

SKRIPSI
PERENCANAAN TRANSMISI RODA GIGI PENGGERAK
POMPA DENGAN *VERTICAL AXIS WIN TURBINE*
(VAWT)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Stara Satu
Jurusan Teknik Mesin



Oleh :

KHOIRUR RIZKI
NIM : 12.10202.00022

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO
2018

LEMBAR PERSETUJUAN
PERENCANAAN TRANSMISI RODA GIGI PENGGERAK
POMPA DENGAN *VERTICAL AXIS WIN TURBINE*
(VAWT)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Stara Satu
Jurusan Teknik Mesin

Oleh :
KHOIRUR RIZKI
121020200022

Disetujui :
Pada tanggal 1 Maret 2018

Dosen Pembimbing

Mulyadi,ST.,MT
NIK. 206290

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Edi Widodo,ST.,MT
NIK. 210386

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI
PERENCANAAN TRANSMISI RODA GIGI PENGGERAK POMPA
DENGAN *VERTICAL AXIS WIN TURBINE (VAWT)*

Skripsi disusun untuk salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Mesin (S.T)

di
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Oleh :

KHOIRUR RIZKI

12.10202.00022

Disetujui oleh :

1. **Mulyadi, ST., MT** (.....)
NIK. 206290
2. **Edi Widodo, ST., MT** (.....)
NIK. 210386
3. **Iswanto, ST., M.MT** (.....)
NIK. 207319

Dekan Fakultas Teknik

Izza Anshory, ST., MT
NIK. 202239

MOTTO

“Seribu langkah, berawal dari satu langkah..

Segala sesuatu yang besar, berawal dari yang terkecil..

Dimana ada usaha, pasti ada jalan..

Karena sebuah kesuksesan itu butuh proses, dan sebuah proses tidak akan pernah mengkhianati hasil..”

“Carilah ilmu sebanyak-banyaknya..

*Disaat imanmu lemah,
ia akan menjagamu..*

*Disaat imanmu kuat,
ia akan memuliakanmu..*

*Disaat kamu miskin,
ia akan menjadi hartamu..*

*Disaat kamu kaya,
ia akan menjadi perhiasanmu..”*



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Khoirur Rizki

Tempat, tanggal lahir : Sidoarjo, 11 April 1992

NIM : 12.10202.00022

Fakultas/Jurusan : Teknik/Mesin

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Perencanaan Transmisi Roda Gigi Pompa Dengan Penggerak *Vertical Axis Win Turbine (VAWT)* adalah bukan skripsi atau karya ilmiah orang lain, baik sebagai manapun keseluruhan kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebut sumbernya.

Demikian Surat Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan apabila surat keterangan ini tidak benar, kami bersedia mendapat sanksi akademis.

Sidoarjo, 1 Maret 2018

(Khoirur Rizki)

PERENCANAAN TRANSMISI RODA GIGI POMPA PENGGERAK DENGAN VERTICAL AXIS WIN TURBINE (VAWT)

Nama mahasiswa : Khoirur Rizki
Nim : 12.10202.00022
Pembimbing : Mulyadi,ST.,MT

ABSTRAK

Kebutuhan energi dan semakin berkurangnya ketersediaan sumber daya energi fosil sebagai pembangkit listrik, khususnya minyak bumi yang sampai pada saat ini masih merupakan tulang punggung dan komponen utama penghasil listrik di Indonesia serta semakin meningkatnya kesadaran akan usaha untuk melestarikan lingkungan, menyebabkan masyarakat mulai berfikir untuk mencari alternatif penyediaan energi yang ramah lingkungan.

Berdasarkan perumusan masalah, di tentukan bagaimana cara merencanakan transmisi roda gigi yang sesuai untuk mentransmisikan daya dari vertical axis win turbine (VAWT) sebagai media alat untuk menggerakkan pompa. Pembuatan alat transmisi roda gigi ini dimulai dari perancangan desain, pemilihan konsep komponen, assembly dan yang terakhir adalah pengujian alat transmisi roda gigi. Hasil dari perancangan komponen diperoleh berdasarkan input dari putaran blade yaitu sebesar 15 RPM, output yang diinginkan dari putaran transmisi adalah 80 RPM, dengan diameter poros 25,4 mm. Dalam hal ini perangkat penelitian dibuat dengan sesuai ukuran kecepatan rata-rata angin di daerah lahan persawahan Sidoarjo. Sehingga didapati kesimpulan bahwa kecepatan angin mempengaruhi kinerja transmisi, yakni dengan kecepatan input RPM paling minimum untuk efisiensi kinerja menggerakkan pompa adalah 8 RPM dengan daya yang dihasilkan adalah 80 RPM. Efisiensi dari transmisi roda gigi adalah sebesar 85 %.

Kata Kunci : *Transmisi Kincir Angin, Putaran RPM, Uji Fungsi dan Performa.*

PLANNING DENTAL TRANSMISSION PUMPS WITH AXIS WIN TURBINE VERTICAL MOVEMENT (VAWT)

Name : Khoirur Rizki
Nim : 12.10202.00022
Preceptor : Mulyadi, ST., MT

ABSTRACT

The need for energy and the decreasing availability of fossil energy resources as power plants, especially petroleum which until now is still the backbone and the main component of electricity producer in Indonesia and the increasing awareness of the effort to preserve the environment, causing people to start thinking to look for alternative the provision of energy that is environmentally friendly.

Based on the formulation of the problem, determine how to plan the appropriate gear transmission to transmit power from the vertical axis win turbine (VAWT) as a tool medium to drive the pump. Making of this gear transmission equipment starting from designing design, component concept selection, assembly and the last is testing of gears transmission tool. The result of component design is obtained based on input from blade rotation that is equal to 15 RPM, the desired output from transmission rotation is 80 RPM, with shaft diameter 25,4 mm. In this case the research cangkara made with the size of the average wind speed in the area of rice fields Sidoarjo. So it is concluded that the wind speed affects the transmission performance, that is, with the minimum input RPM speed for the pump performance efficiency is 8 RPM with the power produced is 80 RPM. The efficiency of gear transmission is 85%.

Keywords: Windmill Transmission, RPM Round, Function Test and Perfomance

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat penulis selesaikan tepat pada waktunya. Sholawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhamad SAW yang telah banyak menuntun dan mengajarkan kita tentang kebaikan.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak, baik material, spiritual maupun informasi. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Hidayatulloh, M., Si selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
2. Bapak Izza Anshory, ST., MT selaku Dekan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
3. Bapak Edi Widodo, ST., MT selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
4. Bapak Mulyadi, ST., MT. Selaku dosen pembimbing, dan Kepala Laboratorium Teknik Mesin yang selalu memberikan arahan serta motivasi dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Para dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, terimakasih untuk bimbingan dan pengajarannya.
7. Almarhum Kedua Orang Tua, dan keluarga yang selalu memberikan do'a, dukungan, serta kesabaran.
8. Terimakasih kepada Istri dan Anak, yang selalu memberikan do'a, sabar serta semangat dengan tulus.
9. Terima kasih kepada Bapak Heri yang telah memberikan ide serta memfasilitasi bengkel.
10. Terima kasih kepada Eko selaku tim pembuatan kincir angin dan untuk Tito tetap semangat jangan berhenti sampai disini.
11. Terima kasih kepada seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2012 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

12. Terima kasih kepada Bapak Joko, Bapak Iin, Bapak Basuki, Rozik, Dedy, Ega, Hidro, Herman, yang membantu kelancaran dalam proses tugas akhir ini.
13. Terima kasih kepada seluruh teman-teman kerja PT. Hair Star Indonesia yang memberikan jalan kemudahan selama aktif dalam perkuliahan.

Dengan keterbatasan, penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Dan semoga Skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya dan menambah wawasan bagi semua pembacanya.

Sidoarjo, 1 Maret 2018

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Motto	iv
Pernyataan Keaslian Skripsi.....	v
Abstrak.....	vi
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Macam-macam Poros.....	7
2.1.1 Hal-hal Penting Dalam Perencanaan Poros	8
2.1.2 Poros Dengan Beban Puntir.....	12
2.1.3 Kekuatan Poros Turbin	15
2.2 Klasifikasi Roda Gigi.....	15
2.3 Pelumasan Pada Transmisi Roda Gigi	19
2.3.1 Fungsi Minyak Pelumas	19
2.3.2 Hal-hal Terpenting Dalam Memilih Pelumas.....	19
2.4 <i>Design For Assembly (DFA)</i>	20
2.4.1 Memperkirakan Biaya Perakitan	21
2.4.2 Metode <i>Boothroyd-Bewhurst</i>	22

2.4.3 Prosedur Untuk Analisis Yang Dirakit Secara Manual	23
--	----

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Perencanaan Pembuatan Transmisi Roda Gigi Pada (VAWT)...	25
3.2 Prosedur Penelitian.....	26
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.4 Tahapan Penelitian	27
3.5 Diskripsi Penelitian	27
3.6 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	28
3.6.1 Lengan Poros Bahan S45C	28
3.6.2 Roda Gigi	29
3.6.3 Besi Siku	29
3.6.4 <i>Bearing</i> ASB	30
3.6.5 Anemometer.....	31

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Disain Transmisi Kincir Angin	33
4.2 Pemilihan Konsep	34
4.3 Analisa <i>DFA</i>	36
4.3.1 Analisa Komponen Rancang Bangun Transmisi Roda Gigi.....	36
4.3.2 Analisa Handling Menggunakan <i>Design For Assembly (DFA)</i>	37
4.4 Hasil Perhitungan <i>DFA</i> Pada Transmisi Roda Gigi.....	40
4.5 Perancangan Komponen.....	42
4.5.1 Perhitungan Daya Turbin.....	43
4.5.2 <i>Tip Speed Ratio (TRS)</i>	43
4.5.3 Perancangan Poros	44
4.5.4 <i>Bearing</i> (Bantalan).....	46
4.5.5 Perhitungan Perbandingan Dua Roda Gigi	48
4.5.6 Perancangan Rangka.....	49
4.5.7 Analisa Kekuatan Rangka Dengan Menggunakan <i>Software</i>	50
4.6 Proses Pembuatan	51

4.6.1 Alat Bantu Yang Digunakan	51
4.6.2 Langkah Perakitan	52
4.7 Pengujian.....	53
4.7.1 Uji Fungsi.....	53
4.7.2 Uji Perfomen	54
4.8 Evaluasi	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	63



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Poros dengan beban puntir	14
Gambar 2.2 Klasifikasi roda gigi	16
Gambar 3.1 Diagram alir perencanaan pembuatan transmisi roda gigi (VAWT)...25	
Gambar 3.2 Material bahan S45C	28
Gambar 3.3 Roda gigi lurus (<i>Spur gear</i>).....	29
Gambar 3.4 Material bahan besi siku.....	30
Gambar 3.5 <i>Bearing</i> ASB	31
Gambar 4.1 Stuktur rangkaian kincir angin (VAWT).....	33
Gambar 4.2 <i>Export</i> bagian transmisi roda gigi	37
Gambar 4.3 Komponen transmisi roda gigi	42
Gambar 4.4 Simulasi <i>Frame Machine</i>	50
Gambar 4.5 Proses pembuatan rangka transmisi roda gigi	51
Gambar 4.6 Komponen dan alat bantu.....	53
Gambar 4.7 Grafik pengujian berdasarkan hasil perhitungan.....	55
Gambar 4.8 Grafik pengujian berdasarkan hasil aktual	56
Gambar 4.9 Grafik pengujian dengan menggunakan beban (Air)	57
Gambar 4.10 Grafik pengujian berdasarkan hasil <i>input</i> RPM.....	59
Gambar 4.11 Grafik pengujian berdasarkan hasil <i>output</i> RPM.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pengelompokkan potensi energi angin	3
Tabel 2.1 Baja karbon untuk kontruksi mesin dan baja.....	9
Tabel 2.2 Baja paduan untuk poros	10
Tabel 2.3 Standar baja.....	11
Tabel 2.4 Faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan	12
Tabel 2.5 Klasifikasi roda gigi	18
Tabel 4.1 Pemilihan konsep dan bahan.....	34
Tabel 4.2 Analisa <i>handling</i> transmisi roda gigi	37
Tabel 4.3 <i>Desingn for</i> transmisi roda gigi.....	41
Tabel 4.4 <i>Check lish</i> komponen transmisi roda gigi	52
Tabel 4.5 Data pengujian dengan hasil perhitungan	55
Tabel 4.6 Data pengujian dengan hasil aktual	56
Tabel 4.7 Data hasil pengujian dengan beban (air).....	57
Tabel 4.8 Hasil data <i>input</i> RPM pada transmisi roda gigi	58
Tabel 4.9 Hasil data <i>output</i> RPM pada transmisi roda gigi	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, ketika beraktivitas pasti membutuhkan energi atau usaha. Energi sendiri berarti sebuah kemampuan untuk melakukan pekerjaan atau beraktivitas. Dalam kehidupan sehari-hari, sering kali menjumpai bermacam-macam energi yang ada di bumi ini. Berbeda dengan energi, sumber energi merupakan penghasil dari energi yang lainnya. Di bumi terdapat banyak unsur-unsur alam dari berbagai macam bentuk yang bisa diubah ke dalam energi lainnya. Selain berdasarkan sifat alaminya, macam-macam sumber energi juga dikategorikan berdasarkan ketersediaannya. Berdasarkan ketersediaannya inilah, energi dibagi menjadi energi terbarukan dan energi tak terbarukan. Energi terbarukan merupakan sumber energi alam yang dapat langsung dimanfaatkan dengan bebas. Selain itu, ketersediaan energi terbarukan ini tak terbatas dan bisa dimanfaatkan secara terus menerus. Adapun contoh dari energi terbarukan adalah angin merupakan salah satu sumber energi yang tak pernah ada habisnya. Selama bumi ini masih ada, maka angin akan tetap ada selamanya karena ketersediaannya tidak terbatas. Angin sendiri seringkali dimanfaatkan dalam teknologi kincir angin, khususnya di negara dengan intensitas angin sangat banyak. Angin ini nantinya akan mendorong turbin dari kincir angin yang bisa menghasilkan energi (<http://benergi.com>).

