox

2.6.1 Pengertian gearbox

Gearbox dalam hal penggunaannya banyak terdapat pada bidang kebutuhan industry atau permesinan.

Dalam beberapa unit mesin memiliki sistem pemindah tenaga yaitu gear box yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. Gearbox merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar, dan gearbox juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar.

Menurut Bustami Ibrahim (2018), “Gearbox merupakan suatu komponen dari suatu mesin yang terdiri dari rumah untuk roda gigi. Komponen ini harus memiliki konstruksi yang tepat agar dapat menempatkan poros – poros roda gigi pada sumbu yang benar sehingga roda gigi dapat berputar dengan baik dengan sedikit mungkin gesekan yang terjadi. Menurut Mawardi (2017), “Gearbox merupakan kotak yang berisi gear transmisi atau sistem pemindah tenaga, yang berfungsi untuk memindahkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran” atau Gearbox merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar, dan gearbox juga adalah alat pengubah daya dari motor yang memiliki putaran tinggi menjadi medium.

Sedangkan menurut Made Andrean (2004) “Gearbox adalah dalam hal penggunaannya banyak terdapat pada bidang kebutuhan industry. Gearbox memiliki fungsi sebagai pemindah tenaga dari tenaga penggerak (mesin diesel atau dynamo motor elektrik) ke mesin yang ingin digerakan.

Adapun prinsip kerja Gearbox adalah sebagai berikut :

- Menurut Made Andrean (2004) “Prinsip kerja dari gearbox adalah membuat putaran dari engine diteruskan ke poros input (*input shaft*) melalui hubungan

antara *clutch*/kopling, kemudian putaran diteruskan ke poros utama (*main shaft*), torsi/ momen yang ada di *main shaft* diteruskan ke *propeller*, karena adanya perbedaan rasio dan bentuk dari gigi – gigi tersebut sehingga RPM atau putaran *propeller* yang di keluarkan berbeda, tergantung dari RPM yang diinginkan. Gearbox juga mengatur putaran dari putaran tinggi ke putaran medium dan dari *main engine* ke *propeller* kapal, dan juga dapat mengubah putaran dari *main engine*.

2.7. Roda Gigi

2.7.1 Pengertian Roda Gigi

Sesuai dengan fungsinya roda gigi adalah merupakan elemen mesin yang dapat mentransmisikan daya dan putaran. Aspek yang harus diperhatikan dalam perencanaan ini adalah efek - efek yang diakibatkan dalam pemindahan daya dan putaran. Dalam pemindahan daya dan putaran tersebut masih ada alat yang berperan sebagai pemindah daya dan putaran yaitu sabuk 8 rantai.

Diluar transmisi diatas ada pula cara lain untuk memindahkan daya, misalnya dengan sabuk (*belt*) dan rantai (*chain*), tetapi transmisi dengan roda gigi jauh lebih unggul dibandingkan sabuk dan rantai, faktor slip pada roda gigi jauh lebih kecil dan putaran lebih tinggi tepat serta daya yang dipindahkan lebih besar. Namun untuk merencanakan sebagai alat pemindah daya pada transmisi (*gear box*) harus benar - benar mampu memindahkan roda gigi sebagai alat pemindah daya.

Oleh karena itu di dalam perencanaan roda gigi harus benar-benar teliti untuk perencanaan dan pembuatannya sehingga pada putaran yang tinggi tidak terjadi slip yang dapat mengakibatkan putaran roda gigi tidak bekerja sebagaimana yang diinginkan dalam perencanaan ini.

2.7.2 Klasifikasi Roda Gigi

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 roda gigi juga memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan alat transmisi lainnya, yaitu:

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

Roda gigi dapat diklasifikasikan menurut poros arah putaran dan bentuk gigi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.1 (Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin)

Tabel.2.1.Klasifikasi Roda Gigi Menurut Poros (Sumber : Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, hal 212, Sularso dan Kiyokatsu Suga¹)

Letak poros	Roda gigi	Keterangan
	Roda gigi lurus, (a)	(Klasifikasi atas dasar bentuk alur gigi)
	Roda gigi miring, (b)	
Roda gigi dengan poros sejajar	Roda gigi miring ganda, (c)	Arah putaran berlawanan
	Roda gigi luar	
	Roda gigi dalam dan pinyon, (d)	Arah putaran sama
	Batang gigi dan pinyon,(e)	Gerak lurus & berputar
	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 dengan poros berpotongan	Roda gigi kerucut miring ganda	(Roda gigi dengan poros berpotongan berbentuk istimewa)
	Roda gigi permukaan dengan poros berpotongan, (h)	

	Roda gigi miring silang, (i)	Kontak titik
	Batang gigi miring silang	Gerakan lurus dan berputar
	Roda gigi cacing silindris, (j)	
Roda gigi dengan poros silang	Roda gigi cacing selubung	
	Ganda (globoid), (k)	
	Roda gigi cacing sampung	
	Roda gigi hiperboloid	
	Roda gigi hipoid, (l)	
	Roda gigi permukaan silang	

Dari tabel di atas maka roda gigi ini dapat dibedakan atau diklasifikasikan menjadi sebagai berikut :

- a. Roda gigi dengan poros sejajar.
- b. Roda gigi dengan poros yang berpotongan.
- c. Roda gigi dengan poros silang / tegak lurus.

a. *Roda gigi dengan Poros Sejajar*

Roda gigi dengan poros sejajar adalah roda gigi dimana gigi - giginya sejajar pada dua bidang silinder. Kedua bidang silinder tersebut bersinggungan dan yang satu mengelilingi pada yang lain dengan sumbu tetap sejajar.

b. *Roda gigi dengan Poros yang Berpotongan*

Roda gigi dengan poros yang berpotongan ini digunakan pada suatu transmisi yang memiliki poros tidak sejajar.

c. *Roda gigi dengan Poros Silang / Tegak Lurus*

Yang termasuk pada jenis ini adalah roda gigi miring silang, batang gigi miring silang (kontak gigi gerakan lurus dan berputar), roda gigi cacing silindris, roda gigi cacing selubung ganda (*globoid*), roda gigi cacing sampung, roda gigi tipe *hiperboloid*, roda gigi *hipoid*, roda gigi permukaan silang.

2.7.3 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

c. *Roda Gigi Miring Ganda*

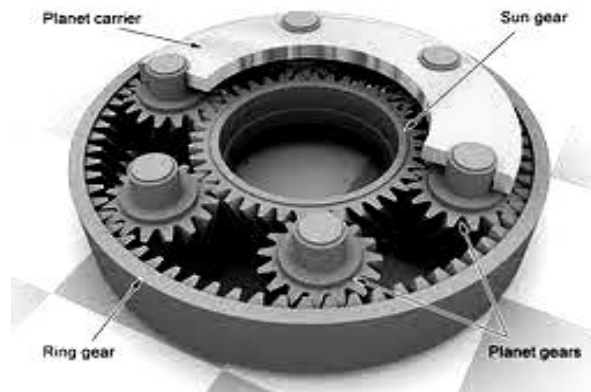
Pada roda gigi ini gaya aksial yang timbul pada gigi mempunyai alur berbentuk alur V yang akan saling memindahkan. Dengan roda gigi ini reduksi, kecepatan keliling dan daya diteruskan dan diperbesar tetapi pada pembuatannya agak sukar.



Gambar. 2.5. Roda gigi miring ganda

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 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. Roda 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*

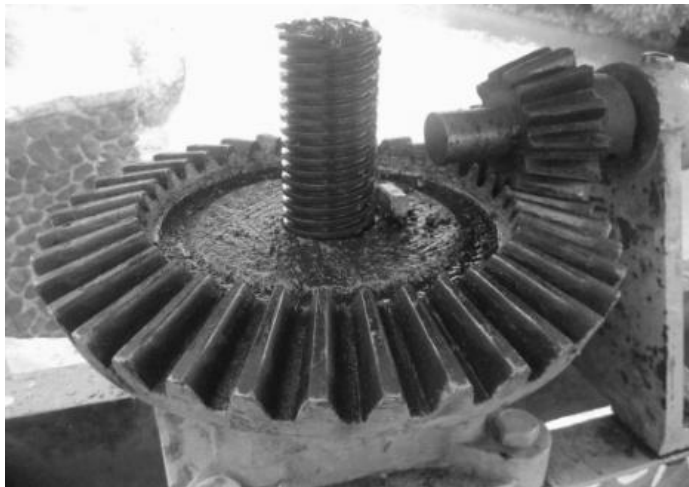
Pada roda gigi ini memiliki perbandingan kontak yang terjadi lebih besar dan dapat meneruskan putaran tinggi dengan beban besar. Sudut poros kedua gigi kerucut ini biasanya dibuat 90° .



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

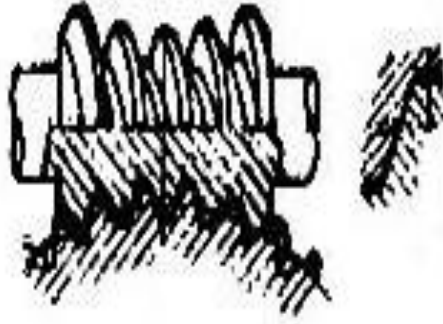
Roda gigi ini membentuk silindris dan lebih umum dipakai. Digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran yang lebih besar tanpa mengurangi dayanya. Kemiringan antara $25^{\circ} - 45^{\circ}$, roda gigi ini banyak dipakai pada sistem kemudi.



Gambar. 2.12. Roda gigi cacing silindris

k. Roda Gigi Cacing Selubung Ganda (Globoid)

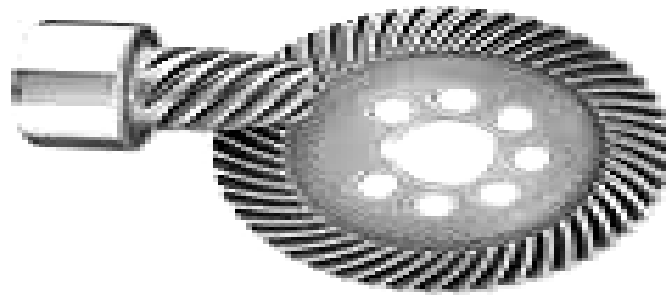
Roda gigi ini digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran pada beban besardengan perbandingan kontak yang lebih besar pula.



Gambar. 2.13. Roda gigi cacing selubung ganda (*globoid*)

l. 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

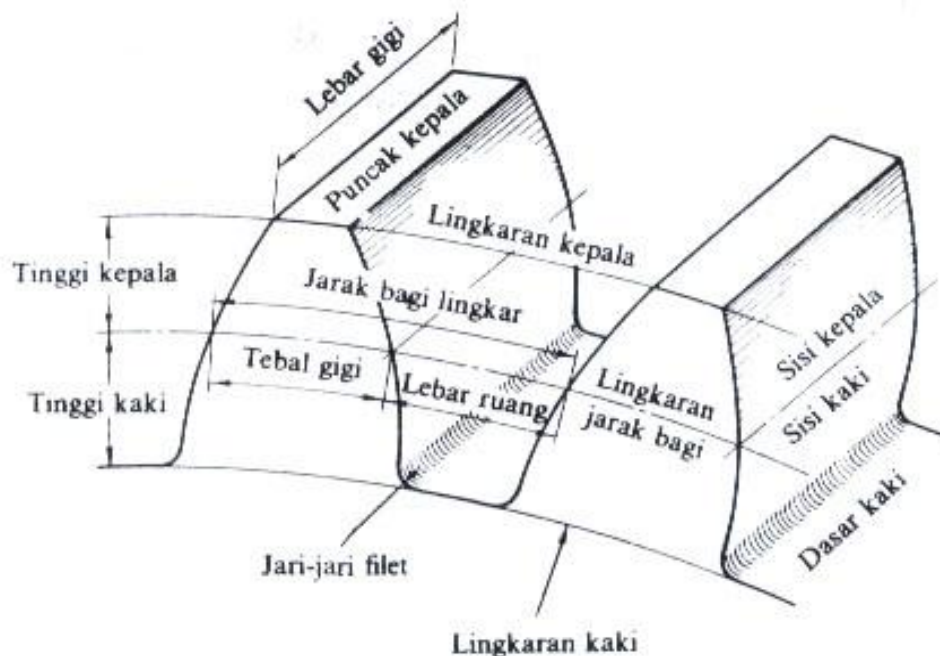
2.7.4 Dasar Pemilihan Roda Gigi

Dalam merencanakan Roda gigi dalam kendaraan bermotor maka yang harus di perhatikan adalah jenis pemakaian roda giginya, Dalam hal ini kita dapat memakai Roda gigi miring sebagai gigi percepatan. Perhatikan Tabel berikut ini :

Tabel.2.2.Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Roda gigi(Sumber : Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, hal 212, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

NO	Nama Roda gigi	Kelebihan	Kekurangan
1.	Roda gigi cacing silindris	Desainnya sangat efisien	Suara kasar Tidak dapat di fungsikan putaran tinggi
2.	Roda Gigi miring	Tingkat kebisingan rendah Lebih tenang dalam kecepatan tinggi Lebih tenang dalam pengoperasiannya	Bebannya sangat berat Tidak halus dalam pengoperasiannya Momen yang di hasilkan kecil
3.	Roda gigi permukaan	Lebih tahan lama	Tidak dapat di operasikan putaran tinggi
4.	Roda gigi pinion	Momen dihasilkan besar Suara lebih halus Getaran yg di hasilkan kecil	