Kincir angin pertama kali digunakan untuk membangkitkan listrik dibangun oleh P. La Cour dari Denmark diakhir abad ke-19. Setelah perang dunia I, layar dengan penampang melintang

menyerupai sudut propeler pesawat sekarang disebut kincir angin tipe propeler' atau turbin. Eksperimen kincir angin sudut kembar dilakukan di Amerika Serikat tahun 1940, ukurannya sangat besar yang disebut mesin Smith-Putman, karena dirancang oleh Palmer Putman, kapasitasnya 1,25 MW yang dibuat oleh Morgen Smith Company dari York Pennsylvania. Diameter propelernya 175 ft (55m) beratnya 16 ton dan menaranya setinggi 100 ft (34m). Tapi salah satu batang propelernya patah pada tahun 1945. (Astu Pudjanarso, 2006)

Pada tahun 2005, cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan/produksi pada tahun tersebut. Sedangkan gas diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 61 tahun dan batubara 147 tahun. Sementara tingginya kebutuhan migas tidak diimbangi oleh kapasitas produksinya menyebabkan kelangkaan sehingga di hampir semua negara berpacu untuk membangkitkan energi dari sumber-sumber energi baru dan terbarukan. (DESDM, 2005)

Kebutuhan energi di Indonesia khususnya dan di dunia pada umumnya terus meningkat karena penambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri yang senantiasa meningkat. Salah satu sumber pemasok listrik, PLTA bersama pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dan pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) memang memegang peran penting terhadap ketersediaan listrik terutama di Jawa, Madura, dan Bali.

Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya energi yang sangat melimpah, salah satunya adalah sumber energi angin. Indonesia yang merupakan negara kepulauan dan salah satu Negara yang terletak di garis khatulistiwa merupakan faktor, bahwa Indonesia memiliki potensi energi angin yang melimpah. Pada dasarnya angin terjadi karena ada perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Di daerah katulistiwa, udaranya menjadi panas mengembang dan menjadi ringan, naik ke atas dan bergerak ke daerah yang lebih dingin. Sebaliknya daerah kutub yang dingin, udara menjadi dingin dan turun ke bawah. Dengan demikian terjadi perputaran udara berupa perpindahan udara dari kutub utara ke garis katulistiwa menyusuri permukaan bumi dan sebaliknya suatu perpindahan udara dari garis katulistiwa kembali ke kutub utara, melalui lapisan udara yang lebih tinggi. Potensi energi angin di Indonesia cukup memadai, karena kecepatan angin

rata-rata berkisar 3,5-7 m/s. Hasil pemetaan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada 120 lokasi menunjukkan, beberapa wilayah memiliki kecepatan angin di atas 5 m/detik, masing-masing Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa.



Tabel 1.1 Pengelompokan potensi energi angin, pemanfaatan dan lokasi potensial.

Kelas	Kec. Angin (m/s)	Daya Spesifik (W/m²)	Kapasitas (kW)	Lokasi
Skala Kecil	2,5-4,0	< 75	s/d 10	Jawa, NTB, NTT, Maluku, Sulawesi
Skala Menengah	4,0-5,0	75-150	10-100	NTB, NTT, Sulsel, Sultra
Skala Besar	>5,0	> 150	> 100	Sulsel, NTB, NTT, Pantai Selatan Jawa

Sumber : LAPAN, 2005

Pada tahun 2009, kapasitas terpasang dalam sistem konversi angin di seluruh Indonesia mencapai 1,4 MW yang tersebar di Pulau Selayar (Sulawesi Utara), Nusa Penida (Bali), Yogyakarta, dan Bangka Belitung. Melihat potensi wilayah pantai cukup luas, pemanfaatan tenaga angin sebagai sumber energi terbarukan di Indonesia sangat mungkin untuk dikembangkan lebih lanjut (Eko S. Baruna, Pusat data dan Informasi ESDM).

Salah satu pemanfaatan energi angin adalah penggunaan turbin angin yang banyak digunakan untuk kebutuhan pertanian, seperti untuk menggerakkan pompa untuk keperluan irigasi, serta kebutuhan akan energi yaitu sebagai pembangkit listrik energi angin. Berbagai macam penemuan turbin angin sebagai pembangkit energi alternatif sudah ditemukan sejak lama dengan berbagai macam bentuk desain. Turbin angin tipe savonius adalah salah satu macam turbin angin yang ditemukan sebagai pemanfaatan energi angin yang bekerja dengan memanfaatkan kecepatan angin. Bentuk sudu dibuat sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan gaya dorong yang akan memutar rotor. Besarnya putaran rotor yang dihasilkan berbanding lurus dengan besarnya kecepatan angin.

Transmisi merupakan bagian dari system pemindah tenaga dari sebuah kincir angin. Transmisi merupakan sebuah system yang berfungsi mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan tenaga dari sumber tenaga (kincir angin) ke roda gigi (penggerak pompa air). Aliran tenaga yang berasal dari angin diteruskan

ke transmisi melalui kopling. Transmisi merubah momen putar yang di hasilkan mesin dengan cara mereduksi putaran dengan memanfaatkan rasio gigi percepatan dengan kombinasi perbandingan gigi yang berbeda-beda. Transmisi untuk mengatur perbedaan putaran antara putaran kincir (melalui unit kopling) dengan putaran poros yang keluar dari transmisi. Pengaturan putaran ini dimaksudkan agar pompa mampu bergerak sesuai dengan beban dan kecepatan putaran pada baling-baling kincir angin. Saat baling-baling berjalan pada kecepatan tinggi, ia tidak memerlukan momen yang besar disebabkan adanya momentum yang lebih baik dimana roda-roda gigi berputar dengan sendirinya pada kecepatan tinggi. Namun demikian momen yang diturunkan itu terbatas, tidak mencapai momen yang diperlukan start putaran awal, maka diperlukan transmisi. Transmisi digunakan untuk mengatasi hal ini dengan cara menukar kombinasi gigi (perbandingan gigi), untuk merubah tenaga angin menjadi momen sesuai dengan kondisi kecepatan angin dan memindahkan momen tersebut ke roda-roda gigi.

Peran gear dalam kendaraan maupun dunia industry sangat penting dalam menghubungkan atau meneruskan putaran daya yang dihasilkan dari proses energi kinetik menjadi energi mekanik. sehingga dengan kemajuan teknologi, ilmu pengetahuan dan pertumbuhan penduduk maka tidak ada hentinya manusia mengembangkan teknologi baru yang berbagai macam tipe dan lebih modern. Pengembangan teknologi roda gigi sangat dibutuhkan untuk mengimbangi pertumbuhan teknologi, terutama sekali mesin yang ada kaitannya dengan transmisi roda gigi. Hal ini dapat dilihat pada pengembangan sistem pengoperasian roda gigi yang dimulai dengan sistem pengoperasian yang manual, semi otomatis dan otomatis. Di dalam aplikasi penggunaan transmisi roda gigi sering dijumpai beberapa masalah, misalnya patah pada kepala roda gigi, ausnya lubang poros pada roda gigi dan timbulnya suara berisik pada roda gigi, maka diperlukan perencanaan roda gigi untuk mengatasi masalah yang terjadi pada transmisi roda gigi. (Modul Transmisi Manual/Otomatis).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan roda gigi yang sesuai untuk mentransmisikan daya dari *VAWT* untuk menggerakkan pompa ?
2. Bagaimana pengaruh panjang lengan as roda gigi terhadap daya yang dihasilkan *VAWT* ?

1.3 Batasan Masalah

Pembahasan masalah pada penelitian ini dibatasi pada :

1. Jenis yang digunakan adalah roda gigi spiral, bahan material yang digunakan untuk poros adalah S45C dengan kekuatan tarik 58 kg/mm² (JIS G4501)
2. As pada lengan diasumsikan *rigid*

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapatkan pemindah daya transmisi roda gigi yang sesuai untuk mentransmisikan daya sebagai media penggerak pompa.
2. Untuk mengetahui daya yang dihasilkan dari pengaruh panjang lengan as pada roda gigi.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk mengembangkan IPTEK dengan mencoba memberikan bahan Pembuatan transmisi roda gigi dengan tenaga angin untuk menggerakkan pompa. *Vertical Axis Win Turbine (VAWT)* dapat digunakan sebagai pensuplai tambahan energi yang kemudian diterapkan pada suatu daerah yang berpotensi memiliki angin yang baik.

Manfaat rancangan bangun kincir angin *Vertikal Axis Win Turbine* ini adalah:

1. Terciptanya sebuah teknologi baru dalam penerapan Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) yang digunakan untuk berbagai keperluan di Indonesia.

2. Memberikan manfaat ekonomis dalam upaya pemenuhan energi nasional.
3. Memberikan solusi terhadap masalah penyediaan energi yang murah dan ramah lingkungan.
4. Memberikan pengalaman kepada mahasiswa dalam membuat dan terlibat dalam proyek ilmiah.
5. Menghemat biaya bahan bakar akibat penggunaan perairan sawah.
6. Memperkaya khasanah ilmu pengetahuan dalam pengembangan turbin angin.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Penulisan tugas skripsi ini dilakukan dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah. Batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori penunjang beserta rumus-rumus yang akan digunakan sebagai dasar analisa.

BAB III METODE PERANCANGAN DAN PENGUJIAN

Bab ini akan diuraikan objek permasalahan berdasarkan data, sumber tinjauan pustaka dan langkah penerapan pemecahan masalah dalam penelitian.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang data hasil penelitian perencanaan transmisi roda gigi pada pompa dengan penggerak *Vertical Axis Win Turbine (VAWT)*

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran. Kesimpulan berisi rangkaian hasil penelitian yang ditarik dalam analisis data, sedangkan saran berisi tentang perbaikan dan tindak lanjut yang berkaitan dengan penelitian yang telah dilaksanakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros. Poros adalah komponen alat mekanis yang mentransmisikan gerak berputar dan daya. Poros merupakan satu kesatuan dari sistem mekanis di mana daya ditransmisikan dari penggerak utama.

2.1 Macam-macam Poros

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut.

1. Poros Transmisi

Poros macam ini mendapat beban punter murni atau punter dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau aproket rantai, dan lain-lain.

2. Spindel

Poros transmisi yang relative pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindel. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

3. Gandar

Poros seperti yang dipasang di antara roda-roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban punter, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

Menurut bentuknya, poros dapat digolongkan atas poros umum, poros engkol sebagai poros utama dari mesin. Poros lebih luwes untuk transmisi daya kecil agar terdapat kebebasan bagi perubahan arah, dan lain-lain.

2.1.1 Hal-hal Penting Dalam Perencanaan Poros

Untuk merencanakan sebuah poros, beberapa hal berikut ini yang perlu diperhatikan :

1. Kekuatan Poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau lentur atau gabungan dari puntir dan lentur seperti telah diutarakan di atas. Juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin.

Kelelahan tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus diperhatikan. Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban-beban di atas.

2. Kekakuan Poros

Sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak-telitian (pada mesin perkakas) atau getaran dan suara (misalnya pada turbin dan kotak roda gigi). Oleh karena itu, disamping kekuatan poros, kekakuannya juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan diterima oleh poros tersebut.

3. Putaran Kritis

Apabila putaran suatu mesin dinaikkan maka pada suatu putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran ini disebut putaran kritis, hal ini bisa terjadi pada turbin, motor torak, motor listrik, dan lain-lain. Dan dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jika mungkin, poros harus direncanakan sedemikian rupa hingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

4. Korosi

Bahan-bahan korosi (termasuk plastik) harus dipilih untuk poros *propeller* dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosi. Demikian pula untuk poros-poros yang terancam kavitasi, dan poros-poros mesin yang sering berhenti lama. Sampai batas-batas tertentu dapat pula dilakukan perlindungan terhadap korosi.

5. Bahan Poros

Poros untuk mesin umum biasanya dibuat dari baja batang yang di tarik dingin dan difinis, baja karbon konstruksi mesin (disebut bahan S-C) yang dihasilkan dari igot yang di-*“kill”* (baja yang dideoksidasikan dengan ferrosilikon dan dicor, kadar karbon terjamin). Menurut tabel 2.1 standar JIS G3123 untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Baja karbon untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros.