2.7.5 Perhitungan Roda Gigi



Gambar 2.15 Nama-nama bagian roda gigi

Tabel 2.3 Faktor Bentuk Gigi (Sumber : Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, hal 212, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Jumlah gigi z	Y	Jumlah gigi Z	Y	Jumlah gigi z	Y
10	0,201	19	0,314	43	0,396
11	0,226	20	0,320	50	0,408
12	0,245	21	0,327	60	0,421
13	0,261	23	0,333	75	0,434
14	0,276	25	0,339	100	0,446
15	0,289	27	0,349	150	0,459
16	0,295	30	0,358	300	0,471
17	0,302	34	0,371	Batang gigi	0,484
18	0,308	38	0,383		

Tabel 2.4 Faktor dinamis f_v . (Sumber : Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, hal 212, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Kecepatan Rendah	$v = 0,5 - 10 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{3}{3+v}$
Kecepatan Sedang	$v = 5 - 20 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{6}{6+v}$
Kecepatan	$v = 20 - 50 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{5,5}{5,5 + \sqrt{v}}$

1. Perhitungan Roda Gigi Lurus

Diketahui : $P = 149,6 \text{ PS} = 109,956 \text{ kW}$

$n_1 = 3400 \text{ rpm}$

$i = (\text{Perbandingan gigi, berdasarkan spesifikasi})$

Faktor koreksi (f_c) daya maksimum yang diperlukan 0,8 - 1,2. diambil $f_c = 1,1$

Daya rencana P_d :

$$P_d = f_c \cdot P$$

Diameter sementara lingkaran jarak bagi :

$$d_1 = \frac{2 \cdot 200}{1+i}$$

$$d_2 = \frac{2 \cdot 200 \cdot i}{1+i}$$

Modul pahat $m = 10$

Jumlah gigi :

$$m = \frac{d}{z} \Rightarrow z = \frac{d}{m}$$

$$z_1 = \frac{d_1}{m}$$

$$z_2 = \frac{d_2}{m}$$

Perbandingan gigi :

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$

Diameter lingkaran jarak bagi (roda gigi standar) :

$$d_{01} = z_1 \cdot m$$

$$d_{02} = z_2 \cdot m$$

Jarak sumbu poros :

$$a_0 = \frac{d_{01} + d_{02}}{2}$$

Kelonggaran puncak :

$$C_k = 0,25 \cdot m$$

Diameter kepala :

$$d_{k1} = (z_1 + 2) \cdot m$$

$$d_{k2} = (z_2 + 2) \cdot m$$

Diameter kaki :

$$d_{f1} = (z_1 - 2) \cdot m - 2 \cdot C_k$$

$$d_{f2} = (z_2 - 2) \cdot m - 2 \cdot C_k$$

Kedalaman pemotongan :

$$H = 2 \cdot m + C_k$$

Faktor bentuk gigi, dari Tabel 3.5.

Kecepatan keliling :

$$v = \frac{\pi \cdot d_{01} \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

Gaya tangensial :

$$F_t = \frac{102 \cdot Pd}{v}$$

Faktor dinamis :

$$f_v = \frac{5,5}{5,5 + \sqrt{v}}$$

Bahan masing – masing gigi perlakuan panas :

Pinyon S 35 C :

Kekuatan tarik $\sigma_{B1} = 52 \text{ kg/mm}^2$

Kekerasan permukaan gigi $H_{B1} = 187$ (rata-rata)

Roda gigi besar FC 20 :

Kekuatan tarik $\sigma_{B2} = 20 \text{ kg/mm}^2$

Kekerasan permukaan gigi $H_{B2} = 170$ (rata-rata)

Tegangan lentur yang diizinkan :

S 35 C : $\sigma_{a1} = 26 \text{ kg/mm}^2$

FC 20 : $\sigma_{a2} = 9 \text{ kg/mm}^2$

Faktor tegangan kontak antara baja karbon kekerasan 200 H_B dengan besi cor maka,

$$K_H = 0,079 \text{ kg/mm}^2 .$$

Beban lentur yang diizinkan persatuan lebar :

$$F_b = \sigma_a \cdot m \cdot Y \cdot f_v$$

$$F'_{b1} = \sigma_{a1} \cdot m \cdot Y_1 \cdot f_v$$

$$F'_{b2} = \sigma_{a2} \cdot m \cdot Y_2 \cdot f_v$$

Beban permukaan yang diizinkan persatuan lebar :

$$F'_H = f_v \cdot k_H \cdot d_{01} \cdot \frac{2 \cdot z_2}{z_1 + z_2}$$

Lebar sisi b dapat diperoleh dari :

$$b = F_{t1} / F'_{\min}$$

Perbandingan lebar sisi dengan modul

$$b/m$$

Perbandingan diameter jarak lingkaran dengan lebar sisi

$$d/b$$

2. Perhitungan Roda Gigi Miring

Jarak bagi diametral

$$P_d = p_{nd} \cos \psi$$

Sudut tekan lintang

$$\phi_1 = \text{tg}^{-1}(\text{tg} \phi_n / \cos \psi)$$

Diameter jarak bagi

$$D = N / P_d$$

Kecepatan garis jarak bagi, v_t

$$v_1 = \pi D n / 12$$

Gaya tangensial, W_t

$$W_t = 33000(P) / v_t$$

Gaya aksial, W_x

$$W_x = W_t \text{tg} \psi$$

Gaya radial, W_r

$$W_r = W_t \text{tg} \phi_t$$

3. Perhitungan Daya Angkat

Daya motor dibutuhkan untuk melayani kebutuhan sistem lift dan dapat dihitung dengan persamaan :

$$N_{st} = \frac{(Q \times G_s - G_w)}{75 \eta_{tot}}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Q &= \text{Kapabilitas Lift (10 orang)} \\ &= 500 \text{ kg (diasumsikan 1 orang beratnya = 50 kg)} \\ G_s &= \text{Bobot sangkar Lift (} G_s = 250 \text{ kg)} \\ G_w &= \text{Berat bobot pengimbang = 375 kg} \\ V &= \text{Kecepatan lift (} V = 1,5 \text{ m/s)} \\ \eta_{tot} &= \text{Efisiensi total lift} \\ &= \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \end{aligned}$$

Dimana :

Efisiensi sistem lift terdiri dari beberapa unsur efisiensi sub sistem :

Efisiensi tarikan $\eta_1 = \pm 0,90$

Efisiensi mesin $\eta_2 = \pm 0,95$

$$\eta_2 = \pm 0,55 \text{ s/d } 0,80 \text{ mesin tanpa gigi reduksi}$$

(gearless machine yaitu worn gear atau helical gear)

Efisiensi motor $\eta_3 = \pm 0,97$ (3% hilang sebagai heat loss).

Efisiensi trans, misi gigi reduksi (reduction-gear) adalah sebagai berikut :

a. Roda gigi ulir / cacing (worn gear) efisiensinya tergantung jumlah gigi ulir

1. Dengan satu gigi ulir = $\pm 0,55$
2. Dengan dua gigi ilir = $\pm 0,60$
3. Dengan tiga gigi ulir = $0,75$

b. Roda gigi helical (helical gear) = $0,8$

Maka

$$\begin{aligned} \eta_1 &= \text{Efisiensi tarikan} \\ &= 0,90 \\ \eta_2 &= \text{Efisiensi mesin} \\ &= 0,57 \\ \eta_3 &= \text{Efisiensi motor} \\ &= 0,97 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\eta_{tot} = \frac{(500 \times 250 - 375)}{75 \times 0,55}$$
$$= 9,09 \text{ Hp}$$

Dalam prakteknya perlu dilakukan pemeriksaan terhadap daya motor hal ini dikarenakan dibutuhkannya daya pada waktu start atau mengikuti beban yang terus bekerja setelah start. Dengan demikian perlu diperhitungkan adanya faktor koreksi yang besarnya adalah $fc = 1.0 - 1.5$

Dalam hal ini dipilih $fc = 1.3$

$$N_d = fc \times N_{st}$$

Adapun sumber daya yang dipilih disini adalah dari listrik PLN hal ini dikarenakan beberapa alasan :

1. Mudah diperoleh
2. Kontruksi lebih sederhana sehingga lebih mudah dalam hal penempatannya dan lebih hemat ruangan
3. Putaran relative konstan untuk putaran yang berfluktuasi
4. Tidak menimbulkan polusi udara dan polusi suara

Dalam perhitungan ini motor listrik yang digunakan memiliki 2 pasang kutub (pole), dimana setiap pasangan terdiri dari 2 (dua) kutub maka putaran motor dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$n.s = \frac{60 \times f}{p} \text{ (rpm)}$$

Dimana :

$$f = \text{Frekuensi jala - jala listrik AC}$$

$$= 50 \text{ Hz (standart PLN)}$$

$$P = \text{Jumlah pasang kutub}$$

Maka :

$$n.s = \frac{60 \times f}{p} \text{ (rpm)}$$

Jadi putaran motor listrik ini adalah $n = 1500$ rpm dari standarisasi motor listrik AC untuk putaran 1500 rpm dan daya minimal 24.8 Hp diperoleh spesifikasi :

1. Daya motor = 25 Hp
2. Rate speed = 1456 rpm
3. Diameter poros penghubung = 42 mm
4. Efisiensi = 90 %
5. Faktor daya = 0,8

4. Pemeriksaan motor terhadap beban lebih (overload)

Momen yang dihasilkan motor ketika terjadi percepatan (momen gaya motor start motor = M_{tot}) adalah :

$$M_{tot} = M_{st} + M_{dyn}$$

Dimana :

M_{st} = Momen tahanan statis

$$= 71620 \frac{N}{d} (kg.cm)$$

M_{dyn} = Momen gaya dinamik

$$= \frac{\delta \times GD^2 \times n}{375 \times s} + \frac{0.975 \times G \times V^2}{n \times s \times \eta}$$

Dimana :

δ = Koefisien transmisi
 = 1.1 + 1.25 (1.2 diambil)(Rudenko hal 299)

GD^2 = Momen girasi komponen pada poros (rotor = kopling)
 = $GD^2_{rotor} + GD^2_{kopling}$ (0.050 – 0.080) 0,078 (diambil)

$$= GD^2_{kopling} = 1 \times 4 \text{ g; untuk } D = 200 \text{ m}$$

I = Perkiraan momen inersia kopling
 = 0.0001 kg.m/s

g = Percepatan gravitasi = $9.81m/s^2$
 = 0.0001 x 4 x 9.81

$$= 0.0039 \text{ kg.m}^2 = 0.004 \text{ kg.m}^2$$

$$GD^2 = 0.078 + 0.004(\text{kg.m}^2) = 0.082 \text{ kg.m}^2$$

n = Putaran motor

ts = Waktu start (1.5 + 5 detik)

= 2 detik (diambil)

V = Kecepatan angkatan (1.5 m/s)

G = Berat netto maksimum yang diangkat motor = Q = 2425 kg

η = Efisiensi sistem transmisi ($\eta = 89.5\%$)

Sehingga :

$$M_{\text{dyn}} = \frac{1.2 \times 0.082 \times 1500}{375 \times 2} + \frac{0.975 \times 2425 \times V 1.5^2}{1500 \times 2 \times 0.895}$$

Jadi :

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{st}} + M_{\text{dyn}}$$

Maka momen gaya start motor (M_{mot}) adalah :

$$M_{\text{mot}} = 71620 \frac{N_{\text{rate}}}{\eta_{\text{rate}}}$$

Pemeriksaan keamanan motor terhadap beban lebih (overload) didasarkan beban rasio yaitu perbandingan antara momen gaya.

Ternilai (M_{rate}) jika perbandingan lebih kecil dari harga yang ditentukan maka dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih atau dapat dituliskan :

$$Rasio_{\text{bebanmotor}} = \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{rate}}} < 1.75 - 20 (1.85 \text{ dipilih})$$

Atau

$$Rasio_{\text{bebanmotorizin}} = 1.85$$

Sedangkan :

$$Rasio_{\text{bebanmotor}} = \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{rate}}}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}M_{\max} &= \text{momen maksimum} \\ &= M_{\text{mot}} - 8.2449 \text{ kg.m} \\ &= 14.475 - 8.2449 = 6.2301 \text{ kg.m} \\ M_{\max} &= \text{momen gaya ternilai} \\ &= 21.1990 \text{ kg.m}\end{aligned}$$

Pemeriksaan keamanan motor terhadap beban lebih (overload) didasarkan beban rasio yaitu perbandingan antara momen gaya.

Ternilai (M_{rate}) jika perbandingan lebih kecil dari harga yang ditentukan maka dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih atau dapat dituliskan :

$$Rasio_{\text{bebanmotor}} = \frac{M_{\max}}{M_{\text{rate}}} < 1.75 - 20 \text{ (1.85 dipilih)}$$

Atau

$$Rasio_{\text{bebanmotorizin}} = 1.85$$

Sedangkan :

$$Rasio_{\text{bebanmotor}} = \frac{M_{\max}}{M_{\text{rate}}}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}M_{\max} &= \text{momen maksimum} \\ &= M_{\text{mot}} - 8.2449 \text{ kg.m} \\ M_{\text{rate}} &= \text{momen gaya ternilai}\end{aligned}$$

Sehingga :

Dalam hasil pemeriksaan tersebut didapatkan bahwa nilai perbandingan antara momen maksimum dengan yang gaya ternilai ($Rasio_{\text{bebanmotor}} = 1.85$) sehingga dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan pembuatan Lift Barang Kapasitas 500 kg, di laksanakan di laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2 .Waktu

Tabel 3.1. Jadwal waktu pembuatan

No.	Kegiatan	Waktu (Bulan)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Pengajuan Judul	█							
2	Studi Literatur	█	█						
3	Perencanaan Alat		█	█					
4	Pembuatan Alat			█	█				
6	Penulisan Skripsi				█	█	█	█	█
7	Seminar/Sidang							█	█

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat - alat

Adapun alat yang digunakan dalam perencanaan Sistem Pemindah Daya Motor Pada Lift Barang Berkapasitas 500 kg adalah sebagai berikut :

1. Laptop

Digunakan untuk menggambar desain dengan menggunakan aplikasi solidword.