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	keterangan
Baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C	“	52	
	S40C	“	55	
	S45C	“	58	
	S50C	“	62	
	S55C	“	66	
Batang baja yang difinis dingin	S53C-D	-	53	Ditarik dingin, digerinda, dibubut, atau gabungan antara hal-hal tersebut.
	S45C-D	-	60	
	S55C-D	-	72	

Sumber : Sularso Kiyokatsu Suga

Meskipun demikian, bahan ini kelurusannya agak kurang seimbang misanya bila diberi alur pasak, karena ada tegangan sisa didalam terasnya. Tetapi penarikan dingin membuat permukaan poros menjadi keras dan kekuatannya bertambah besar. Harga-harga yang terdapat didalam tabel diperoleh dari batang percobaan dengan diameter 25,4 mm, dalam hal ini

harus diingat bahwa poros yang diameternya jauh lebih besar dari 25,4 mm, harga-harga tersebut akan lebih rendah dari pada yang ada didalam tabel karena adanya pengaruh masa. Berikut tabel 2.2 baja paduan G4102, G4103, G4104, G4105 menurut standar JIS :

Tabel 2.2 Baja paduan untuk poros

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik (kg/mm²)
Baja karbon nikel (JIS G 4102)	SNC 2	-	85
	SNC 3	-	95
	SNC21	Pengerasan kulit	80
	SNC22	``	100
Baja khrom nikel molibden (JIS G 4103)	SNCM 1	-	85
	SNCM 2	-	95
	SNCM 7	-	100
	SNCM 8	-	105
	SNCM22	Pengerasan kulit	90
	SNCM23	``	100
	SNCM25	``	120
Baja khrom (JIS G 4104)	SCr 3	-	90
	SCr 4	-	95
	SCr 5	-	100
	SCr21	Pengerasan kulit	90
	SCr22	``	100
			120
Baja khrom molibden (JIS G 4105)	SCM 2	-	85
	SCM 3	-	95
	SCM 4	-	100
	SCM 5	-	105
	SCM21	Pengerasan kulit	85
	SCM22	``	95
	SCM23	``	100

Sumber : Sularso Kiyokatsu Suga

Poros-poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, baja khrom nikel molibden, baja khrom, baja khrom molibden, dan lain-lain. Berikut adalah beberapa standar baja pada tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Standar baja

Nama	Standar Jepang (JIS)	Standar Amerika (AISI), Inggris (BS), dan Jerman (DIN)
Baja karbon konstruksi mesin	S45C S30C S35C S40C S45C S50C S55C	AISI 1025, BS060A25 AISI1030, BS060A30 AISI 1035, BS060A35, DIN C35 AISI 1040, BS060A40 AISI 1045, BS060A45, DIN C45, CK45 AISI 1050, BS060A50, DIN St 50.11 AISI 1055, BS060A55
Baja tempa	SF 40, 45, 50, 55	AASTM A105-73
Baja nikel khrom	SNC SNC22	BS653M31 BS En36
Baja nikel khrom molibden	SNCM 1 SNCM 2 SNCM 7 SNCM 8 SNCM22 SNCM23 SNCM25	AISI 4337 BS830M31 AISI 8645, BS En100D AISI 4340, BS817M40, 816M40 AISI 4315 AISI 4320, BS En325 BS En39B
Baja khrom	SCr 3 SCr 4 SCr 5 SCr21 SCr22	AISI 5135, BS530A36 AISI 5140, BS530A40 AISI 5145 AISI 5115 AISI 5120
Baja khrom molibden	SCM2 SCM3 SCM4 SCM5	AISI 4130, DIN 34CrMo4 AISI 4135, BS708A37, DIN34CrMo4 AISI 4140, BS708M40, DIN42CrMo4 AISI 4145, DIN50CrMo4

Sumber : Sularso Kiyokatsu Suga

Sekalipun demikian pemakaian baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan beban berat.

Dalam hal demikian perlu dipertimbangkan penggunaan baja karbon yang diberi perlakuan panas secara tepat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan. Baja tempa (G3201, ditempa dari ingot yang dikil dan disebut bahan SF; kekuatan dijamin) juga sering dipakai.

2.1.2 Poros Dengan Beban Puntir

Jika diketahui bahwa poros yang akan direncanakan tidak mendapat beban lain kecuali torsi direncanakan tidak mendapat beban lain kecuali torsi, maka diameter poros tersebut dapat lebih kecil dari pada yang dibayangkan. Meskipun demikian, jika diperkirakan akan terjadi pembebanan berupa lenturan, tarikan atau tekanan, misalnya jika sebuah sabuk, rantai atau roda gigi dipasangkan pada poros motor, maka kemungkinan adanya pembebanan tambahan tersebut perlu diperhitungkan dalam factor keamanan yang diambil. Tata cara perencanaan diberikan dalam sebuah diagram aliran. Hal-hal yang perlu diperhatikan akan diuraikan seperti di bawah ini.

Pertama kali, diambilah suatu kasus dimana daya P (kW) harus ditransmisikan dan putaran poros n_1 (rpm) diberikan. Dalam hal ini perlu dilakukan pemeriksaan terhadap daya P adalah daya rata-rata yang diperlukan maka harus dibagi dengan efisiensi mekanis η dari sistem transmisi untuk mendapatkan daya penggerak mula yang diperlukan. Daya yang besar mungkin diperlukan pada saat start, atau mungkin beban yang besar terus bekerja setelah start. Dengan demikian seringkali diperlukan koreksi pada daya rata-rata yang diperlukan dengan menggunakan faktor koreksi pada perencanaan.

Tabel 2.4 Faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan.

Daya yang ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2-2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8-1,2
Daya normal	1,0-1,5

Sumber : Sularso Kiyokatsu Suga

Jika P adalah daya normal *output* dari motor penggerak, maka berbagai macam faktor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat diambil kecil. Jika faktor kecil adalah f_c Tabel 2.4 maka daya rencana P_d (kW) sebagai patokan adalah :

$$P_d = (kW) f_c P (kW) \dots\dots\dots(2.1)$$

Jika daya diberikan dalam kuda (PS), maka harus dikalikan dengan 0,735 untuk mendapatkan daya dalam kW. Jika momen puntir (disebut juga sebagai momen rencana) adalah T (kg·mm) maka :

$$P_d = \frac{(T/1000) (2\pi n_1/60)}{102} \dots\dots\dots(2.2)$$

sehingga

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots(2.3)$$

Bila momen rencana T (kg·mm) dibebankan pada suatu diameter poros d_2 (mm), maka tegangan geser (kg/mm²) yang terjadi adalah

$$\tau = \frac{T}{(\pi d^3/16)} = \frac{5,1 T}{d^3} \dots\dots\dots(2.4)$$

Tegangan geser yang diizinkan t_a (kg/mm²) untuk pemakaian umum pada poros dapat diperoleh dengan berbagai cara. Di mana t_a dihitung atas dasar batas kelelahan puntir yang besarnya diambil 40% dari batas kelelahan tarik yang besarnya kira-kira dari 45% dari kekuatan tarik σ_b (kg/mm²). jadi batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik σ_b , sesuai dengan standar ASME. Untuk harga 18% ini faktor kekuatan yang dijamin, dari 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh masa dari baja paduan. Faktor ini dinyatakan dengan Sf_1 .

Selanjutnya perlu ditinjau apakah poros tersebut akan diberi alur pasak atau dibuat bertangga, karena pengaruh konsentrasi tangan cukup besar. Pengaruh kekerasan permukaan juga harus diperhatikan. Untuk memasukan pengaruh-pengaruh ini dalam perhitungan perlu diambil faktor yang ditanyakan sebagai Sf_2 dengan harga sebesar 1,3 sampai 3,0.

Dari hal-hal di atas maka besarnya t_a dapat dihitung dengan

$$\tau_a = \sigma_a / (Sf_1 \times Sf_2) \dots\dots\dots(2.5)$$

Keadaan momen puntir juga harus ditinjau, faktor koreksi yang dianjurkan oleh ASME juga digunakan. Faktor ini dinyatakan dengan kt . Dipilih sebesar 1,0

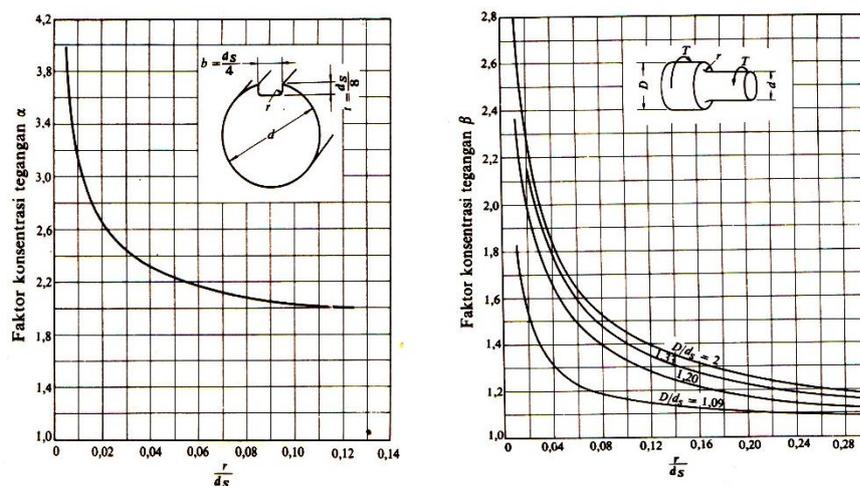
jika beban dikenakan secara halus, 1,0-1,5 jika terjadi sedikit kejutan atau tumbukan, dan 1,5-3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar.

Meskipun dalam perkiraan sementara ditetapkan bahwa beban hanya terdiri atas momen puntir saja, perlu ditinjau pula apakah ada kemungkinan pemakaian dengan beban lentur di masa mendatang. Jika memang diperkirakan terjadi pemakaian dengan beban lentur maka dapat dipertimbangkan pemakaian faktor C_b yang harganya 1,2 sampai 2,3. (Jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur maka $C_b = 1,0$).

Dari persamaan (2.4) diperoleh rumus untuk menghitung diameter poros d_s (mm) sebagai

$$d_s = \left[\frac{5,1}{t_a} \right]^{1/3} \dots \dots \dots (2.6)$$

Diameter poros harus dipilih dari Tabel 2.5. Pada tempat dimana akan pasang bantalan gelinding, memilih suatu diameter yang lebih besar dari harga yang cocok di dalam tabel untuk menyesuaikan dengan diameter dalam bantalan. Dari bantalan yang dipilih dapat ditentukan jari-jari filet yang diperlukan pada tangga poros. Untuk ukuran pasak dan alur pasak dapat ditentukan dari Tabel 2.4. Harga faktor konsentrasi tegangan untuk alur pasak α dan untuk poros bertenaga β dapat diperoleh dengan diagram R. E. Peterson, seperti ditunjukkan pada gambar Gambar 2.1 poros dengan beban puntir berikut :



Gambar 2.1 Poros dengan beban puntir

Faktor konsentrasi α untuk pembebanan puntir statis dari suatu poros bulat dengan alur pasak persegi yang diberi filet, dan faktor konsentrasi tegangan β untuk

pembebanan puntir statis dari suatu poros bulat dengan pengecilan diameter yang di beri filet. Bila α atau β dibandingkan dengan faktor keamanan Sf_2 untuk konsentrasi tegangan pada poros bertenaga atau alur pasak yang ditaksir terdahulu, maka α atau β seringkali menghasilkan diameter poros yang lebih besar. Pada Sf_2 yang ditaksir sebelumnya konsentrasi tegangan, dengan mengambil $\tau_a \cdot Sf_2 / (\alpha$ atau $\beta)$ sebagai tegangan yang diizinkan yang dikoreksi. Kemudian membandingkan harga dengan $\tau \cdot C_b \cdot K_t$ dari tegangan geser τ yang dihitung atas dasar poros tanpa alur pasak, faktor lenturan C_b , dan faktor koreksi tumbukan K_t , dan menentukan masing-masing harganya jika hasil yang terdahulu lebih besar, serta lakukan penyesuaian jika lebih kecil.

2.1.3 Kekuatan Poros Turbin

Elemen mesin pada kekuatan poros turbin adalah bagian yang sangat penting, selain poros berfungsi sebagai tempat dudukan sudu, poros juga berfungsi sebagai alat penghubung utama terjadinya perubahan energi, dari energi kinetik menggerakkan pompa yang sebelumnya melalui transmisi.

Berdasarkan jenis kincir angin *Vertikal Axis Win Turbin* ini, maka untuk pemasangan poros secara Vertikal sehingga beban puntir lebih besar.

$$Pd = fc P \dots\dots\dots (2.7)$$

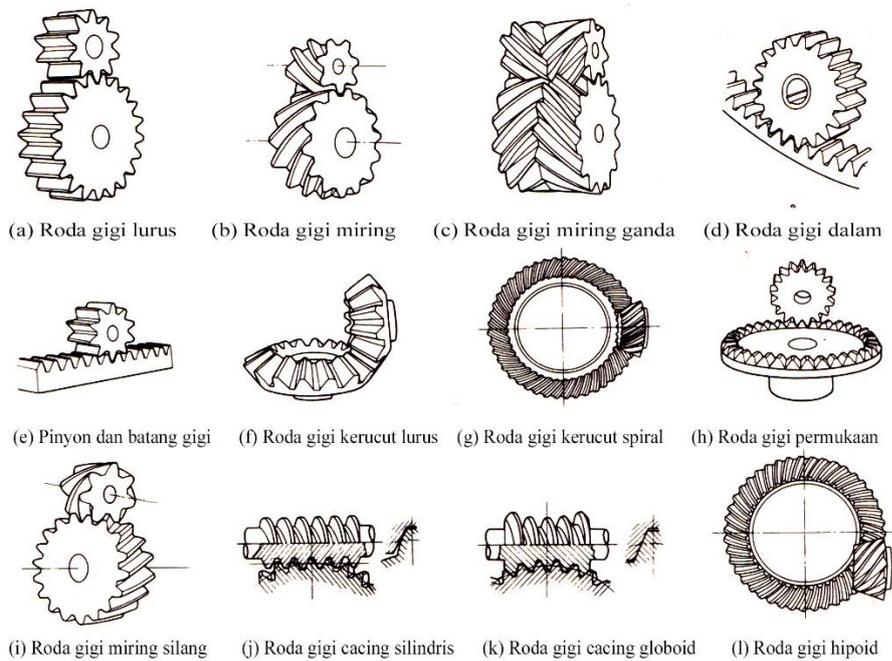
$$T = 9,74 \times 10 \frac{5Pd}{n} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\tau_a = \frac{ab}{sf_1 \times sf_2} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$ds = \left(\frac{5.1}{\tau_a} Kt Cb T \right)^{1/3} \dots\dots\dots (2.10)$$

2.2 Klasifikasi Roda Gigi

Roda gigi diklasifikasikan seperti dalam Tabel 2.6, menurut letak poros arah putaran, dan bentuk jalur gigi. Roda-roda gigi yang disebutkan diatas, diperlihatkan dalam Gambar 2.2. Berikut adalah beberapa contoh gambar klasifikasi roda gigi :



Gambar 2.2 Klasifikasi roda gigi

Sumber : Sularso Kiyokatsu Suga

Roda gigi dengan poros sejajar adalah roda gigi dimana giginya berjajar pada dua bidang silinder (disebut “bidang jarak bagi”), kedua bidang silinder tersebut bersinggungan pada yang lain dengan sumbu tetap sejajar. Roda gigi lurus (a) merupakan roda gigi paling dasar dengan jalur yang sejajar poros. Roda gigi miring (b) mempunyai jalur gigi yang membentuk ulir pada silinder jarak bagi. Pada roda gigi miring ini, jumlah pasangan gigi yang saling membuat kontak serentak (disebut “perbandingan kontak”) adalah lebih besar dari pada roda gigi lurus, sehingga pemindahan momen atau putaran melalui gigi-gigi tersebut dapat berlangsung dengan halus. Sifat ini sangat baik untuk mentransmisikan putaran tinggi dan beban besar. Namun roda gigi miring memerlukan bantalan aksial dan kontak roda gigi yang lebih kokoh, karena jalur gigi yang dibentuk ulir tersebut menimbulkan gaya reaksi yang sejajar dengan poros.

Dalam hal roda gigi miring ganda (c) gaya aksial yang timbul pada gigi yang mempunyai alur berbentuk V tersebut, akan saling meniadakan. Dengan roda gigi ini, perbandingan reduksi, kecepatan keliling, dan daya yang diteruskan dapat diperbesar tetapi pembuatannya sukar. Roda gigi dalam (d) dipakai jika diinginkan alat

transmisi dengan ukuran kecil dengan perbandingan reduksi besar, karena pinyon terletak didalam roda gigi. Batang gigi (e) merupakan dasar profil pahat pembuat gigi. Pasangan antara batang gigi dan pinyon dipergunakan untuk merubah gerakan putar menjadi lurus atau sebaliknya. Dalam hal roda gigi kerucut, bidang jarak bagi merupakan bidang kerucut yang puncaknya terletak di titik potong sumbu poros. Roda gigi kerucut lurus (f) dengan gigi lurus, adalah yang paling mudah dibuat dan paling sering dipakai. Tetapi roda gigi ini sangat berisik karena perbandingan kontak yang kecil. Juga konstruksinya tidak memungkinkan pemasangan bantalan pada kedua ujung poros-porosnya. Roda gigi kerucut spiral (g), karena mempunyai perbandingan kontak yang lebih besar, dapat meneruskan putaran tinggi dan beban besar. Sudut poros kedua roda gigi kerucut ini biasanya dibuat 90° .

Dalam golongan roda gigi dengan poros bersilang, terdapat roda gigi miring silang (i), roda gigi cacing (j dan k), roda gigi hipoid (i), dll. Roda gigi cacing meneruskan putaran dengan perbandingan reduksi besar. Roda gigi macam (j) mempunyai cacing berbentuk silinder dan lebih umum dipakai. Tetapi untuk beban besar, cacing globoid atau cacing selubung ganda (k) dengan perbandingan kontak yang lebih besar dapat dipergunakan. Roda gigi hipoid adalah seperti yang dipakai pada roda gigi diferensial otomobil. Roda gigi ini mempunyai jalur gigi berbentuk spiral pada bidang kerucut yang sumbunya bersilang, dan pemindahan gaya pada permukaan gigi berlangsung secara meluncur dan menggelinding.

Roda-roda gigi yang telah disebut di atas semuanya mempunyai perbandingan kecepatan sudut tetap antara kedua poros. Tetapi di samping itu terdapat pula roda gigi yang perbandingan kecepatan sudutnya dapat bervariasi, sepertimisalnya roda gigi eksentris, roda gigi bukan lingkaran, roda gigi lonjong seperti pada meteran air dan lain-lain. Ada pula roda gigi dengan putaran yang terputus-putus dan roda gigi Geneva, yang dipakai misalnya untuk menggerakkan film pada proyektor bioskop. Berikut adalah tabel 2.5 beberapa klasifikasi roda gigi :

Tabel 2.5 Klasifikasi roda gigi

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

Sumber : Sularso Kiyokatsu Suga

Dalam teori roda gigi pada umumnya dianut anggapan bahwa roda gigi merupakan benda kaku yang hampir tidak mengalami perubahan bentuk untuk jangka waktu lama. Namun pada apa yang disebut transmisi harmonis, dipergunakan gabungan roda gigi yang bekerja dengan deformasi elastis dan tanpa deformasi.

2.3 Pelumasan Pada Transmisi Roda Gigi

Pada kendaraan banyak terdapat bagian-bagian yang bergerak relatif terhadap yang lain termasuk transmisi roda gigi. Oleh karena itu antara kedua permukaan roda gigi yang bersinggungan harus terdapat lapisan pelumas sehingga mempermudah proses kerja dari transmisi roda gigi tersebut.

Apabila jumlah pelumas tidak mencukupi atau pemakaiannya sudah lama sehingga kehilangan sifat-sifat pelumasnya maka pelumas harus di ganti dengan yang baru. Hal ini untuk mencegah terjadinya gesekan antara permukaan kontak roda gigi yang bekerja sehingga laju keausannya dapat dikurangi dan umur elemen mesin lebih lama yang berdampak terhindarnya hal-hal yang tidak diinginkan sewaktu kendaraan di gunakan.

Pelumas merupakan salah satu faktor yang penting untuk diperhatikan karena dapat melindungi dan menjamin kelangsungan proses kerja setiap komponen permesinan termasuk transmisi roda gigi yang sangat vital.

2.3.1 Fungsi Minyak Pelumas

1. Mengurangi gesekan yang terjadi ketika terjadi kontak permukaan elemen mesin yang bekerja.
2. Membuang panas yang dihasilkan ketika elemen mesin pada saat bekerja.
3. Mencegah terjadinya karat dengan membentuk lapisan pelindung terhadap proses oksidasi.
4. Mengeluarkan kotoran dan serpihan keausan yang timbul sewaktu mesin bekerja.
5. Melindungi permukaan bahan logam dan membentuk lapisan yang tipis.

2.3.2 Hal-hal Terpenting Dalam Memilih Pelumas yang Baik

- a. Viskositas/ tingkat kekentalan harus sesuai dengan jenis operasi mesin yang digunakan.
- b. Mempunyai daya lekat yang baik dengan komponen mesin sehingga dapat mengurangi gesekan yang terjadi.
- c. Memiliki titik nyala yang tinggi dan tidak mudah menguap
- d. Dapat membuang panas yang di hasilkan oleh mesin.

2.4 *Design for Assembly (DFA)*

Menurut Kristyanto dan Dewa SP (1999), efisiensi proses perakitan sebuah produk dalam sebuah perusahaan tergantung pada dua hal yang saling berinteraksi, yaitu antara manusia (operator perakitan) ataupun robot (jika sistem telah terotomasi) dengan produk yang akan dirakit itu sendiri.

Evaluasi terhadap kerja manusia memang tidak dapat diabaikan agar manusia tersebut dapat melakukan pekerjaannya dengan cepat dan teliti. Namun, efisiensi tidak dapat diperoleh secara maksimal apabila proses kerja manusia tidak disertakan dengan rancangan produk secara baik. Perancangan sistem perakitan untuk suatu produk tidak dapat terlepas dari rancangan produk itu sendiri, fungsi atau bagian-bagian produk tersebut mempunyai konsep yang jelas keberadaannya.

Perancangan produk adalah langkah pertama dalam kegiatan manufaktur dan merupakan suatu aktivitas yang secara tradisional dimulai dengan pembuatan sketsa komponen produk dan perakitannya, yang selanjutnya akan dibuat pada papan gambar atau program *CAD* yang merupakan tempat di mana perakitan dan gambar secara mendetail dibuat (Kocabicak 2000). Pada tahap ini seringkali ditemukan masalah manufaktur dan perakitan yang akan menyebabkan adanya permintaan perubahan dan rancangan produk.

Perubahan rancangan ini menyebabkan waktu delay yang cukup besar sehingga produksi dari produk terhambat. Dapat dijelaskan, bahwa semakin terlambat ditemukannya masalah (perancangan ulang), maka akan semakin mahal pula biaya yang diperlukan untuk melakukan perubahan. Oleh karena itu, proses manufaktur dan perakitan perlu diperhitungkan pada tahap perancangan produk. Hal ini dilakukan atas dasar bahwa perubahan rancangan harus dilakukan sedini mungkin. Penggunaan waktu yang lebih banyak pada tahap desain akan menghemat waktu dan juga mengurangi biaya produksi. Penerapan *Design for Assembly* juga akan mempercepat terkirimnya produk ke pasar. Dalam lima belas tahun terakhir, *DFA* telah menjadi konsep yang semakin penting dalam melakukan perancangan produk-produk pasar saat ini.

Ulrich dan Eppinger (1995) menjelaskan bahwa *DFA* yang merupakan bagian dari *Design for Manufacturing (DFM)* adalah suatu proses perancangan produk

yang bertujuan untuk memudahkan proses perakitan. Inti dari *DFA* adalah mengurangi jumlah bagian-bagian produk yang terpisah. *Assembly* menunjuk pada penambahan atau penggabungan bagian-bagian atau komponen-komponen individu untuk membentuk produk yang lengkap. Penerapan *DFA* lebih mengarah pada analisis kemudahan perakitan secara spesifik. Syan dan Swift menuliskan bahwa tujuan *DFA* adalah :

1. Mendapatkan jumlah komponen seminimal mungkin
2. Mengoptimalkan kemampuan perakitan atau assemblability dari setiap komponen
3. Mengoptimalkan kemampuan penanganan atau handlability dari komponen dan perakitan
4. Meningkatkan kualitas, meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya perakitan

2.4.1 Memperkirakan Biaya Perakitan

Pada produk-produk yang dibuat lebih dari satu komponen membutuhkan perakitan. Untuk produk-produk yang dibuat dalam jumlah kurang dari ratusan ribu unit per tahun, perakitan hampir selalu dilakukan secara manual. Satu pengecualian untuk generalisasi ini adalah untuk perakitan papan sirkuit elektronik, yang sekarang hampir selalu dikerjakan secara otomatis, walaupun volumenya relatif rendah. Akan terdapat pengecualian yang lain pada beberapa tahun mendatang, karena kefleksibelan dan ketepatan otomatisasi menjadi lebih umum. Biaya perakitan manual dapat diperkirakan dengan menjumlahkan waktu yang diperkirakan untuk tiap operasi perakitan dan dikalikan dengan jumlah tenaga kerja. Pelaksanaan perakitan membutuhkan sekitar 4 detik hingga 60 detik untuk tiap rakitan, tergantung dari ukuran komponen, kesulitan operasi, dan jumlah produksi.

Suatu metode yang populer untuk memperkirakan waktu perakitan telah dikembangkan lebih dari 20 tahun oleh Boothroyd-Dewhurst, Inc., dan sekarang tersedia dalam suatu *software*. Sistem ini melibatkan suatu sistem informasi dalam bentuk tabel untuk menyimpan data perkiraan waktu perakitan untuk tiap komponen. Sistem tersebut didukung oleh data base penanganan standar serta waktu simpan untuk berbagai situasi. *Software* khusus juga tersedia untuk

memperkirakan biaya perakitan papan sirkuit elektronik. Tenaga kerja perakitan biayanya dapat berkisar kurang dari \$1 per jam pada negara-negara dengan upah rendah hingga \$40 per jam di beberapa negara industri. Di USA, tenaga kerja perakitan dibayar \$10 hingga \$20 per jam. Setiap perusahaan memiliki memiliki struktur upah perakitan yang berbeda, dan beberapa industri, seperti industri perakitan mobil dan pesawat terbang memiliki struktur upah yang lebih tinggi.