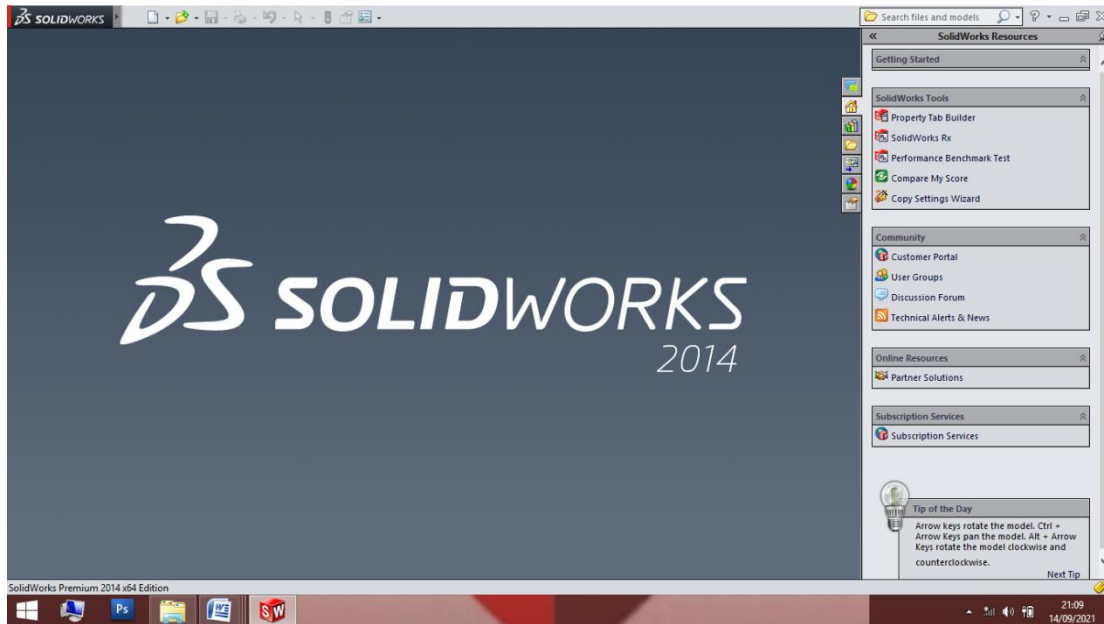
Gambar 3.1 Laptop

Device name : DESKTOP-36HCQAV
Processor : Intel(R) Celeron(R) CPU 4205U @ 1.80GHz 1.80 GHz
Installed RAM : 4,00 GB (3,89 GB usable)
Device ID : EB3874B6-AAE3-4107-9301-1595627C586A
Product ID : 00327-35160-23562-AAOEM
System type : 64-bit operating system, x64-based processor
Pen and touch : No pen or touch input is available for this display

3.2.2 Bahan

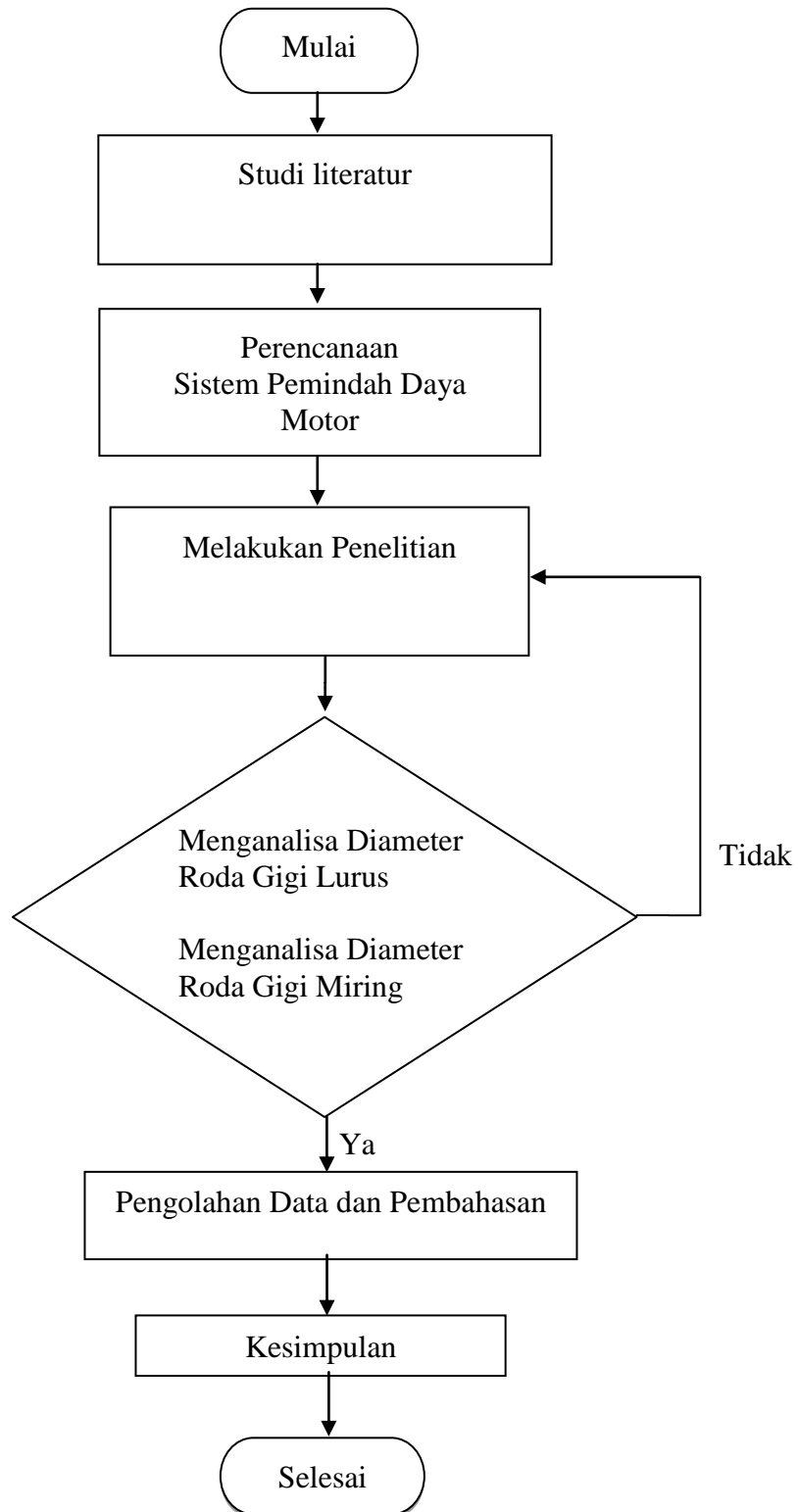
Adapun bahan yang di gunakan dalam perencanaan Sistem Pemindah Daya Motor Pada Lift Barang Berkapasitas 500 kg adalah sebagai berikut:

1. SolidWorks



Gambar 3.2 Aplikasi SolidWorks

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.7 Bagan Alir Penelitian

3.4 Prosedur penelitian

3.4.1. Langkah – langkah Pengerjaan

Adapun langkah – langkah pengerjaan pada komponen - komponen gearbox untuk pengambilan data adalah sebagai berikut :

1. Membongkar gearbox untuk mengetahui roda gigi - roda gigi yang ada didalamnya agar bisa diambil datanya



Gambar 3.8 pembongkaran gearbox

2. Melakukan pelepasan roda gigi untuk diukur



Gambar 3.9 pelepasan roda gigi

3. Setelah roda gigi terlepas semua lalu melakukan pengambilan data yang pertama roda gigi miring dan roda gigi lurus kecil



Gambar 3.10 roda gigi miring dan roda gigi lurus kecil

4. Pengambilan data roda gigi lurus



Gambar 3.11 gambar roda gigi lurus

5. Pengambilan data roda gigi miring kecil



Gambar 3.12 roda gigi miring kecil

6. Setelah semua data telah didapat kemudian pasang kembali roda gigi ke gearbox menjadi seperti semula dan selesai.

3.4.2 Spesifikasi roda gigi

1. Roda gigi miring kecil

Jumlah mata	= 7
Ketebalan	= 4 cm
Diameter luar	= 14,92

2. Roda gigi Miring besar

Jumlah mata	= 83
Ketebalan	= 18,04 mm
Diameter dalam	= 17,93 mm
Diameter luar	= 123,78 mm

3. Roda gigi lurus

Jumlah mata = 54

Ketebalan = 22,54 mm

Diameter dalam = 24,48 mm

Diameter luar = 123,26 mm

4. Roda gigi lurus kecil

Jumlah mata = 8

Diameter luar = 25 mm

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Motor

1. Menghitung daya input motor

Disini diketahui daya motor sesuai spesifikasi yang tertera pada motor yaitu : 1500 Watt untuk digunakan mencari daya input motor dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Daya input motor} &= 1500 \text{ W (spesifikasi)} \\ &= 1,5 \text{ KW} \\ 1,5 &= 1,341 \text{ hp} \\ &= 1,5 \text{ KW} \times 1,341 \text{ hp} \\ &= 2,01153 \text{ hp} = 2 \text{ hp}\end{aligned}$$

Jadi daya input motor yang dihasilkan adalah sebesar : 2 hp

2. Menghitung kecepatan putaran motor listrik

Diketahui sesuai spesifikasi, $F = 60 \text{ hz}$ (dari spesifikasi), $P = 4$. Untuk menghitung kecepatan putaran motor listrik maka digunakan rumus sebagai berikut :

Dimana :

F = Frekuensi (Hz)

P = jumlah kutub gulungan (Pole)

$$N = \left(\frac{F \times 120}{P} \right)$$

$$N = \left(\frac{60 \text{ Hz} \times 120}{4} \right)$$

$$N = \frac{6000}{4}$$

$$N = 1500 \text{ Rpm}$$

Jadi kecepatan putaran motor listrik adalah $N = 1500 \text{ Rpm}$

3. Perhitungan torsi motor

Setelah daya input motor diketahui hasil daya input motor tersebut untuk mencari torsi motor. Dimana diketahui putaran mesin (N) = 1500 Rpm. Maka dari itu Torsi dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

Dimana :

P = Daya dalam satuan HP (Horse Power)

T = Torsi (Nm)

N = Jumlah putaran per menit (RPM)

5252 = N Milai ketetapan (Konstanta) untuk daya motor satuan HP

$$T = \left(\frac{5252 \times P}{N} \right)$$

$$T = \left(\frac{5252 \times 2hp}{1500rpm} \right)$$

$$= 7.00Nm$$

Jadi torsi yang dihasilkan sebesar 7,00 Nm

4. Perhitungan kekuatan motor

Untuk menghitung kekuatan motor maka diketahui rumus dibawah ini:

Dimana :

Dx = Ketetapan konstan (5252)

N = Rpm motor

T = Torsi

$$P = \left(\frac{T.N}{dx} \right)$$

$$P = \left(\frac{7,00 \times 1500}{5252} \right)$$

$$= 1,99Nm$$

Jadi kekuatan motor yang dihasilkan sebesar 1,99

4.2. Perhitungan Roda Gigi lurus

$$\text{Diketahui : } P = 149,6 \text{ PS} = 109,956 \text{ kW}$$

$$n_1 = 1500 \text{ rpm}$$

$$i = 0,202 \text{ (Perbandingan gigi, berdasarkan spesifikasi)}$$

Faktor koreksi (f_c) daya maksimum yang diperlukan 0,8 - 1,2. diambil $f_c = 0,8$

Daya rencana Pd :

$$\begin{aligned} Pd &= f_c \cdot P \\ &= 0,8 \cdot 109,956 = 87,677 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$a = \frac{d_2}{2} + (12)$$

$$a = \frac{124}{2} + (12) = 74$$

Diameter sementara lingkaran jarak bagi :

$$d_1 = \frac{2 \cdot a}{1+i}$$

$$d_1 = \frac{2 \cdot 74}{1+0,202} = 123,13 \text{ mm}$$

$$d_2 = \frac{2 \cdot 74 \cdot i}{1+i}$$

$$d_2 = \frac{2 \cdot 74 \cdot 0,202}{1+0,202} = 24,87 \text{ mm}$$

Modul pahat $m = 1,2$

Jumlah gigi :

$$m = \frac{d}{z} \Rightarrow z = \frac{d}{m}$$

$$z_1 = \frac{d_1}{m} = \frac{123,13}{1,2} = 102,61 \approx 103$$

$$z_2 = \frac{d_2}{m} = \frac{24,87}{1,2} = 20,73 \approx 21$$

Perbandingan gigi :

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$

$$i = \frac{21}{103} = 0,202$$

Diameter lingkaran jarak bagi (roda gigi standar) :

$$\begin{aligned} d_{01} &= z_1 \cdot m \\ &= 103 \cdot 1,2 = 123,13 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{02} &= z_2 \cdot m \\ &= 21 \cdot 1,2 = 24,87 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak sumbu poros :