2.4.2 Metode Boothroyd-Dewhurst

Metode Boothroyd-Dewhurst adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam menerapkan DFA. Pada saat dilakukan proses perakitan, penanganan dan penggabungan setiap komponen dipertimbangkan secara terpisah. Metode ini menghitung nilai efisiensi perancangan berdasarkan taraf kesulitan dan nilai guna dari setiap gerakan perakitan. Perancangan perakitan berdasarkan Metodologi Boothroyd-Dewhurst dibagi menjadi tiga jenis perakitan yaitu (Boothroyd-Dewhurst 1991) :

1. Perancangan perakitan manual (*Design for Manual Assembly*)

Pada perakitan manual, peralatan yang digunakan biasanya lebih sederhana dan relatif murah dibandingkan dengan metode perakitan *high-speedautomatic* dan perakitan *robotic*. Selain itu, perakitan manual biasanya lebih fleksibel dan lebih adaptif dibandingkan dengan metode perakitan *high-speedautomatic* dan perakitan *robotic* sehingga memungkinkan jika akan dilakukan perancangan dengan variasi yang tinggi, walaupun jumlah volume produksi pada perakitan manual biasanya relatif lebih rendah daripada perakitan *high-speedautomatic* dan perakitan *robotic*.

2. Perancangan perakitan *high speed automatic*

Perakitan ini digunakan untuk merancang desain produk yang dirakit dengan menggunakan mesin dengan berbagai fungsi perakitan secara sekaligus dengan kecepatan tinggi. Perakitan ini biasanya digunakan untuk merakit produk dengan volume produksi yang sangat tinggi dan variasi yang rendah.

3. Perancangan perakitan *robotic*

Perakitan ini biasanya digunakan untuk merakit produk-produk yang memerlukan ketepatan atau akurasi yang tinggi dan sulit jika dilakukan dengan manusia. Pada perakitan *robotic*, variasi dapat dibuat setinggi mungkin, disesuaikan dengan kemampuan robot. Perakitan *robotic* membutuhkan biaya yang tinggi. Oleh sebab itu, perakitan *robotic* biasanya digunakan untuk merakit produk dengan volume produksi yang tinggi.

2.4.3 Prosedur Untuk Analisis Produk Yang Dirakit Secara Manual

Menurut Boothroyd dan Dewhurst (1991), langkah-langkah analisis desain secara manual dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Mendapatkan informasi terbaik tentang produk atau perakitan
2. Menentukan bagian-bagian perakitan (membayangkan bagaimana perakitan tersebut dilakukan) dan mengidentifikasi setiap item dari produk menurut urutan perakitan.
3. Membuat dan mengisi lembar kerja yang merumuskan proses perakitan secara detail dari produk yang dirancang. Tabel lembar kerja perakitan untuk desain awal ini dapat dilihat pada tabel 4.2
4. Merancang ulang produk tersebut, komponen yang memiliki jumlah identifikasi tertinggi dirakit pada *fixture* kerja kemudian dilanjutkan dengan komponen yang tersisa satu per satu. Perancangan ulang dilakukan dengan mengisi lembar kerja untuk produk rancang bangun ulang transmisi roda gigi. Pengisian lembar kerja dilakukan per baris untuk setiap komponen yang terlibat dalam perancangan perakitan ulang pada transmisi roda gigi. Tabel lembar kerja perakitan untuk desain usulan transmisi roda gigi dapat dilihat pada Tabel 4.3. Petunjuk pengisian lembar kerja dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Kolom 1 : Identifikasi nomor komponen
- Kolom 2 : Jumlah operasi yang dilakukan secara berurutan/berulang
- Kolom 3 : Kode proses penanganan dua digit, didapatkan dari tabel "Estimasi Waktu Penanganan secara Manual" yang dapat dilihat pada Lampiran .

- Kolom 4 : Waktu penanganan (satuan detik), juga didapatkan dari tabel "Estimasi Waktu Penanganan secara Manual" yang dapat dilihat pada Lampiran dan dihubungkan dengan kolom 3.
- Kolom 5 : Kode proses penggabungan dua digit, didapatkan dari tabel "Estimasi Waktu Penggabungan secara Manual" yang dapat dilihat pada Lampiran.
- Kolom 6 : Waktu penggabungan (satuan detik), juga didapatkan dari tabel "Estimasi Waktu Penggabungan secara Manual" yang dapat dilihat pada Lampiran dan dihubungkan dengan kolom 5.
- Kolom 7 : Waktu operasi total (satuan detik), dihitung dengan menjumlahkan waktu penanganan (kolom 4) dan waktu penggabungan (kolom 6) dan mengalikan nilai tersebut dengan jumlah operasi pengulangan pada kolom 2.
- Kolom 8 : Biaya operasi total (satuan rupiah) didapatkan dengan mengalikan waktu operasi total (kolom 7) dengan 1.04 dimana nilai 1.04 adalah rata-rata biaya perakitan manual per detik.
- Kolom 9 : Penentuan gambaran produk yang memperbolehkan jumlah komponen minimum secara teoritis dalam perakitan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Perencanaan Pembuatan Transmisi Roda Gigi Pada (VAWT)

Untuk melancarkan perencanaan transmisi roda gigi berikut adalah susunan alur diagram alir ditunjukkan pada gambar 3.1 diagram alir perencanaan berikut :



Gambar 3.1 Diagram alir perencanaan pembuatan transmisi roda gigi pada (VAWT).

3.2 Prosedur Penelitian

1. Mulai (Start)

Pada tahap ini diadakan berbagai persiapan untuk proses pembuatan Transmisi Roda Gigi VAWT. Pada tahap ini pula mempelajari tentang latar belakang dan tujuan analisa dari pembuatan kincir angin.

2. Studi literatur

Studi literatur ini dilakukan sebagai tahap awal dan juga sebagai landasan materi dengan mempelajari beberapa referensi dari jurnal, artikel, buku dan pengamatan secara langsung dilapangan yang ada kaitanya dengan kincir angin.

3. Disain alat transmisi kincir angin

Pada tahap ini dimana berisikan tentang gambar-gambar yang telah dirancang dan perhitungan pada roda gigi sesuai dengan yang dibutuhkan. Dan *software* yang digunakan untuk rancangan adalah *software solidwork 2013*.

4. Pembuatan bahan kincir angin

Pada tahap ini berisikan tentang proses pembuatan dan material yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Pada tahap ini proses perakitan kincir angin mulai dari awal pengerjaan sampai dengan selesai.

5. Evaluasi

Pada tahap ini alat yang sudah jadi dan sudah dirakit dapat diuji apakah alat ini bisa bekerja sesuai dengan fungsinya, dan jika TIDAK maka perlu diulang proses perakitannya, jika YA maka dilanjutkan ketahap selanjutnya.

6. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan profile blade pada kincir angin, sangat berpengaruh terhadap besarnya nilai energi kinetik yang dapat diubah menjadi energi gerak. Semakin besar putaran, semakin besar pula nilai voltase dan arusnya.

7. Selesai (finish)

Pada tahap ini telah dibuat alat yang telah dirancang secara utuh dan telah dianalis.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini bekerja sama dengan salah satu bengkel atau rumah produksi yang bergerak dalam hal rancangan bangun khususnya di bidang manufaktur yang berada di wilayah Gedangan Sidoarjo. Perancangan alat dilakukan di bengkel dan sekitarnya dengan banyak berdiskusi bersama dosen pembimbing, serta pemilik bengkel selaku pembimbing lapangan, dan rekan-rekan sesama mahasiswa. Perakitan transmisi roda gigi dilakukan di bengkel serta alat-alat mekanik di daerah Gedangan Sidoarjo, dan rencana penempatan kincir angin akan diletakkan di daerah Lebo Sidoarjo, untuk keperluan perairan lahan persawahan yang selama ini sering terjadi kekurangan air untuk perairan sawah para petani di daerah Lebo Sidoarjo.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan pertama pelaksanaan ini yaitu pembelian bahan-bahan dan perakitan alat yang bertempat di bengkel bubut daerah Gedangan Sidoarjo. Tahap ini berlangsung cukup lama karena senantiasa berdiskusi dengan dosen, dan teman-teman untuk mendapatkan rancangan alat yang benar-benar sesuai dengan keperluan para petani dan mudah dijangkau untuk masyarakat pada umumnya. Waktu pelaksanaan disesuaikan dengan jadwal kerja agar tidak mengganggu penggunaan alat di bengkel tersebut. Tahap kedua adalah instalasi alat dan dilanjutkan ke tahap ketiga yaitu uji efisiensi alat dan pengukuran daya yang keluar dilakukan di daerah persawahan di daerah Lebo Sidoarjo.

3.5 Diskripsi Penelitian

Penelitian ini merupakan aplikasi dan penerapan ilmu dan teknologi tepat guna, sekaligus merupakan salah satu pemecahan masalah krisis energi, yakni menghasilkan energi kinetik menjadi energi gerak dengan pemanfaatan sumber daya alam (angin) yang melimpah sebagai suatu energi tak terbatas.

Penelitian dengan memanfaatkan kecepatan angin pada daerah persawahan sebagai obyek utama dengan mempertimbangkan kecepatan rata-rata angin yang bergerak dan memiliki energi kinetik yang sangat besar. Konsep multi *blade*, memiliki efisiensi rendah, tetapi dapat menghasilkan momen gaya awal yang cukup

besar untuk berputar, dan sangat cocok untuk kecepatan angin rendah. Konsep ini untuk menggerakkan transmisi dan menjalankan pompa air guna mengalirkan ke daerah persawahan yang membutuhkan pengaliran air. Karena selain termasuk kategori murah dan mampu bekerja meskipun dalam keadaan kecepatan angin rendah sehingga tower tidak terlalu tinggi dan air dapat dipompa secara kontinyu.

3.6 Peralatan dan Bahan Penelitian

3.6.1 Lengan Poros Bahan S45C

Material jenis baja S45C dengan No.1.1730. DIN. C45W3 (*Machinery Steel*), merupakan jenis baja yang sering digunakan pada konstruksi. Dari segi kandungan material S45C merupakan baja dengan kandungan karbon medium yaitu 0,45-0,5%. Kadar karbon baja S45C dapat ditingkatkan dengan dilakukan proses *Carburizing* pada baja tersebut. Sehingga bisa memperbaiki sifat mampu kerasnya agar bisa di *Hardening* kemudian diuji tingkat deformasinya. Pengujian tingkat deformasi dilakukan untuk melihat seberapa besar tingkat deformasi yang terjadi pada baja S45C *Carburized* dan melihat seberapa besar penetrasi kekerasan dan harga kekerasannya setelah proses *Hardening*. Berikut gambar 3.2 adalah contoh jenis bahan S45C yang digunakan sebagai poros transmisi pada kincir angin :



Gambar 3.2 Material bahan S45C

Sumber : Dokumen pribadi

3.6.2 Roda Gigi

Guna mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat maka penerusan daya menggunakan roda gigi. Untuk menaikkan putaran dari poros turbin maka digunakan roda gigi lurus (*Spur Gear*). Roda gigi terbuat dari bahan karbon rendah, secara umum roda gigi merupakan suatu mekanisme yang dipergunakan untuk memindahkan elemen mesin yang satu ke penggerak elemen mesin yang lain. Selain itu roda gigi juga berfungsi mengubah jumlah putaran dan momen putar mesin, daya mesin serta mengatur keduanya untuk kebutuhan kerja mesin penggerak. Berikut adalah gambar 3.3 jenis roda gigi lurus yang digunakan untuk mentransmisikan daya :



Gambar 3.3 Roda gigi lurus (*Spur gear*)

Sumber : Dokumen pribadi

3.6.3 Besi Siku

Dalam dunia industri besi siku merupakan salah satu bahan yang sering digunakan dalam bahan bangunan, selain bentuknya yang sudah terukur bentuknya juga menjadi penyangga yang cukup bisa diandalkan. Besi siku merupakan jenis

logam yang keras dan kuat serta banyak sekali fungsi dan kegunaannya. Siku berarti sudut yang terjadi dari pertemuan dua garis yang tegak lurus satu sama lain. Besi siku berarti logam yang berbentuk dua garis tegak lurus (sudut 90 derajat). Dalam dunia bangunan, besi siku ini pada umumnya diproduksi dengan panjang yang sama, yaitu 6 meter, selain itu bentuknya seperti segitiga siku-siku. Berikut adalah gambar 3.4 bahan besi siku :



Gambar 3.4 Material bahan besi siku

Sumber : Dokumen pribadi

Besi siku berfungsi untuk membuat kerangka tower pada kincir angin *Vertical Axis Win Turbine (VAWT)*. Macam-macam bentuk bangunan yang sering menggunakan besi siku. Karena besi siku memiliki ketahanan yang kuat, serta kokoh dan bentuknya sudah dibuat berdasarkan perhitungan yang teliti dari pihak manufaktur yang memproduksinya.

3.6.4 *Bearing* ASB

Bearing atau bahasa indonesianya disebut bantalan merupakan komponen utama penggerak poros yang berputar. *Bearing* (Bantalan) banyak jenis dan macamnya, mulai dari bantalan bola (*ball bearing*), bantalan jarum (*needle bearing*), bantalan gesek dan lain sebagainya.

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros beban, sehingga putaran atau gerak bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan berumur panjang. (Sularso, 1983). Selain itu bantalan harus cukup kokoh karena untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka putaran yang dihasilkan seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya. Berikut adalah gambar 3.5 contoh bearing ASB :



Gambar 3.5 Bearing ASB

Sumber : Dokumen pribadi

3.6.5 Anemometer

Anemometer adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan untuk mengukur arah, anemometer merupakan salah satu instrumen yang sering digunakan oleh balai cuaca seperti Badan Metereologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Kata anemometer berasal dari Yunani anemos yang berarti angin, Angin merupakan udara yang bergerak ke segala arah, angin bergerak dari suatu tempat menuju ke tempat yang lain.