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{d_{01} + d_{02}}{2} \\ &= \frac{123,13 + 24,87}{2} = 74 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kelonggaran puncak :

$$\begin{aligned} C_k &= 0,25 \cdot m \\ &= 0,25 \cdot 1,2 = 0,3 \end{aligned}$$

Diameter kepala :

$$d_{k1} = (z_1 + 2) \cdot m = (102,61 + 2) \cdot 1,2 = 125,53 \text{ mm}$$

$$d_{k2} = (z_2 + 2) \cdot m = (20,73 + 2) \cdot 1,2 = 27,27 \text{ mm}$$

Diameter kaki :

$$\begin{aligned}d_{f1} &= (z_1 - 2) \cdot m - 2 \cdot C_k \\ &= (102,61 - 2) \cdot 1,2 - 2 \cdot 0,3 = 120,13 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d_{f2} &= (z_2 - 2) \cdot m - 2 \cdot C_k \\ &= (20,73 - 2) \cdot 1,2 - 2 \cdot 0,3 = 21,87 \text{ mm}\end{aligned}$$

Kedalaman pemotongan :

$$\begin{aligned}H &= 2 \cdot m + C_k \\ &= 2 \cdot 1,2 + 0,3 = 2,7 \text{ mm}\end{aligned}$$

Faktor bentuk gigi, dari Tabel 3.5.

$$z_1 = 103 \rightarrow Y_2 = 0,446 + \left[\frac{103 - 100}{150 - 100} \cdot (0,458 - 0,446) \right]$$

$$Y_2 = 0,447$$

$$z_2 = 21 \rightarrow Y_1 = 0,327$$

Kecepatan keliling :

$$v = \frac{\pi \cdot d_{01} \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 123,13 \cdot 1500}{60 \cdot 1000} = 9,66556 \text{ m/s}$$

Gaya tangensial :

$$F_t = \frac{102 \cdot Pd}{v}$$

$$F_t = \frac{102 \cdot 87,68}{9,66556} = 15,7386 \text{ kg}$$

Faktor dinamis :

$$f_v = \frac{5,5}{5,5 + \sqrt{v}}$$

$$f_v = \frac{5,5}{5,5 + \sqrt{9,66556}} = 0,63887$$

Bahan masing – masing gigi perlakuan panas :

Pinyon S 35 C :

Kekuatan tarik $\sigma_{B1} = 52 \text{ kg/mm}^2$

Kekerasan permukaan gigi $H_{B1} = 187$ (rata-rata)

Roda gigi besar FC 20 :

Kekuatan tarik $\sigma_{B2} = 20 \text{ kg/mm}^2$

Kekerasan permukaan gigi $H_{B2} = 170$ (rata-rata)

Tegangan lentur yang diizinkan :

S 35 C : $\sigma_{a1} = 26 \text{ kg/mm}^2$

FC 20 : $\sigma_{a2} = 9 \text{ kg/mm}^2$

Faktor tegangan kontak antara baja karbon kekerasan 200 H_B dengan besi cor maka,

$$K_H = 0,079 \text{ kg/mm}^2 .$$

Beban lentur yang diizinkan persatuan lebar :

$$F_b = \sigma_a \cdot m \cdot Y \cdot f_v$$

$$F'_{b1} = \sigma_{a1} \cdot m \cdot Y_1 \cdot f_v$$

$$= 26 \cdot 1,2 \cdot 0,447 \cdot 0,6$$

$$= 8,910 \text{ kg/mm}$$

$$\begin{aligned}
 F'_{b2} &= \sigma_{a2} \cdot m \cdot Y_2 \cdot f_v \\
 &= 9 \cdot 1,2 \cdot 0,327 \cdot 0,6 \\
 &= 2,25623 \text{ kg / mm}
 \end{aligned}$$

Beban permukaan yang diizinkan persatuan lebar :

$$\begin{aligned}
 F'_H &= f_v \cdot k_H \cdot d_{01} \cdot \frac{2 \cdot z_2}{z_1 + z_2} \\
 F'_H &= 0,6 \cdot 0,079 \cdot 123,13 \cdot \frac{2 \cdot 20,73}{102,61 + 20,73} \\
 &= 2,08869 \text{ kg / mm}
 \end{aligned}$$

Harga minimum $F'_{\min} = 2,08869 \text{ kg / mm}$ dari F'_H

Lebar sisi b dapat diperoleh dari :

$$\begin{aligned}
 b &= F_{t1} / F'_{\min} \\
 b &= 326,422 / 2,08869 \\
 b &= 156,28073 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Perbandingan lebar sisi dengan modul

$$\begin{aligned}
 b/m &= 114,157 / 1,2 \\
 b/m &= 136,9884
 \end{aligned}$$

Perbandingan diameter jarak lingkaran dengan lebar sisi

$$\begin{aligned}
 d/b &= 75,7 / 136,9884 \\
 d/b &= 0,552
 \end{aligned}$$

4.3. Perhitungan Roda Gigi Miring

4.3.1. Perhitungan Roda Gigi Miring Besar

Sudut kemiringan

$$\psi = 41,2^\circ$$

Sudut tekan normal

$$\phi = 45^\circ$$

Jumlah gigi

$$N = 83 \text{ buah}$$

Kecepatan

$$N = 1500 \text{ rpm}$$

Daya

$$P = 1,4914 \text{ kW}$$

Jarak bagi diameter

$$P_d = P_{md} \cos \psi$$

$$P_d = 74 \cos(41,2)$$

$$P_d = 55,6787$$

Sudut tekan lintang

$$\phi_t = \text{tg}^{-1}(\text{tg} \phi_n / \cos \psi)$$

$$\phi_t = \text{tg}^{-1}(45 / \cos 41,2)$$

$$\phi_t = 53,0417^\circ$$

Diameter jarak bagi

$$D = N / P_d$$

$$D = 83 / 55,6787$$

$$D = 1,49069$$

Kecepatan garis jarak bagi

$$v_t = \pi D n / 12$$

$$v_t = \pi(1,49069)(1500)/12$$

$$v_t = 585,0980374$$

Gaya tangensial

$$W_t = 33000(P) / v_t$$

$$W_t = 33000(1,4914) / 585,09808374$$

$$W_t = 84,1162$$

Gaya aksial

$$W_x = W_t \operatorname{tg} \psi$$

$$W_x = 84,1162 \operatorname{tg}(41,2)$$

$$W_x = 73,6381$$

Gaya radial

$$W_r = W_t \operatorname{tg} \phi_t$$

$$W_r = 84,1162 \operatorname{tg}(53,0417)$$

$$W_r = 111,7949$$

4.3.2. Perhitungan Roda Gigi Miring kecil

Sudut kemiringan

$$\psi = 41,2^\circ$$

Sudut tekan normal

$$\phi = 45^\circ$$

Jumlah gigi

$$N = 7 \text{ buah}$$

Kecepatan

$$N = 1500 \text{ rpm}$$

Daya

$$P = 1,4914 \text{ kW}$$

Jarak bagi diameter

$$P_d = P_{md} \cos\psi$$

$$P_d = 74 \cos(41,2)$$

$$P_d = 55,6787$$

Sudut tekan lintang

$$\phi_t = \text{tg}^{-1}(\text{tg}\phi_n / \cos\psi)$$

$$\phi_t = \text{tg}^{-1}(45 / \cos 41,2)$$

$$\phi_t = 53,0417^\circ$$

Diameter jarak bagi

$$D = N / P_d$$

$$D = 7 / 55,6787$$

$$D = 0,12572$$

Kecepatan garis jarak bagi

$$v_t = \pi D n / 12$$

$$v_t = \pi(0,12572)(1500) / 12$$

$$v_t = 49,3456$$

Gaya tangensial

$$W_t = 33000(P) / v_t$$

$$W_t = 33000(1,4914) / 49,3456$$

$$W_t = 997,377$$

Gaya aksial

$$W_x = W_t \operatorname{tg} \psi$$

$$W_x = 997,377 \operatorname{tg}(41,2)$$

$$W_x = 873,138$$

Gaya radial

$$W_r = W_t \operatorname{tg} \phi_t$$

$$W_r = 997,377 \operatorname{tg}(53,0417)$$

$$W_r = 1325,57$$

4.4. Perhitungan Daya Angkat

4.4.1 Perhitungan Daya Angkat Motor

Daya motor dibutuhkan untuk melayani kebutuhan sistem lift dan dapat dihitung dengan persamaan :

$$N_{st} = \frac{(Q \times G_s - G_w)}{75 \eta_{tot}}$$

Dimana :

Q = Kapasitas Lift (10 orang)
= 500 kg (diasumsikan 1 orang beratnya = 50 kg)

G_s = Bobot sangkar Lift (G_s = 250 kg)

G_w = Berat bobot pengimbang = 375 kg

V = Kecepatan lift (V = 1,5 m/s)

η_{tot} = Efisiensi total lift

$$= \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3$$

Dimana :

Efisiensi sistem lift terdiri dari beberapa unsur efisiensi sub sistem :

Efisiensi tarikan $\eta_1 = \pm 0,90$

Efisiensi mesin $\eta_2 = \pm 0,95$

$\eta_2 = \pm 0,55$ s/d 0,80 mesin tanpa gigi reduksi

(gearless machine yaitu worn gear atau helical gear)

Efisiensi motor $\eta_3 = \pm 0,97$ (3% hilang sebagai heat loss).

Efisiensi transmisi gigi reduksi (reduction-gear) adalah sebagai berikut :

a. Roda gigi ulir / cacing (worn gear) efisiensinya tergantung jumlah gigi ulir

1. Dengan satu gigi ulir = $\pm 0,55$
2. Dengan dua gigi ulir = $\pm 0,60$
3. Dengan tiga gigi ulir = $0,75$

b. Roda gigi helical (helical gear) = $0,8$

Maka

$$\begin{aligned}\eta_1 &= \text{Efisiensi tarikan} \\ &= 0,90\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_2 &= \text{Efisiensi mesin} \\ &= 0,57\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_3 &= \text{Efisiensi motor} \\ &= 0,97\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}\eta_{tot} &= \frac{(500 \times 250 - 375)}{75 \times 0,55} \\ &= 9,09 \text{ Hp}\end{aligned}$$

Dalam prakteknya perlu dilakukan pemeriksaan terhadap daya motor hal ini dikarenakan dibutuhkan daya pada waktu start atau mengikuti beban yang terus bekerja setelah start. Dengan demikian perlu diperhitungkan adanya faktor koreksi yang besarnya adalah $f_c = 1.0 - 1.5$

Dalam hal ini dipilih $f_c = 1.3$

$$\begin{aligned}
 N_d &= f_c \times N_{st} \\
 &= 1.3 \times 9.09 \\
 &= 11,8 \text{ Hp (dibulatkan 12 Hp)}
 \end{aligned}$$

Adapun sumber daya yang dipilih disini adalah dari listrik PLN hal ini dikarenakan beberapa alasan :

1. Mudah diperoleh
2. Kontruksi lebih sederhana sehingga lebih mudah dalam hal penempatannya dan lebih hemat ruangan
3. Putaran relative konstan untuk putaran yang berfluktuasi
4. Tidak menimbulkan polusi udara dan polusi suara

Dalam perhitungan ini motor listrik yang digunakan memiliki 2 pasang kutub (pole), dimana setiap pasangan terdiri dari 2 (dua) kutub maka putaran motor dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$n.s = \frac{60 \times f}{p} \text{ (rpm)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 f &= \text{Frekuensi jala – jala listrik AC} \\
 &= 50 \text{ Hz (standart PLN)} \\
 P &= \text{Jumlah pasang kutub}
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 n.s &= \frac{60 \times f}{p} \text{ (rpm)} \\
 &= 1500 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Jadi putaran motor listrik ini adalah $n = 1500$ rpm dari standarisasi motor listrik AC untuk putaran 1500 rpm dan daya minimal 24.8 Hp diperoleh spesifikasi :

1. Daya motor = 25 Hp
2. Rate speed = 1456 rpm
3. Diameter poros penghubung = 42 mm

4. Efisiensi = 90 %

5. Faktor daya = 0,8

4.4.2 Pemeriksaan motor terhadap beban lebih (overload)

Momen yang dihasilkan motor ketika terjadi percepatan (momen gaya motor start motor = M_{tot}) adalah :

$$M_{tot} = M_{st} + M_{dyn}$$

Dimana :

M_{st} = Momen tahanan statis

$$= 71620 \frac{N}{d} (kg.cm)$$

$$= 71620 \frac{25}{1456}$$

$$= 1229.7 \text{ kg.m}$$

$$= 12.297 \text{ kg.m}$$

M_{dyn} = Momen gaya dinamik

$$= \frac{\delta \times GD^2 \times n}{375 \times s} + \frac{0.975 \times G \times V^2}{n \times s \times \eta}$$

Dimana :

δ = Koefisien transmisi
 = 1.1 + 1.25 (1.2 diambil)(Rudenko hal 299)

GD^2 = Momen girasi komponen pada poros (rotor = kopling)

$$= GD^2_{rotor} + GD^2_{kopling} (0.050 - 0.080) 0,078 \text{ (diambil)}$$

$$= GD^2_{kopling} = 1 \times 4 \text{ g; untuk } D = 200 \text{ m}$$

I = Perkiraan momen inersia kopling

$$= 0.0001 \text{ kg.m/s}$$

g = Percepatan gravitasi = 9.81 m/s^2

$$= 0.0001 \times 4 \times 9.81$$

$$= 0.0039 \text{ kg.m}^2 = 0.004 \text{ kg.m}^2$$

$$GD^2 = 0.078 + 0.004 \text{ (kg.m}^2) = 0.082 \text{ kg.m}^2$$

- n = Putaran motor
 ts = Waktu start (1.5 + 5 detik)
 = 2 detik (diambil)
 V = Kecepatan angkatan (1.5 m/s)
 G = Berat netto maksimum yang diangkat motor = Q = 2425 kg
 η = Efisiensi sistem transmisi (η = 89.5%)

Sehingga :

$$\begin{aligned} M_{dyn} &= \frac{1.2 \times 0.082 \times 1500}{375 \times 2} + \frac{0.975 \times 2425 \times V 1.5^2}{1500 \times 2 \times 0.895} \\ &= 0.1968 + 1.19813 \\ &= 2.1781 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} M_{tot} &= M_{st} + M_{dyn} \\ &= 12.297 + 21781 \\ &= 14475 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Maka momen gaya start motor (Mmot) adalah :

$$\begin{aligned} M_{mot} &= 71620 \frac{N_{rate}}{\eta_{rate}} \\ &= 71620 \frac{24.8}{1456} \\ &= 1219.90 \text{ kg.cm} = 12.174 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Pemeriksaan keamanan motor terhadap beban lebih (overload) didasarkan beban rasio yaitu perbandingan antara momen gaya.

Ternilai (Mrate) jika perbandingan lebih kecil dari harga yang ditentukan maka dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih atau dapat dituliskan :

$$Rasio_{bebanmotor} = \frac{M_{max}}{Mrate} < 1.75 - 20 (1.85 \text{ dipilih})$$

Atau

$$Rasio_{bebanmotorizin} = 1.85$$

Sedangkan :

$$Rasio_{bebanmotor} = \frac{M_{max}}{M_{rate}}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} M_{max} &= \text{momen maksimum} \\ &= M_{mot} - 8.2449 \text{ kg.m} \\ &= 14.475 - 8.2449 = 6.2301 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{max} &= \text{momen gaya ternilai} \\ &= 21.1990 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Pemeriksaan keamanan motor terhadap beban lebih (overload) didasarkan beban rasio yaitu perbandingan antara momen gaya.

Ternilai (M_{rate}) jika perbandingan lebih kecil dari harga yang ditentukan maka dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih atau dapat dituliskan :

$$Rasio_{bebanmotor} = \frac{M_{max}}{M_{rate}} < 1.75 - 20 \text{ (1.85 dipilih)}$$

Atau

$$Rasio_{bebanmotorizin} = 1.85$$

Sedangkan :

$$Rasio_{bebanmotor} = \frac{M_{max}}{M_{rate}}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} M_{max} &= \text{momen maksimum} \\ &= M_{mot} - 8.2449 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{rate} &= \text{momen gaya ternilai} \\ &= 12.1990 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Sehingga :

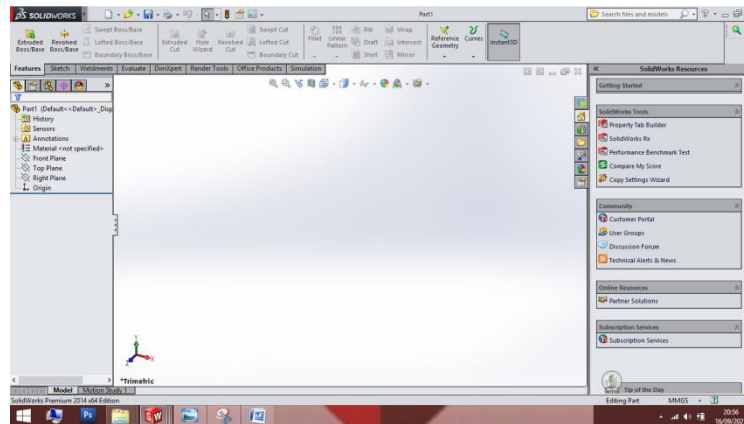
$$\begin{aligned} Rasio_{bebanmotor} &= \frac{14.475}{12.1990} \\ &= 1.1865 \end{aligned}$$

Dalam hasil pemeriksaan tersebut didapatkan bahwa nilai perbandingan antara momen maksimum dengan yang gaya ternilai ($Rasio_{bebanmotor}$) = 1.85 sehingga dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih.

4.5. Pembuatan Gambar Solidworks

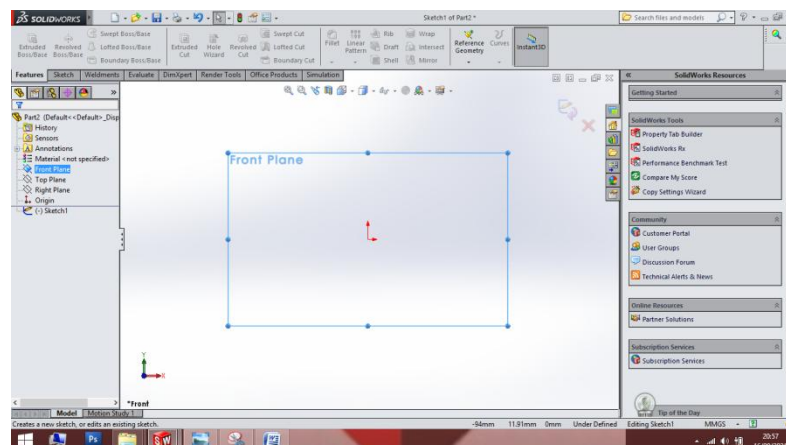
4.5.1 Roda Gigi Lurus Besar

1. Membuka aplikasi solidworks 2014



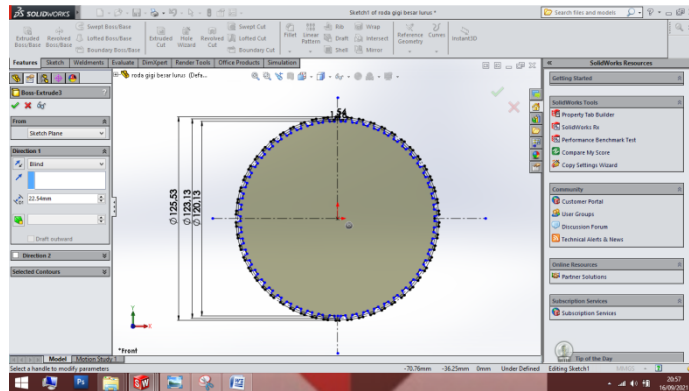
Gambar 4.1. Tampilan Utama Solidworks

2. Membuat tampilan depan/front plane untuk menggambar solidworks



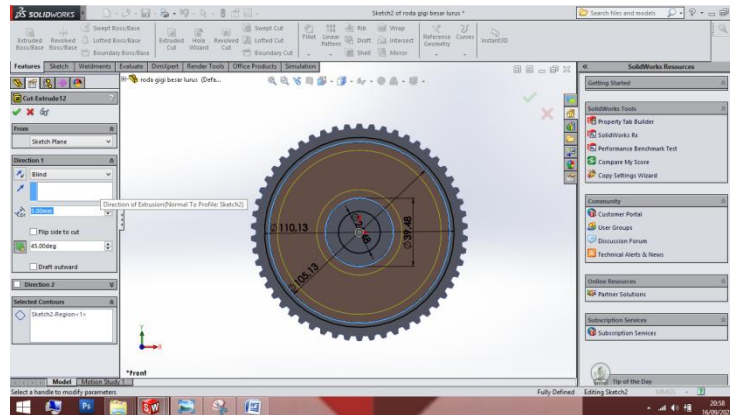
Gambar 4.2. Tampilan Depan

3. Membuat gambar dan ukuran pada solidworks



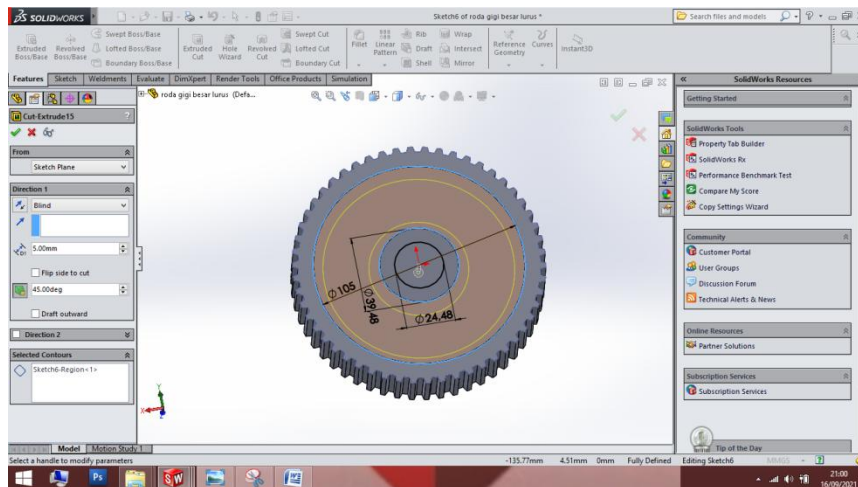
Gambar 4.3. Membuat Gambar Dan Ukuran

4. Mengestrude boss lalu mengestrude cut bagian depan



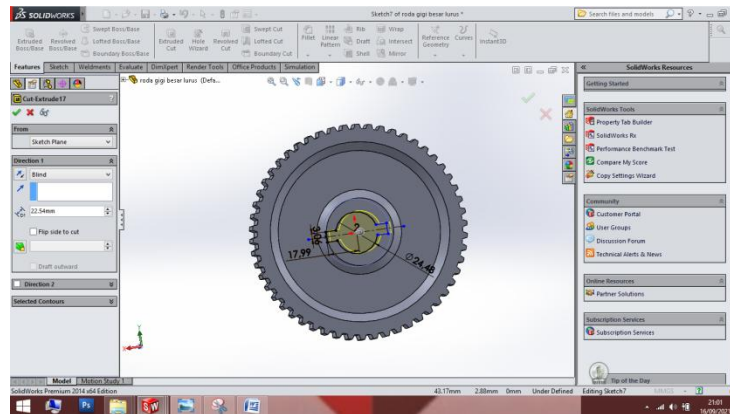
Gambar 4.4. Mengestrude Boss Dan Mengestrude Cute Bagian Depan

5. Mengestrude cut tampilan belakang sesuai tampilan depan



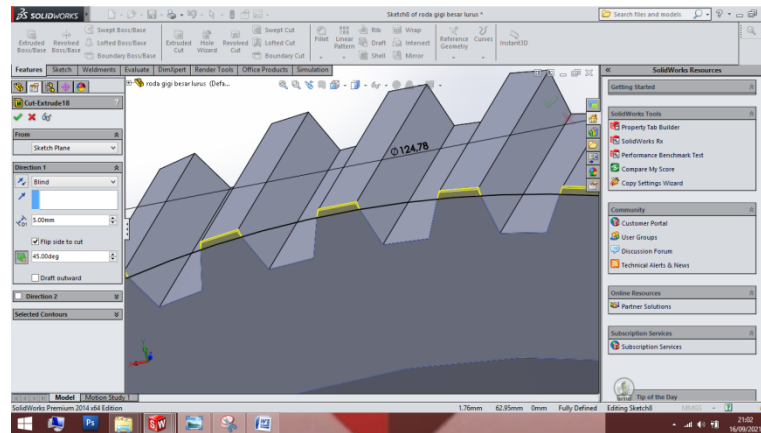
Gambar 4.5. Mengestrude Cut Bagian Belakang

6. Mengestrude cut lubang poros dan spline



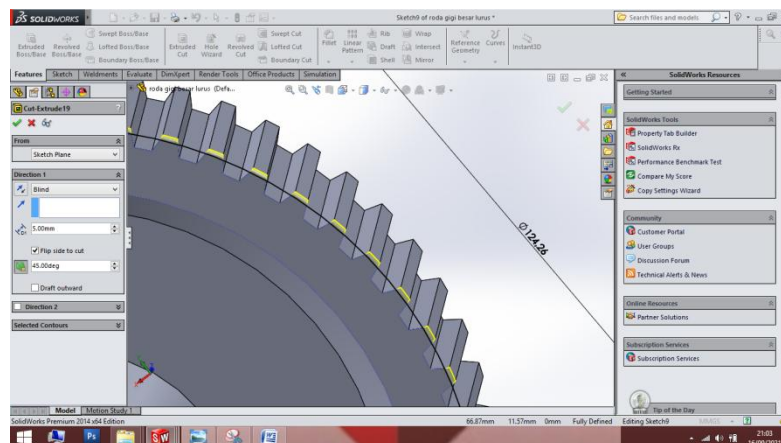
Gambar 4.6. Gambar Estrude Cut Poros Dan Spline

7. Mengestrude cut ujung mata roda gigi bagian depan



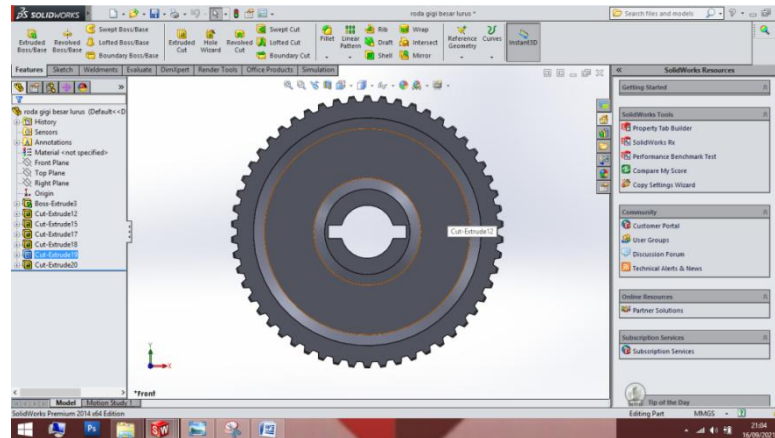
Gambar 4.7. Mengestrude Cut Ujung Mata Roda Gigi Bagian Depan