Cara kerja anemometer ditempatkan di daerah terbuka dan pada saat tertiuap angin, baling-baling yang terdapat pada anemometer akan bergerak sesuai arah mata angin. Semakin besar kecepatan angin meniup baling-baling tersebut, maka semakin cepat pula kecepatan berputarnya pada baling-baling anemometer. Dari

jumlah putaran dalam satu detik maka dapat diketahui kecepatannya, karena di dalam alat anemometer terdapat alat pencacah yang akan menghitung kecepatan angin. Adapun alat yang akan digunakan untuk mengukur dan mengetahui kecepatan angin ketika dilapangan adalah sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3.6 berikut :



Gambar 3.6 Alat ukur anemometer

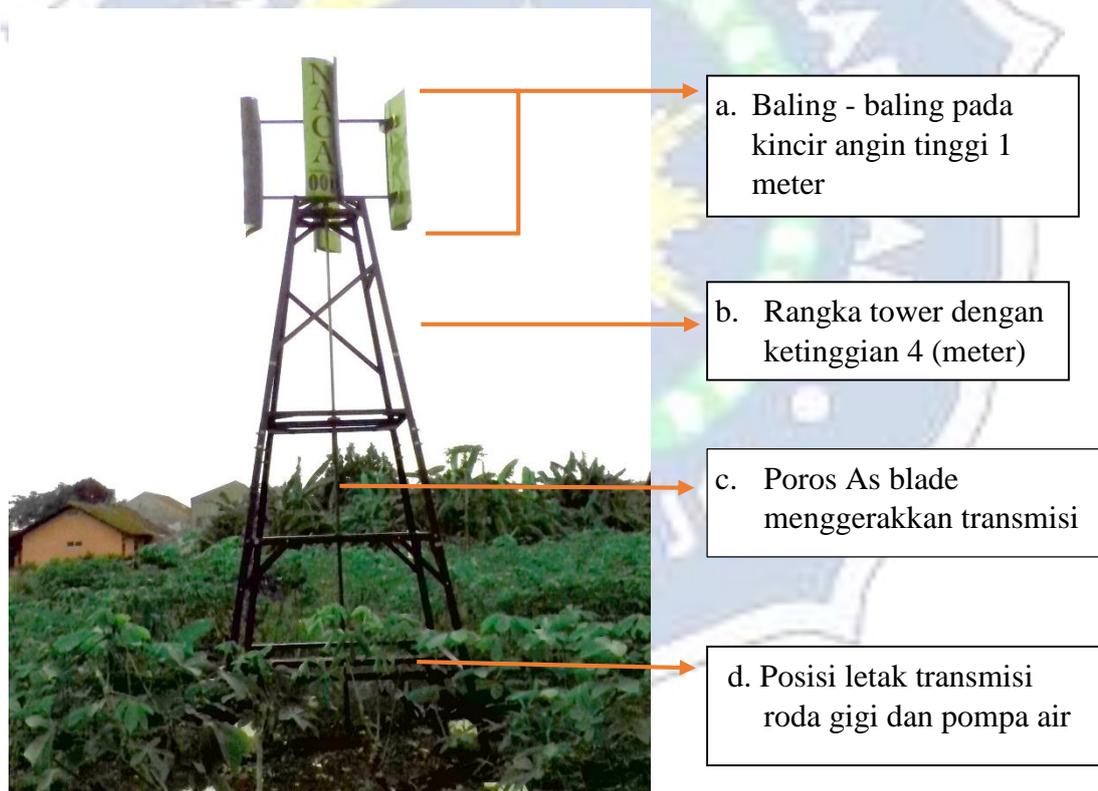
Sumber : Dokumen pribadi

BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Disain Transmisi Kincir Angin

Sebelum pada pemilihan konsep, adapun data yang diperlukan mengenai kincir angin pada tugas akhir ini didapat dengan pengukuran langsung terhadap objek yang dibuat. Proses penelitian dengan melakukan pengujian terhadap kincir angin (VAWT). Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data *output* putaran dari baling-baling ke poros penggerak agar sesuai dengan kebutuhan. Untuk rancangan dan disain alat transmisi roda gigi yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Stuktur rangkaian kincir angin (VAWT)

Rangka transmisi dan menara kincir angin dibuat berbentuk segiempat prisma, material bahan terdiri dari plat besi siku dengan ketinggian 4 meter untuk menara.

4.2 Pemilihan Konsep

Pada perencanaan perancangan Transmisi Roda Gigi Kincir Angin (VAWT) pemilihan konsep merupakan hal yang paling terpenting, karena untuk mengetahui kinerja yang sesuai untuk kebutuhan popa agar tidak terjadi kelebihan daya atau kekurangan daya putaran pada transmisi. Pada **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa Pemilihan Konsep A yang digunakan dalam proses pembuatan rangka dan transmisi roda gigi, hal-hal yang terkait dalam pemilihan konsep adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Pemilihan konsep dan bahan

No	Uraian	Konsep A	Konsep B	Keterangan
1	Rangka	 <p>Besi Siku</p>	 <p>Besi Hollow</p>	Selain mudah didapatkan, besi siku memiliki ketahanan yang kuat, serta kokoh.
2	Poros As	 <p>Besi poros S45C</p>	 <p>Besi poros jenis VCN dan VCL</p>	Bahan posos S 45 C selain Lebih murah dibandingkan VCN atau VCL, S 45 C memiliki kandungan karbon lebih tinggi dari VCN dan VCL, juga keras dan getas.
3	Tumpuan Vertikal	 <p>Pillow Bearing UCF</p>	 <p>Pillow Bearing SPFL</p>	Pada pemilihan konsep <i>bearing</i> , menggunakan jenis UCF karena secara tumpuan dan kekuatan Rpm tinggi UCF lebih kuat dan stabil dari jenis SPFL.

4	Tumpuan Poros Horizontal	 <p>Pillow Bearing UCP</p>	 <p>Pillow Bearing UCPA</p>	<p>Untuk bearing as <i>Horizontal</i>, yaitu menggunakan bearing jenis UCP karena disamping lebih praktis <i>bearing</i> UCP memiliki tumpuan yang lebih panjang dari UCPA.</p>
5	Penguat	 <p>Baut HEX</p>	 <p>Baut <i>SOCET CHEAP</i></p>	<p>Pada proses perancangan menggunakan Baut jenis Hex seperti yang ditunjukkan pada Konsep-A selain mudah didapatkan dipasaran, pemasangan part lebih cepat.</p>
6	Roda Gigi Pemindah Daya	 <p>Roda gigi lurus</p>	 <p>Roda gigi miring</p>	<p>Untuk mentransmisikan daya menggudakan roda gigi lurus, karena selain mudah didapatkan dipasaran, roda gigi ini bersifat sangat baik dalam mentransmisikan putaran tinggi dan beban besar.</p>

7	Roda gigi Pemindah Sudut	 <p data-bbox="539 555 836 589">Roda gigi kerucut lurus</p>	 <p data-bbox="874 555 1155 589">Roda gigi silindris</p>	Roda gigi lurus, adalah yang paling mudah dibuat dan paling sering dipakai. Tetapi roda gigi ini sangat berisik karena perbandingan kontak yang kecil.
---	--------------------------------	--	--	--

Dari kriteria yang telah ditentukan, kedua konsep tersebut akan dibandingkan menurut kemudahan dalam perancangan dan harga material yang digunakan, sehingga pemilihan konsep yang paling tepat dan memenuhi kriteria bisa dilanjutkan ketahap perancangan. Berdasarkan pemilihan konsep pada **Tabel 4.1** maka ditentukan pada proses perencanaan transmisi roda gigi menggunakan Konsep A, selain mudah dalam proses perancangan, secara umum komponen bahan juga sangat mudah didapatkan. Untuk lebih efisiensi dalam proses perakitan.

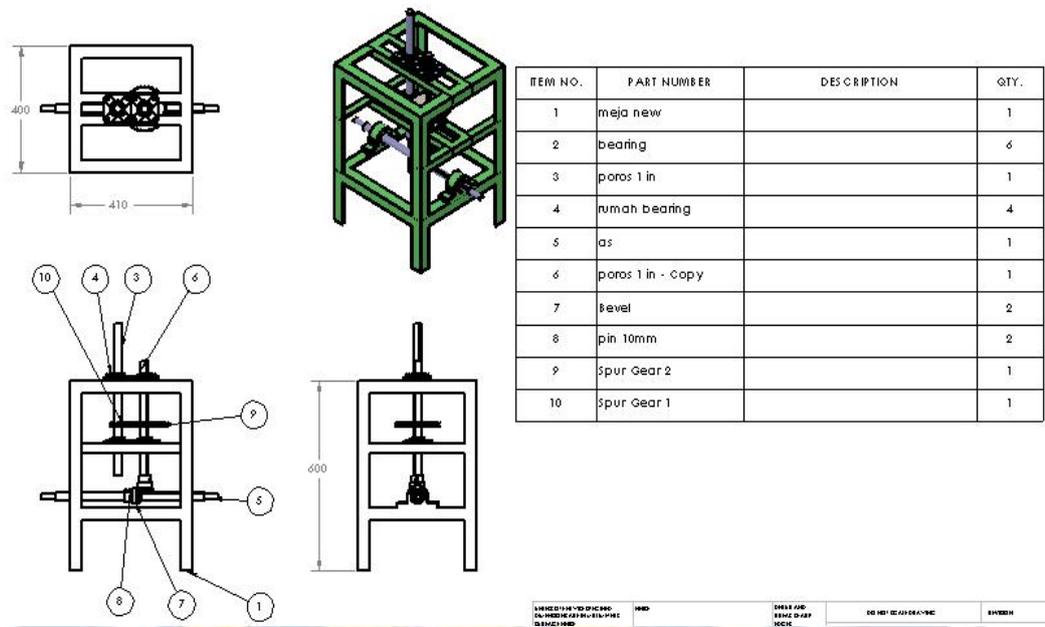
4.3 Analisa DFA

Pada proses analisa *Design For Assembly* (DFA) merupakan peranan yang sangat penting pada waktu proses *manufakture* suatu produk, karena merupakan suatu proses penggabungan komponen-komponen pada transmisi roda gigi menjadi satu, sehingga menjadi sebuah alat yang siap digunakan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Apabila jika kita tidak merancang dengan baik dan benar maka dalam proses perakitan akan mengalami kesulitan. Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan pengecekan komponen apa saja yang akan dibutuhkan, serta komponen yang akan hendak dirakit dan menyiapkan alat bantu untuk proses perakitan transmisi.

4.3.1 Analisa Komponen Rancang Bangun Transmisi Roda Gigi

Analisa pembawaan (*handling*) serta penyisipan (*insertion*) akan dilakukan pada beberapa komponen sub-perakitan Transmisi Roda Gigi Kincir Angin. Dibawah ini merupakan bagian-bagian komponen Transmisi Roda Gigi Kincir

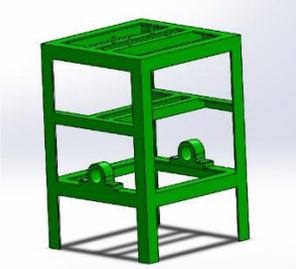
Angin (VAWT) menggunakan gambar bantuan *software* serta dengan proses analisa *Design For Assembly (DFA)*, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.2 export bagian transmisi roda gigi berikut :

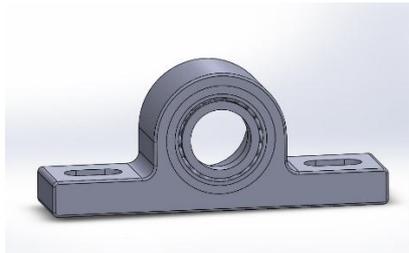
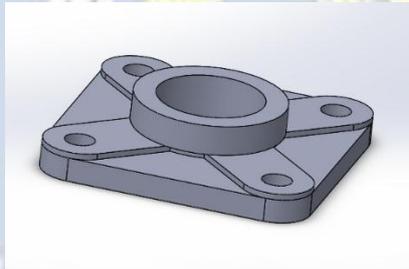


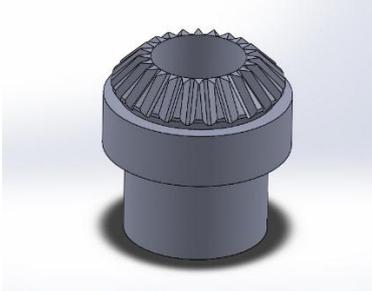
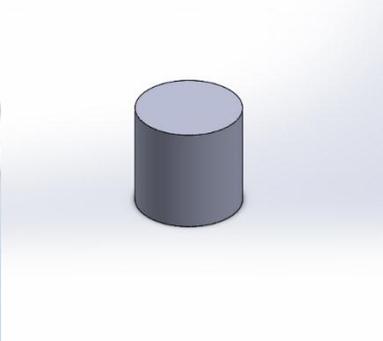
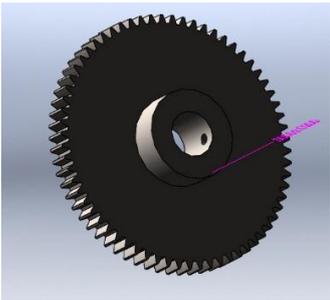
Gambar 4.2 Export bagian transmisi roda gigi

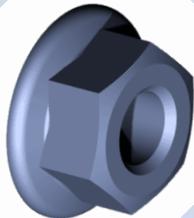
4.3.2 Analisa Handling Menggunakan *Design For Assembly (DFA)*