8. Mengestrude cut ujung mata roda gigi bagian belakang



Gambar 4.8. Mengestrude Cut Ujung Mata Roda Gigi Bagian Belakang

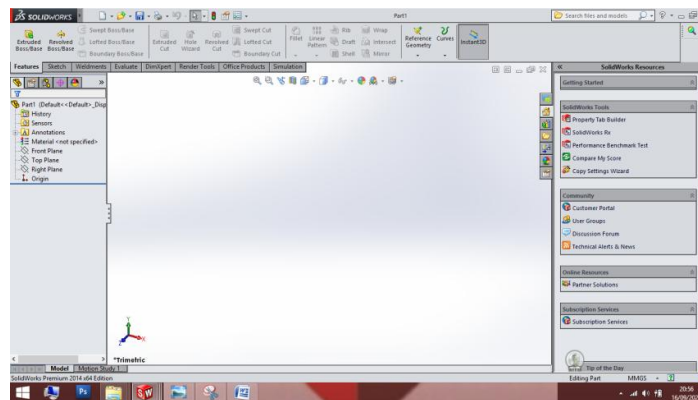
9. Hasil Akhir Roda Gigi Lurus Besar



Gambar 4.9. Hasil Akhir Roda Gigi Lurus Besar

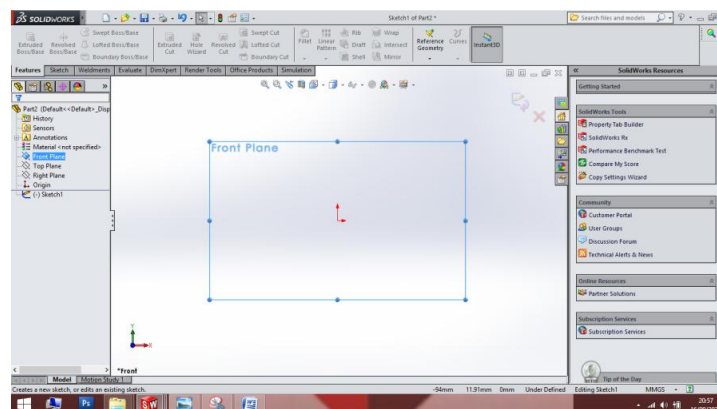
4.5.2 Roda Gigi Lurus Kecil

1. Membuka aplikasi solidworks 2014



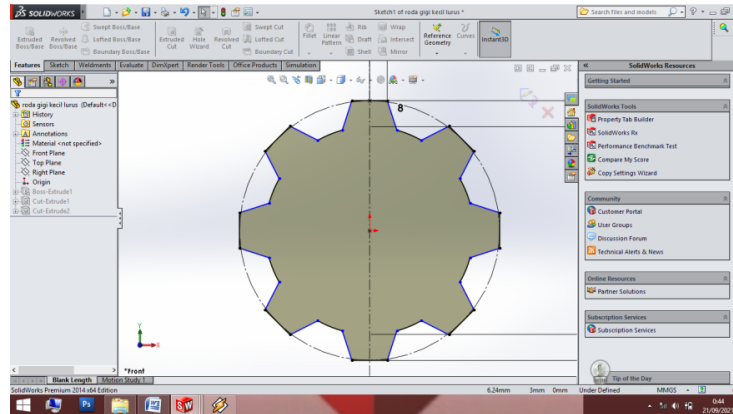
Gambar 4.10. Tampilan Utama Solidworks

2. Membuat tampilan depan/front plane untuk menggambar solidworks



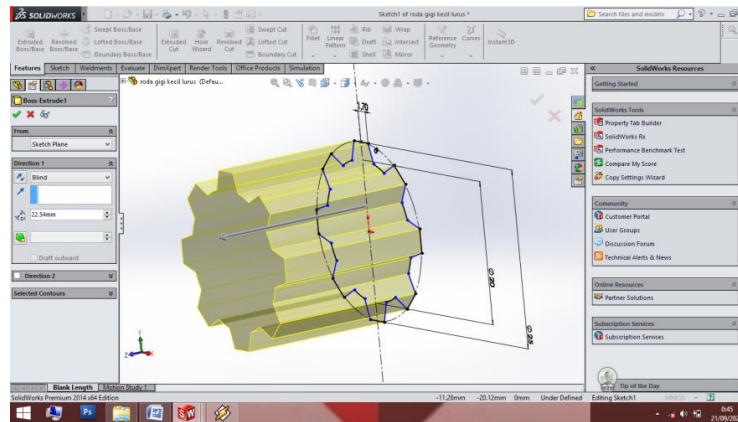
Gambar 4.11. Tampilan Depan

3. Membuat gambar dan ukuran pada solidworks



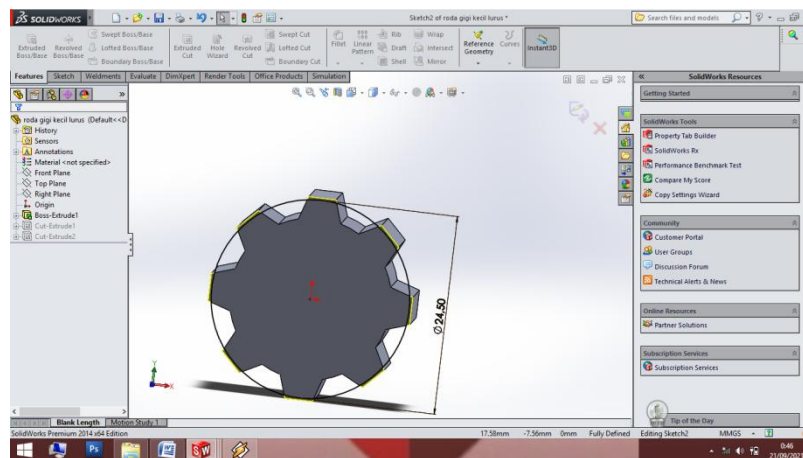
Gambar 4.12. Membuat Gambar Dan Ukuran

4. Mengestrude boss gambar



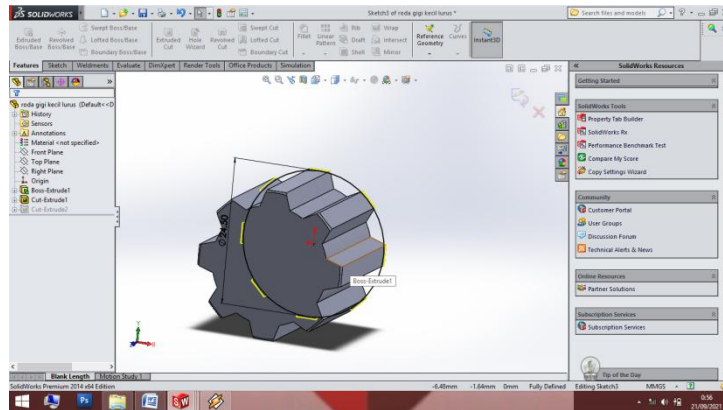
Gambar 4.13. Mengestrude Boss Gambar

5. Mengestrude cut gigi bagian depan agar terlihat tidak tajam



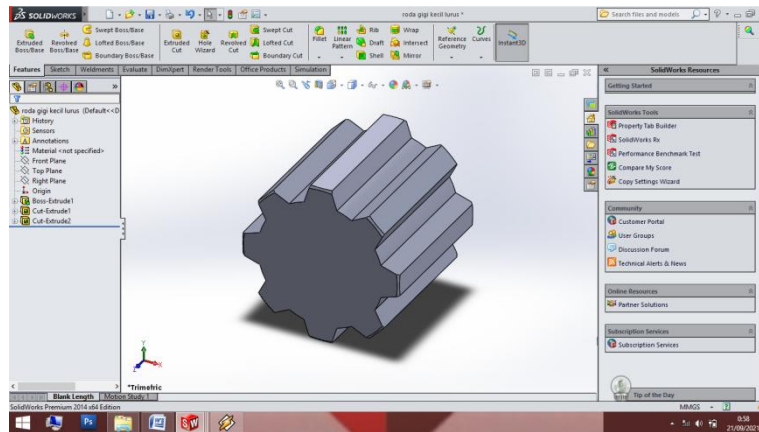
Gambar 4.14. Mengestrude Cut Bagian depan

6. Mengestrude cut gigi bagian belakang agar terlihat tidak tajam



Gambar 4.15. Estrude Cut bagian belakang

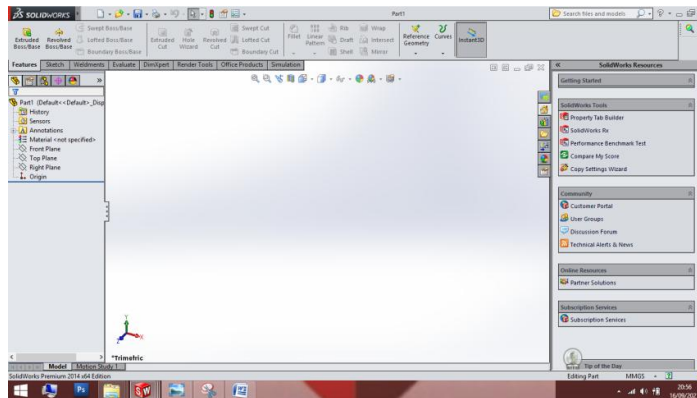
9. Hasil Akhir Roda Gigi Lurus Besar



Gambar 4.16. Hasil Akhir Roda Gigi Lurus Besar

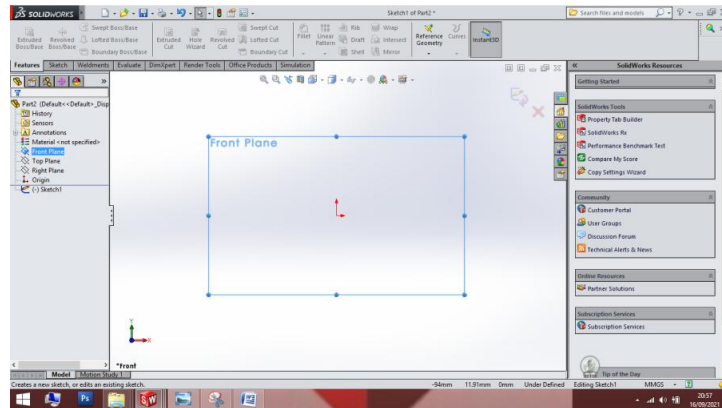
4.5.3 Roda Gigi Miring Besar

1. Membuka aplikasi solidworks 2014



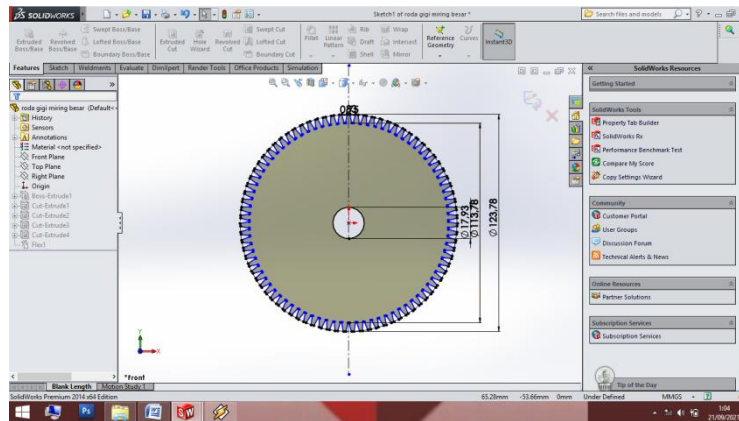
Gambar 4.17. Tampilan Utama Solidworks

2. Membuat tampilan depan/front plane untuk menggambar solidworks



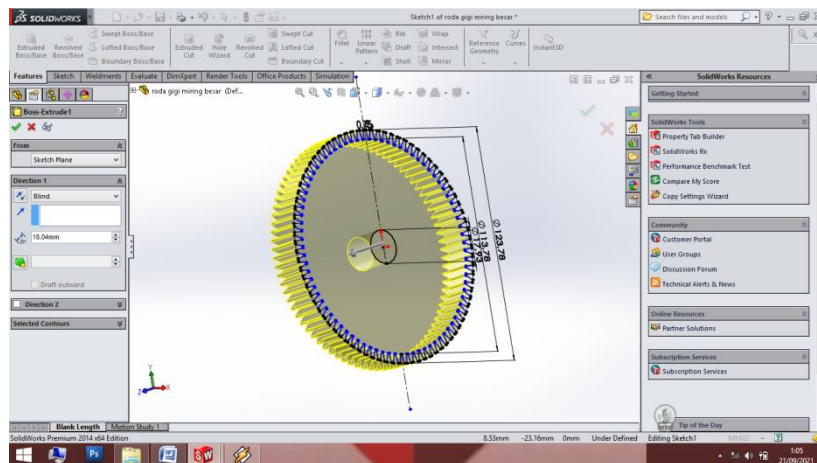
Gambar 4.18. Tampilan Depan

3. Membuat gambar dan ukuran pada solidworks



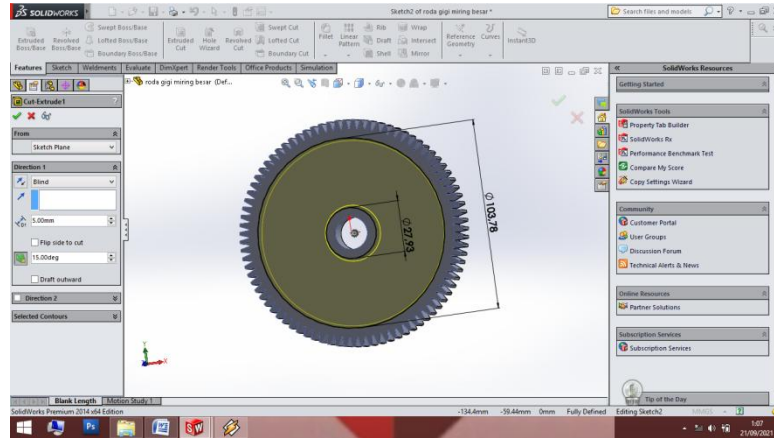
Gambar 4.19. Membuat Gambar Dan Ukuran

4. Mengestruke boss gambar



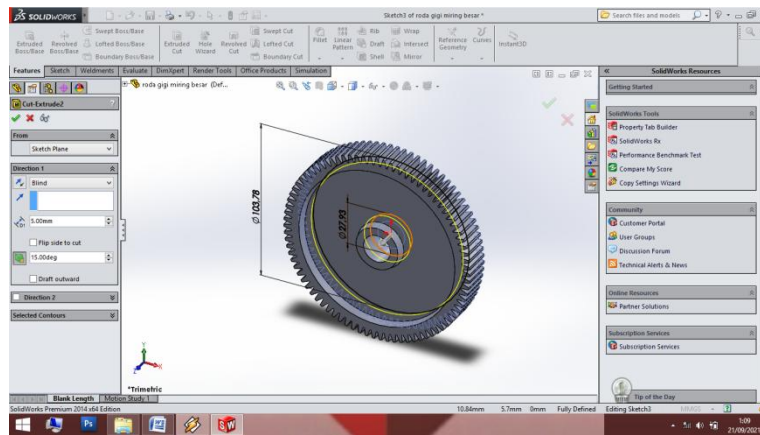
Gambar 4.20. Mengestruke Boss Gambar

5. Mengestrude cut bagian depan roda gigi miring besar



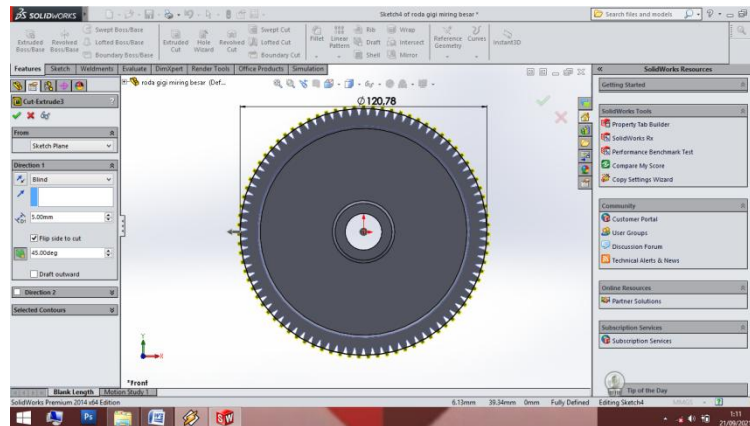
Gambar 4.21. Mengestrude Cut Bagian depan

6. Mengestrude cut bagian belakang roda gigi miring besar



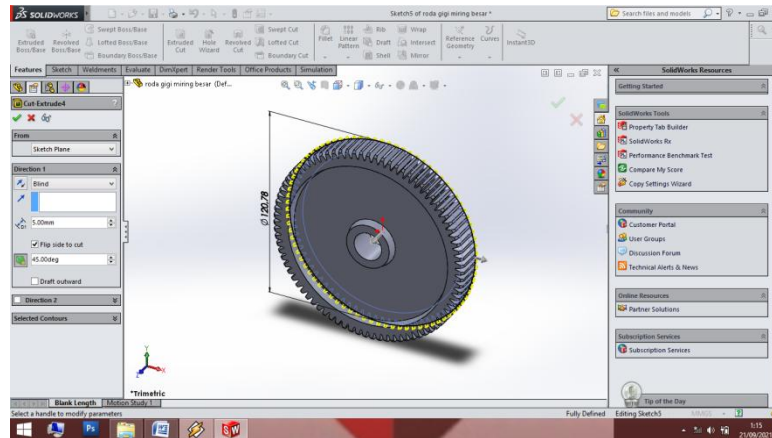
Gambar 4.22. Estrude Cut bagian belakang

5. Mengestrude cut ujung gigi bagian depan roda gigi miring besar



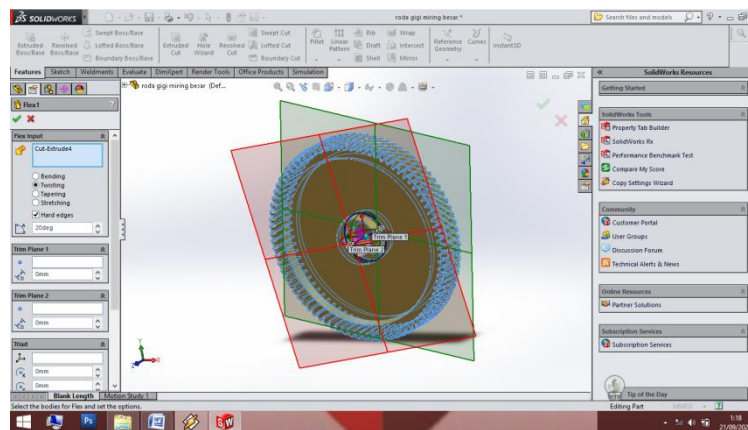
Gambar 4.23. Mengestrude Cut Ujung Gigi Bagian Depan

6. Mengestrude cut ujung gigi bagian belakang roda gigi miring besar



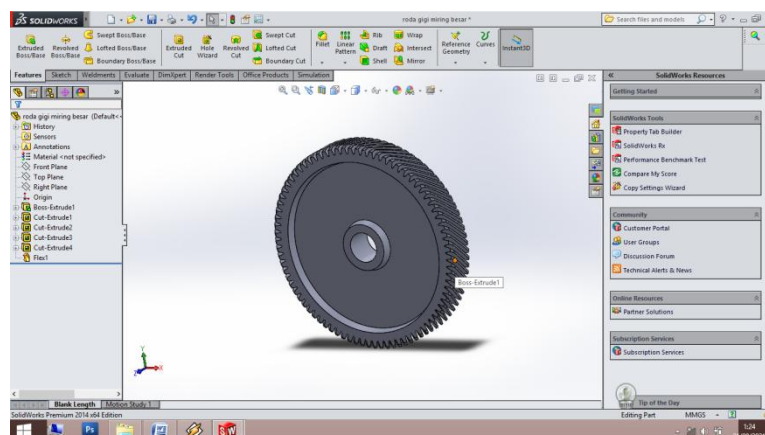
Gambar 4.24. Estrude Cut Ujung Gigi Bagian Belakang