Tabel 4.2 Analisa *handling transmisi roda gigi*

No	Komponen	Handling
1	Rangka / Meja 	<ul style="list-style-type: none"> Perakitan meja siku banyak melibatkan komponen lainnya sebagai alat pengunci yaitu baut dan mur, sehingga proses waktu penanganan pengerjaan ini memerlukan waktu yang lama. Profil siku Memiliki $\alpha + \beta = 720$, <i>thickness</i> > 2mm, size > 15 mm, mudah di <i>handling</i>

		<p>menggunakan satu tangan satu tangan tanpa alat bantu. Sehingga memiliki kode handling 30,dengan waktu 4,45.</p>
2	<p>Bearing UCP</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan <i>fastener</i> dalam perakitan yaitu baut dan mur • Memiliki $\alpha + \beta = 360$, <i>thickness</i> > 2mm, size > 15 mm, mudah di <i>handling</i> menggunakan satu tangan satu tangan tanpa alat bantu. Sehingga memiliki kode handling 11,dengan waktu 2,93 s
3	<p>Bearing UCF</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan <i>fastener</i> dalam perakitan yaitu baut dan mur • Memiliki $\alpha + \beta = 360$, <i>thickness</i> > 2mm, size > 15 mm, mudah di <i>handling</i> menggunakan satu tangan satu tangan tanpa alat bantu. Sehingga memiliki kode handling 11,dengan waktu 2,93 s
4	<p>Poros Penggerak Utama</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • part mudah mencapai lokasi saat perakitan • tidak ada pengganggu saat memasukkan • saat memasukkan tidak titahan untuk mempertahankan orientasi • memiliki kode handling 00,dengan waktu 6,3 s

5	<p>Bevel Gear</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • mudah untuk disesuaikan selama perakitan • tidak ada pengganggu saat memasukkan • tidak ada tahanan dan hambatan saat memasukkan <p>memiliki kode handling 00,dengan waktu 4 s.</p>
6	<p>Pin 10 mm</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • part mudah mencapai lokasi saat perakitan • tidak ada pengganggu saat memasukkan • saat memasukkan tidak tahanan untuk mempertahankan orientasi • memiliki kode handling 00,dengan waktu 4,1 s
7	<p>Spur Gear 1</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • mudah untuk disesuaikan selama perakitan • tidak ada pengganggu saat memasukkan • tidak ada tahanan dan hambatan saat memasukkan memiliki kode handling 00,dengan waktu 4 s.
8	<p>Spur Gear 2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • mudah untuk disesuaikan selama perakitan • tidak ada pengganggu saat memasukkan • tidak ada tahanan dan hambatan saat memasukkan memiliki kode handling 00,dengan waktu 4 s.

9	Baut 	<ul style="list-style-type: none"> • komponen mudah mencapai posisi yang diinginkan • mudah disesuaikan dan memposisikan selama perakitan • tidak ada tahanan untuk penempatan memiliki kode handling 00,dengan waktu 3 s.
10	Mur 	<ul style="list-style-type: none"> • komponen tidak mudah mencapai posisi yang diinginkan • komponen tidak mudah untuk memposisikan selama perakitan memiliki kode handling 39,dengan waktu 7,43 s.

4.4 Hasil Perhitungan DFA Pada Transmisi Roda Gigi

Hasil analisa dan perhitungan pada tiap komponen pada transmisi roda gigi dimasukkan pada tabel berikut:

Untuk menentukan *operation cost* pekerja didapat dari UMR kota sidoarjo.

$$\text{UMR Sidoarjo} = \text{Rp.3.200.000,-}$$

$$\text{Biaya / hari} = \frac{3.200.000}{22 \text{ hari}}$$

$$= \text{Rp.145.454}$$

$$\text{Biaya / jam} = \frac{145.454}{8 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp.18.181}$$

$$\text{Biaya / detik} = \frac{18,181}{3600}$$

$$= \text{Rp.5.05}$$

Tabel 4.3 *Design for assembly transmisi roda gigi*

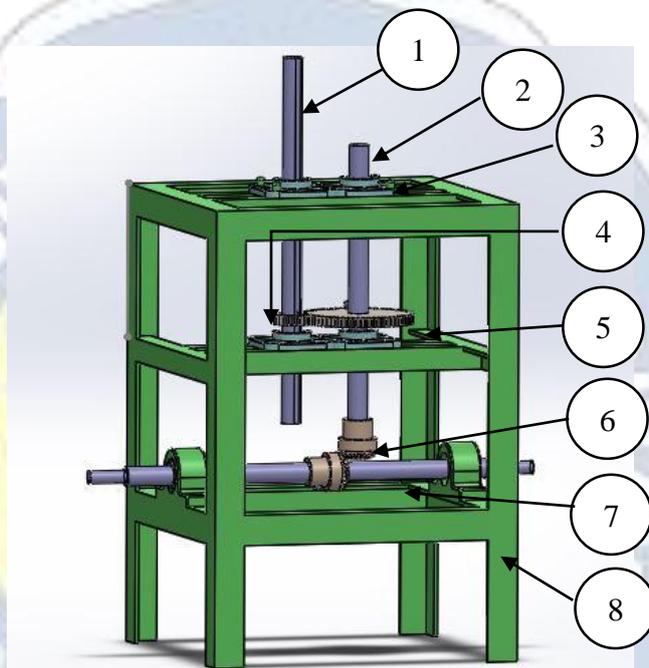
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Part ID no	Name of assembly	Number Of Time The Operation Is Carried	Manual Handling code	Manual Handling Time Per Part	Manual Insertion Code	Manual Insertion Time Per Part	Operation time,second = (5) +(7))	Operation cost (Rp) x (8)	Figures For Estimation Of Theoretical Minimum Part
1	Rangka mesin	1	3,0	1,95	0,8	2,5	4,45	20,8	1
2	Pillow UCP	1	1,1	1,43	0,5	1,5	2,93	12,48	1
3	Pillow UCF	1	1,1	1,43	0,5	1,5	2,93	12,48	1
4	Poros penggerak utama	1	1,1	1,8	2,8	4,5	6,3	37,44	1
5	Bevel gear	1	1,0	1,5	1,5	2,5	4	20,8	1
6	Pin 10 mm	1	3,0	1,3	0,5	2,8	4,1	23,29	1
7	Spur gear 1	1	1,0	1,5	1,5	2,5	4	20,8	1
8	Spur gear 2	1	1,0	1,5	1,5	2,5	4	20,8	1
9	Baut	1	1,0	1,5	0,5	1,5	3	12,48	1
10	Mur	1	0,1	1,43	3,9	6,0	7,43	49,92	1
Total		10					43,1	231,29	10
							TM	CM	NM

$$\begin{aligned}
 \text{Desain efisiensi} &= 3 \times (\text{NM}/\text{TM}) \\
 &= 3 \times (10/43,1) \\
 &= 3 \times 0,2 \\
 &= 0,6
 \end{aligned}$$

Dari hasil analisa DFA mendapatkan waktu perakitan transmisi roda gigi yaitu sebesar 43,1 menit dengan efisiensi waktu perakitan adalah 0,6 atau (90 %).

4.5 Perancangan Komponen

Proses perancangan komponen dengan tepat dan benar sehingga menjadi sebuah alat yang sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Selain itu pemilihan bahan dan komponen material yang sudah di siapkan merupakan lankah terpenting dalam pembuatan rangka transmisi kincir angin. Untuk lebih detail dan langkah pembuatan serta komponen yang akan dihitung ditunjukkan pada **Gambar 4.3** sebagai berikut :



Gambar 4.3 Komponen transmisi roda gigi

Keterangan *Part* meliputi :

1. Poros Penggerak Utama
2. Poros Penggerak Transmisi
3. *Bearing*
4. Roda Gigi 1
5. Roda Gigi 2
6. Bevel Gear
7. Poros Penggerak Pompa
8. Rangka

Dari data diatas akan dilakukan perhitungan terhadap parameter penting dalam menentukan kinerja dari kincir angin dan dalam contoh perhitungan berikut adalah mencari besarnya torsi (T) yang dihasilkan oleh kincir angin.

4.5.1 Perhitungan Daya Turbin

Diketahui :

Diameter turbin	=	1.20	m
Panjang sudu	=	1	m
Tinggi Turbin	=	5	m
Kecepatan angin	=	3.0	m/s (asumsi)
Kerapatan angina	=	1.2	kg/m

Rumus :

$$P = C_p \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (\text{Eric Hau, Wind Turbines Fundamental 2005 : 98})$$

Dimana :

P	= daya	watt
ρ	= kerapatan udara	kg/m ³
A	= luas sapuan	m ²
V ³	= kecepatan angin	m/s
C _p	= koefisien daya	0.5926 (betz limit)
P	=	$0.59 \cdot 0.50 \cdot 1.2 \cdot 3 \cdot 3^3$
P	=	28.647 watt

4.5.2 Tip Speed Ratio (TRS)

Rumus :

$$\lambda = \frac{\pi D n}{60 v}$$

Dimana :

λ	=	TSR
π	=	Phi
D	=	Diameter turbin 1.20 m

n = Putaran rotor 200 rpm (asumsi)

v = kecepatan angin 3.0 m/s

$$\lambda = \frac{(3.14) (1.20) (200)}{(60) (3.0)}$$

$$\lambda = 4.1$$

4.5.3 Perancangan Poros

Perancangan poros pada transmisi roda gigi meneruskan daya dari motor listrik sebesar 0,5 Hp dan mendapatkan beban dari vanbelt.

Diketahui daya yang ditransmisikan:

$$P = 0,5 \text{ Hp} = 0,4 \text{ KW}$$

$$n = 1400 \text{ rpm}$$

$$f_c = 1,5$$

a. Untuk menentukan daya rencana P_d (kw) sebagai patokan adalah

$$P_d = F_c \cdot P \text{ (kw)} \quad (\text{Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2008:7})$$

keterangan :

P_d = daya yang direncanakan (kw)

F_c = faktor koreksi

P = daya yang ditransmisikan (kw)

$$P_d = F_c \times P$$

$$= 1,5 \times 0,4$$

$$= 0,6 \text{ kw}$$

b. Untuk menghitung torsi pada poros penerus yang terjadi karena putaran motor :

$$P_d \text{ (daya rencana motor)} = 0,4 \text{ Kw}$$

$$n \text{ (putaran poros)} = 1400 \text{ rpm}$$

rumus =

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (\text{Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2008:7})$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{0,6}{1400}$$

$$= 417,4 \text{ kg. m/s}^2$$

c. Menghitung tegangan geser yang diijinkan (T_α)

Bahan poros yang digunakan untuk perencanaan transmisi roda gigi yaitu menggunakan besi baja S45C dengan kekuatan tarik 58 kg/mm^2 (JIS G4501) kg.m/s^2 dengan $sf_1 = 6,0$ dan $sf_2 = 3,0$

Keterangan:

T_α = Tegangan geser yang diijinkan (kg.m/s^2)

σ_B = Kekuatan tarik (kg.m/s^2)

sf_1 dan sf_2 = Faktor keamanan

Rumus :

$$t_\alpha = \frac{\sigma_B}{sf_1 \times sf_2} \quad (\text{Sularso dan kiyokatsu suga,2008:8})$$

$$t_\alpha = \frac{37}{6 \times 3}$$

$$\text{jadi } t_\alpha = 2,05 \text{ kg.m/s}^2$$

d. Faktor koreksi untuk Momen puntir $K_t = 1,5$ dan faktor lenturan $C_b = 2$

e. Menghitung diameter poros

Rumus :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{t_\alpha} K_t C_b T \right]^{1/3}$$

Keterangan :

d_s = Diameter poros (mm)

t_α = Tegangan geser (kg.m/s^2)

K_t = Faktor koreksi momen puntir

C_b = Faktor lenturan

T = Momen puntir (kg.m/s^2)

$$d_s = \left[\frac{5,1}{t_\alpha} \sqrt{K_t \cdot C_b \cdot T} \right]^{1/3}$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{2,05} \sqrt{1,5 \cdot 2 \cdot 417,4} \right]^{1/3}$$

$$d_s = [25,4 \cdot \sqrt{125220}]^{1/3}$$

$$d_s = 8775,84^{1/3}$$

$$d_s = 25,4 \text{ mm}$$

4.5.4 Bearing (Bantalan)

Bearing atau biasa disebut bantalan yang akan digunakan adalah tipe 6204 dengan spesifikasi :

Jenis bantalan	= bantalan gelinding
Nomor bantalan	= 6204
(D) diameter luar	= 52 mm
(d) diameter dalam	= 25,4 mm
(b) lebar bantalan	= 14 mm
(r) jari bantalan	= 1,5 mm
(c) kapasitas nominal dinamis spesifik	= 1000 kg
(c _o) kapasitas nominal statis	= 635 kg

Bantalan pada mesin transmisi roda gigi diberikan putaran 1400 rpm jadi semakin besar putarannya semakin kecil umur bantalan.