7. Menngestrude cut/flex untuk memiringkan mata gigi



Gambar 4.25. Menngestrude cut/flex

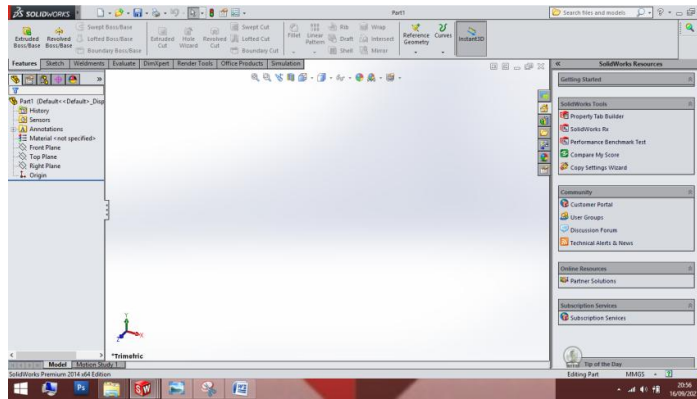
8. Hasil Akhir Roda Gigi miring besar



Gambar 4.26. Hasil Akhir Roda Gigi miring besar

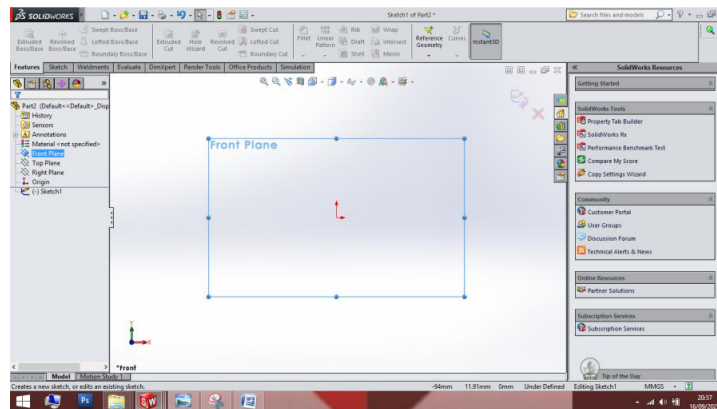
4.5.4 roda gigi miring kecil

1. Membuka aplikasi solidworks 2014



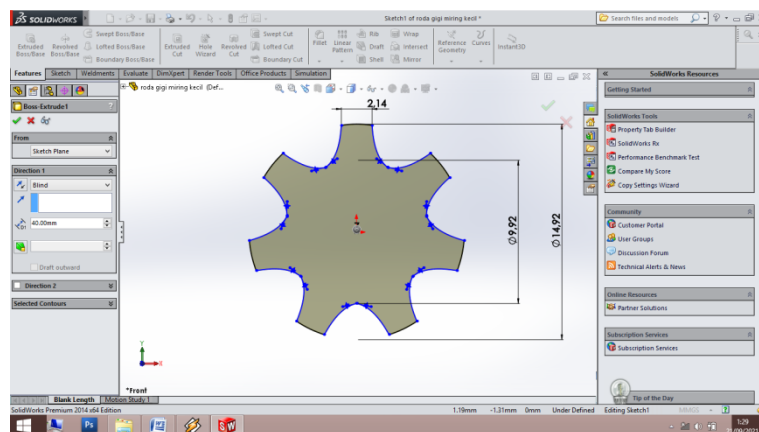
Gambar 4.27. Tampilan Utama Solidworks

2. Membuat tampilan depan/front plane untuk menggambar solidworks



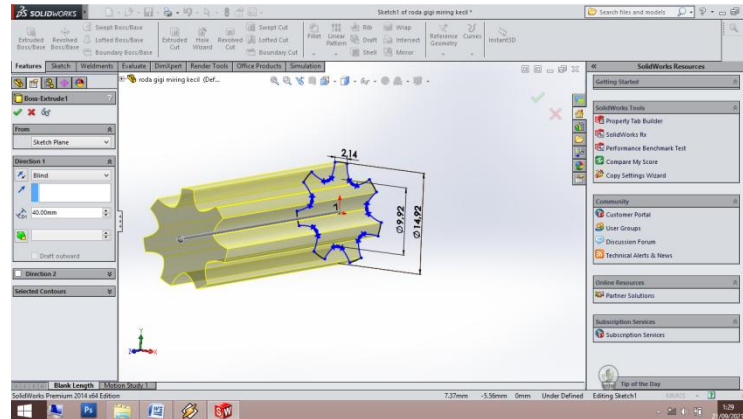
Gambar 4.28. Tampilan Depan

3. Membuat gambar dan ukuran pada solidworks



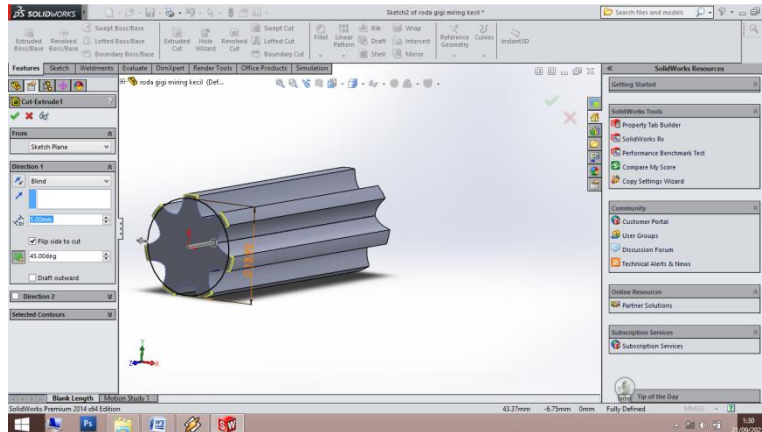
Gambar 4.29. Membuat Gambar Dan Ukuran

4. Mengestrude boss gambar



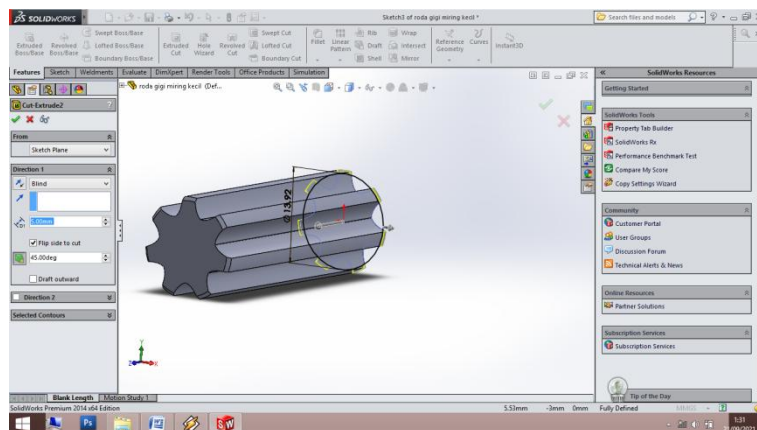
Gambar 4.30. Mengestrude Boss Gambar

5. Mengestrude cut ujung gigi bagian depan roda gigi miring besar



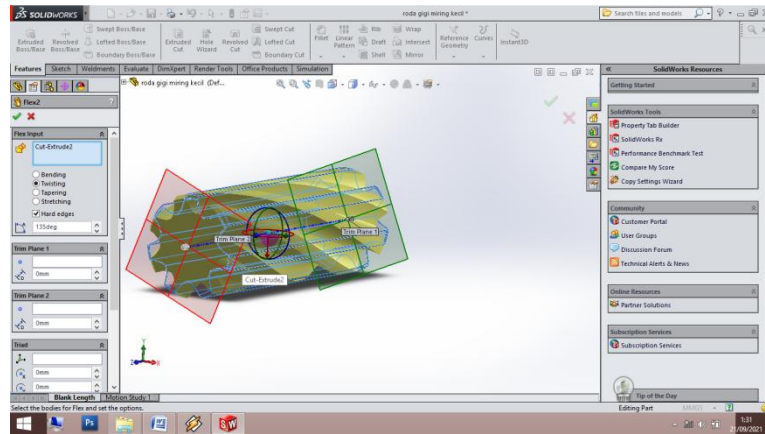
Gambar 4.31. Mengestrude Cut Ujung Gigi Bagian Depan

6. Mengestrude cut ujung gigi bagian belakang roda gigi miring besar



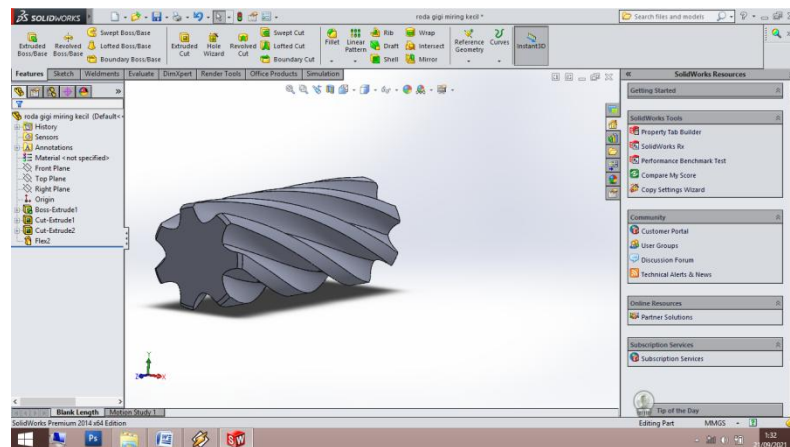
Gambar 4.32. Estrude Cut Ujung Gigi Bagian Belakang

7. Menggestrude cut/flex untuk memiringkan mata gigi



Gambar 4.33. Menggestrude cut/flex

8. Hasil Akhir Roda Gigi miring besar



Gambar 4.34. Hasil Akhir Roda Gigi miring besar

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Perhitungan Daya Angkat

1. Daya motor = 25 Hp
2. Rate speed = 1456 rpm
3. Diameter poros penghubung = 42 mm
4. Efisiensi = 90 %
5. Faktor daya = 0,8

Perbandingan Roda Gigi

1. Perhitungan roda gigi lurus :

Roda Gigi besar

- | | |
|--|-----------------|
| Bahan roda gigi | = FC 20 |
| Jumlah gigi (z_1) | = 103 |
| Diameter lingkaran jarak bagi (d_{01}) | = 123,13 mm |
| Diameter kepala (d_{k1}) | = 125,53mm |
| Diameter kaki (d_{f1}) | = 120,13mm |
| Beban permukaan diizinkan (F'_H) | = 2,08869 kg/mm |

Roda Gigi Kecil

- | | |
|--|-----------------|
| Bahan roda gigi | = FC 20 |
| Jumlaah gigi (z_1) | = 21 mm |
| Diameter lingkaran jarak bagi (d_{02}) | = 24,87 mm |
| Diameter kepala (d_{k2}) | = 27,27 mm |
| Diameter kaki (d_{f2}) | = 21,87 mm |
| Beban permukaan diizinkan (F'_H) | = 2,08869 kg/mm |

2. Perhitungan roda gigi miring

Perhitungan Roda Gigi Miring Besar

Sudut kemiringan	= $41,2^{\circ}$
Sudut tekan normal	= 45°
Jumlah gigi	= 83 buah
Diameter jarak bagi	= 1,49069

Perhitungan Roda Gigi Miring kecil

Sudut kemiringan	= $41,2^{\circ}$
Sudut tekan normal	= 45°
Jumlah gigi	= 7 buah
Diameter jarak bagi	= 0,12572

Pemeriksaan motor terhadap beban lebih (overload)

1. $M_{mot} = 1219.90 \text{ kg.cm} = 12.174 \text{ kg.m}$
2. $M_{max} = 21.1990 \text{ kg.m}$
3. $M_{rate} = 12.1990 \text{ kg.m}$
4. $Rasio_{bebanmotor} = 1.1865$

Dalam hasil pemeriksaan tersebut didapatkan bahwa nilai perbandingan antara momen maksimum dengan yang gaya ternilai ($Rasio_{bebanmotor} = 1.85$) sehingga dapat disimpulkan bahwa motor aman terhadap beban lebih.

5.2 Saran

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa penelitian ini masih belum cukup sempurna, maka dari itu pada riset berikutnya penulis menyarankan agar alat sistem ini bisa lebih dikembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin hari semakin maju

Daftar Pustaka

Badrul ilmi, Ir Achmat Taupik M.T, *Perencanaan Transmisi Lift Temporary Multiguna*, 2019

Aditya Sumardadi, *Pemodelan kerja lift*, 2014

“Motor listrik” http://mariza_w.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/folder/0.8http://wayanfm.lecture.ub.ac.id/files/2014/04/FP_PBO_F_B-Ganjil-2013-2014.pdf tentang “permodelan kerja lift” diakses pada tanggal 28 Agustus 2020 pukul 15:04 WIB

United Nasional Environment Programme (UNEP), *Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia, motor listrik*. Badan Produktifitas Nasional. India : 2006.

Machine; Jurnal Teknik Mesin Vol. 4 No. 1, Januari 2018 Ibrahim, Bustami., dkk; Perancangan Gearbox Traktor Tangan 2 Kecepatan 1 Mundur Dengan Sistem Pemindah Gigi Synchronesh

Made Andrian NS1), Hartono Yudol), Wilma Amiruddin1) 1)Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Perancangan Sistem Shaft Locked Untuk Mencegah Kerusakan Gearbox Pada Kapal Layar Motor Archipelago Adventurer II

Suga, Kyokatsu, Professor, *toh – in Gakuen recnichal College, Japan, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Ir. Sularso, MSME, (terj)

Robert L. Mott, P.E., *Elemen – Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis*.

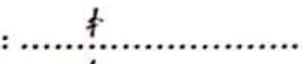
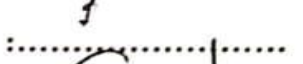
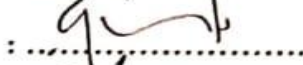

Ilham, Muhammad, Analisa Performa Elevator Pada Medan Mall Bertingkat 4,
Medan : 2020

Arief, Rakhmad Siregar, Studi Eksperimen Terhadap Keausan Pada Roda Gigi
Cacing Komposit, Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, Medan:
2019

Umurani, Khairul, Desain Dan Simulasi Suspensi Sepeda Motor Dengan Solidwork,
Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi ,Medan : 2018


**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

Peserta Seminar
 Nama : Muhammad Pandu
 NPM : 1507230278
 Judul Tugas Akhir : Perencanaan Sistem Pemindah Daya Motor Pada Konstruksi Lantai bangunan 2 lantai Berkapasitas 500 Kg.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Munawar A Siregart.S.T.M.T	: 
Pembimbing –II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 
Pemanding – I	: Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 
Pemanding – II	: Affandi.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 23 Muharram 1443 H
02 September 2021 M

Ketua Prodi. T.Mesin

 Chandra A Siregar.S.T.M.T

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

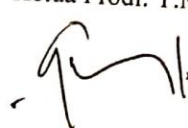
NAMA : Muhammad Pandu
NPM : 1507230275
Judul T.Akhir : Perencanaan Sistem Pemindah Daya Motor Pada Konstruksi Lantai Bangunan 2 Lantai Berkapasitas 500 Kg.


Dosen Pembimbing - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar.s.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Affandi.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
..... *lihat... hasil... tugas... akhir*
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 23 Muharram 1443 H
02 September 2021 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Chandra A Siregar.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

Chandra A Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : Muhammad Pandu
NPM : 1507230275
Judul T.Akhir : Perencanaan Sistem Pemindah Daya Motor Pada Konstruksi Lantai Bangunan 2 Lantai Berkapasitas 500 Kg.

Dosen Pembimbing - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar.s.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Affandi.S.T.M.T

KEPUTUSAN


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

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

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

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

Medan 23 Muharram 1443 H
02 September 2021 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Chandra A Siregar.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

Affandi.S.T.M.T

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Perencanaan Sistem Pemindah Daya Motor Pada Kontruksi Lift Bangunan
2 Lantai Berkapasitas 500 kg

Nama : Muhammad Pandu
NPM : 1507230278

Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 : Sudirman Lubis S.T., M.T










No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	18/3 - 2020	Latih belahing dismanukan dgn gambar	A
2.	19/10 - 2020	ujian, masalah bln terlihat dilatar belahing	A.
3.	2/2 - 2021	Perbaikan kembali	A.
4.	22/3 - 2021	Latih Bab II dan III	A.
5.	26/3 - 2021	Susunan / diagram alir, Metode dgn masalah yg di bahas.	A.
6.	30/3 - 2021	Bab IV, dgn di layang dgn purlasan tiap hari	A.
7.	5/4 - 2021	Purlasan dan perubahan dismanukan dgn elemen awal.	A
8.	10/4 - 2021	Pelajiri dan cek kembali seluruhnya	A.
9.	19/4 - 2021	ACE di samarkan	A

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Perencanaan Sistem Pemindah Daya Motor Pada Kontruksi Lift Bangunan 2 Lantai Berkapasitas 500 kg

Nama : Muhammad Pandu
NPM : 1507230278

Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Sudirman Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Rabu 12/3 - 2021	Latar Belakang Sesuaikan dgn Judul.	
2.	Senin 10/3 - 2021	Masalah dari layuan belum terdapat di Latar belakang	
3.	Selasa 2/2 - 2021	Pertbaiki Kembali	
4.	Sabtu 22/3 - 2021	Lanjutkan Bab II dan III	
5.	Jum'at 26/3 - 2021	Sesuaikan dengan air Metode dgn masalah yang akan di bahas.	
6.	Selasa 30/3 - 2021	Bab IV, agar di lanjutkan dgn pembebasan top hasil	
7.	Senin 5/4 - 2021	Penjelasan dan berdasarkan diuraikan dgn sesuai diuraikan.	
8.	Ketahu 10/4 - 2021	Revisi kembali seluruhnya	
9.	Senin 19/4 - 2021	All selesai	



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
http://fatek.umsu.ac.id fateg@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1149/III.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 04 Oktober 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD PANDU
Npm : 1507230278
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : XII (DUA BELAS)
Judul Tugas Akhir : PERENCANAAN SISTEM PEMINDAH DAYA MOTOR PADA KONTRUKSI LIFT BANGUNAN 2 LANTAI BERKAPASITAS 500 KG
Pembimbing -I : MUNAWAR ALFANSURY SIREGAR, ST, MT
Pembimbing -II : SUDIRMAN LUBIS, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 27 Shafar 1443 H
04 Oktober 2021M



Wakil Dekan 3

Khairul Umurani
Khairul Umurani ST, MT

NIDN: 01140171101



MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA DIRI

Nama : Muhammad Pandu
Tempat/tgl lahir : Medan, 16 November 1997
Jenis kelamin : Laki- laki
Tinggi bada : 170 cm
Berat badan : 55 kg
Agama : Islam
Alamat : Jl. Rawe VII Lk. IX Gg. Kamboja
Kel. Tangkahan, Kec. Medan Labuhan, Kota. Medan
Telepon : 081264830668
Email : mhdpandu78@gmail.com



PENDIDIKAN

2003 – 2009 : SD Al-Washliyah 30 Medan
2009 – 2012 : SMP Negeri 25 Medan
2012 – 2015 : SMK PAB 1 Helvetia
2015– 2021 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,
Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin S1

KETERAMPILAN

Soft Skill : Disiplin, kemampuan berkomunikasi, mampu bekerja secara mandiri maupun dalam tim, memiliki etos kerja dan kemampuan manajemen waktu dengan baik.

Hard Skill : Mampu mengoperasikan Ms. Office dan Analisis Data.