1. Perhitungan Beban Ekuivalen (P_r)

$$P_r = XVF_r + YF_a$$

Dimana :

P = gaya ekuivalen (Kg)

Fr = gaya radial (kg)

Fa = gaya aksial (kg)

V = factor rotasi bantalan

= 1,0 jika bantalan *ring* dalam yang berputar

= 1,2 jika bantalan *ring* luar yang berputar

X = factor beban radial

Y = factor beban aksial

Nilai x = 1 dan y = 0 jadi untuk beban radial, persamannya menjadi $P = V \cdot F_r$

Menentukan beban radial pada poros :

Diketahui:

$$T = 417,4 \text{ Nm}$$

$$R = 12,35 \text{ mm} = 0,01235 \text{ m}$$

$$T = F_r \times R \quad (\text{Khurmi dan Ghupta, 2005})$$

keterangan :

T = Torsi (Nm)

F_r = gaya (N)

R = Jari-jari poros (m)

$$T = F \times R$$

$$417,4 = F \times 12,35$$

$$F_r = \frac{417,4 \text{ Nm}}{12,35 \text{ m}}$$

$$F_r = 33,7 \text{ kg} = 337 \text{ N}$$

Jadi menentukan beban ekuivalen dinamis $P_r = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a$

Karena gaya aksial $F_a = 0$, maka;

$$P_r = X \cdot V \cdot F_r$$

$$= 1 \cdot 1 \cdot 337$$

$$= 337 \text{ N}$$

1. Menentukan beban rata-rata

$$P_m = \sqrt[3]{P_r} \cdot \alpha$$

Dimana $P = 3$ karena bantalan bola dan $\alpha = 1$ karena tidak ada beban axial

$$= \sqrt[3]{337 \cdot 3} \cdot 1$$

$$= 337 \text{ N}$$

2. Menentukan faktor kecepatan (f_n)

$$f_n = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{33,3}{60} \right]^{1/3}$$

$$= 0,83$$

3. Menentukan factor umur (f_h)

$$f_h = f_n \frac{C}{P}$$

$$= 0,83 \cdot \frac{1000}{337}$$

$$= 2,46$$

i. Menentukan umur bantalan (L_h)

$$L_h = 500 \cdot f_h^3$$

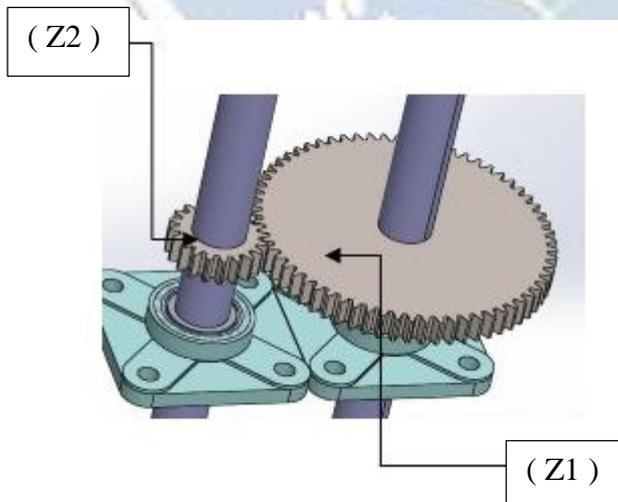
$$= 500 \cdot 2,46^3$$

$$= 7400 \text{ Jam}$$

4.5.5 Perhitungan Perbandingan Dua Roda Gigi

Perbandingan dua roda gigi pada transmisi roda gigi penggerak pompa air.

Diketahui :



$$\text{GR (Gigi Ratio)} = \frac{\text{Gigi yang diputar (A)}}{\text{Gigi yang memutar (B)}} = \frac{20}{66}$$

Diketahui :

Torsi Turbine (N1) = 15 RPM

Jumlah Gigi (Z1) = 20

Jumlah Gigi (Z2) = 66

Out Pompa (N2) = 80 RPM

$$\text{GR} = \frac{N2}{N1} = \frac{80}{15} = 5.3$$

$$\text{GR} = 5$$

$$\text{GR} = \frac{Z2}{Z1} = \frac{N2}{N1} = \frac{D2}{D1}$$

$$5 = \frac{Z2}{20}$$

$$\begin{aligned} Z2 &= 5 \times 20 \\ &= 100 \text{ RPM} \end{aligned}$$

4.5.6 Perancangan Rangka

Perancangan rangka pada alat transmisi roda gigi ini menggunakan material jenis besi siku ukuran 50 x 50 mm. Dalam perencanaan rangka ini diharapkan rangka mampu menahan beban yang berada di atasnya, yang terdiri dari berbagai komponen – komponen. Komponen tersebut dengan asumsi berat yang harus di tumpu oleh rangka sebagai berikut :

1. Berat komponen poros as blade dengan asumsi berat 90 kg = 882 N
2. Berat roda gigi, *spur gear, bevel gear* serta bantalan dengan berat total 6 kg = 58,8 N, dan beberapa part kecil lain tidak termasuk dalam hitungan.

$$F = 78,8 \text{ N}$$

$$F = 882 \text{ N}$$



Gaya pada titik A = 78,8 N

Gaya pada titik B = 882 N

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

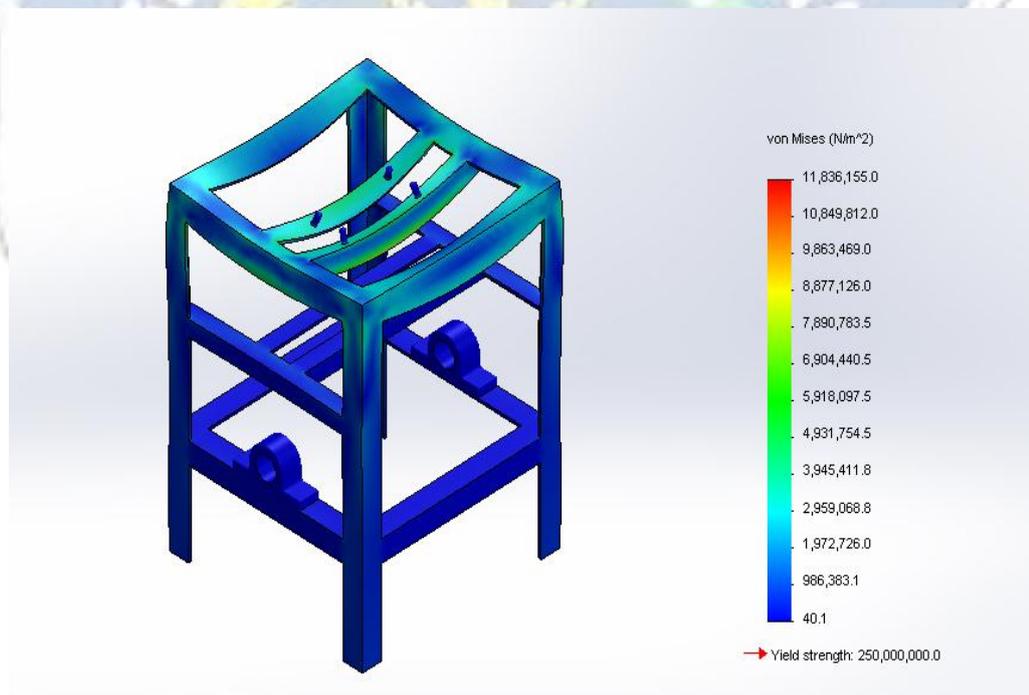
$$\text{Beban A} - F_1 - F_2 + \text{Beban B} = 0$$

$$\text{Beban A} - 78,8 - 882 + \text{Beban B} = 0$$

$$\text{Beban A} + \text{Beban B} = 960,8 \text{ N}$$

4.5.7 Analisa Kekuatan Rangka Dengan Menggunakan *Software*

Pada tahap analisa kekuatan rangka transmisi roda gigi, *software solidwork* memiliki peran penting dalam hal pengujian kekuatan bahan pada rangka transmisi roda gigi. Adapun hasil tegangan yang terjadi pada rangka dari analisa dari *software solidwork* ditunjukkan pada gambar 4.4 sebagai berikut :



Gambar 4.4 Simulasi *Frame Machine*

Pada konstruksi rangka seperti diatas, bagian yang melengkung dari rangka meja ini adalah yang berwarna merah sebesar 11,81 mm pada batang penopang,

dan pada bagian yang lurus adalah bagian yang berwarna biru adalah sebesar 1,9 mm pada batang kaki meja. Lengkungan pada benda ini apabila diberikan beban sebesar 1000 kgf atau 9800 Newton. Jadi beban *actual* lebih kecil dibandingkan beban pada saat simulasi dengan aplikasi *solidwork*, yaitu $960,8 \text{ N} < 9800 \text{ N}$. Dengan hasil analisa kekuatan rangka dengan *software solidwork* dinyatakan aman untuk membawa beban sebesar 960,8 N.

4.6 Proses Pembuatan



Gambar 4.5 Proses pembuatan rangka transmisi roda gigi

Proses perakitan merupakan suatu proses penggabungan komponen-komponen pada transmisi roda gigi menjadi satu, sehingga menjadi sebuah alat yang siap digunakan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan pengecekan komponen apa saja yang akan dibutuhkan, serta komponen yang akan hendak dirakit dan menyiapkan alat bantu untuk proses perakitan transmisi.

4.6.1 Alat Bantu Yang Digunakan

Peralatan yang harus dipersiapkan dalam merakit komponen Transmisi Kincir Angin (*VAWT*) adalah sebagai berikut :

1. Kunci ring 12.

2. Kunci pas 12.
3. Kunci inggris.
4. Kunci L (*Bearing*).
5. Bor listrik.
6. Mesin las.
7. Gerinda potong.
8. Penggaris siku.
9. Waterpass.
10. Palu.
11. Perlengkapan cat.

4.6.2 Langkah Perakitan

Langkah perakitan yang tepat dan benar akan mempermudah dan mempercepat proses perakitan serta menjamin keberhasilan yang sesuai diinginkan, Langkah perakitan pada Transmisi Kincir Angin (*VAWT*) adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan peralatan serta bahan yang akan dirakit.
2. Mengukur dan memotong besi siku sesuai ukuran.
3. Mengecat kerangka transmisi.
4. Memasang dudukan *bearing* serta membuat lubang untuk baut M-12.
5. Memasang lengan poros transmisi.
6. Memasang roda gigi.
7. Memasang mesin dinamo motor.

Komponen - komponen alat meliputi poros as, bantalan, roda gigi lurus, roda gigi payung, baut, dan untuk alat uji putaran menggunakan mesin singer dinamo motor berkapasitas 1400 Rpm, guna untuk mengetahui kekuatan roda gigi dan efisiensi kinerja pompa pada saat putaran tinggi.

Adapun peralatan dan alat bantu yang digunakan adalah seperti pada gambar 4.6 berikut ini :



Gambar 4.6 Komponen dan alat bantu.

4.7 Pengujian

4.7.1 Uji Fungsi

Pengujian pada transmisi roda gigi penggerak kincir angin, untuk menggerakkan pompa dengan mentransmisikan daya dari *blade* sebagai media penggerak pompa air. Untuk mengetahui hasil pengujian yang maksimal pada proses *trial* transmisi dan kinerja pompa, yaitu menggunakan media alat bantu motor dinamo berkapasitas 1400 Rpm. Selain mudah untuk mengetahui hasil kinerja juga sangat membantu untuk mengetahui kekuatan beban transmisi dan pompa, karna jika hanya mengandalkan sumber daya angin dari putaran blade untuk mengetahui hasil yang stabil sangatlah sulit.

Check lish komponen Transmisi Roda Gigi Kincir Angin Penggerak Pompa :

Tanggal pengujian : 11 Februari 2018

Waktu : Pukul 14.00 WIB sampai selesai

Tempat pengujian : Dusun Kisik Rt. 03 Rw 11 Desa Gempol

Tabel 4.4 *Check list* komponen transmisi roda gigi.

No	Nama Part	Operasional	
		Fungsi	Tidak
1	Rangka Mesin	√	
2	Bearing	√	
3	Poros Penggerak	√	
4	Bevel Gear	√	
5	Spur Gear	√	
6	Penguat	√	
7	V-Belt	√	
8	Motor	√	

Keterangan :

√ : Komponen berfungsi dengan baik

X : Komponen tidak berfungsi

Berdasarkan hasil *check list* komponen diatas, menunjukkan bahwa seluruh part komponen dapat berfungsi dengan baik.

4.7.2 Uji Performen

Adapun data yang diperlukan mengenai Transmisi Kincir Angin (VAWT), untuk menggerakkan pompa air dengan bantuan motor sebagai media penggerak transmisi roda gigi bertujuan untuk mengetahui performen dari masing-masing part yang telah di rakit, dan mencapai *Output* RPM yang sesuai dengan kebutuhan pompa air.

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data putaran (N_2), dari daya *Turbine* (N_1) dan perhitungan kecepatan putaran (GR). Dari penelitian yang dilakukan yakni pengujian terhadap transmisi roda gigi dengan memvariasikan beberapa pengujian dengan kecepatan input yang sesuai dengan data perhitungan mulai dari yang terendah hingga tertinggi, maka di tunjukan seperti pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Data pengujian dengan hasil perhitungan

Pengujian	Input RPM (x)	Output RPM (y)
1	10	100
2	15	150
3	30	300
4	60	600

Dari hasil Tabel 4.5 menunjukkan bahwa daya sangat tergantung pada besarnya torsi dan kecepatan RPM. Besaran torsi berbanding terbalik dengan putaran motor, hubungan antara *Input* RPM dan *Output* RPM untuk semua putaran berdasarkan perhitungan pada masing-masing tabel RPM, sebagaimana terlihat pada gambar 4.7 grafik pengujian berdasarkan perhitungan berikut :



Gambar 4.7 Grafik pengujian berdasarkan hasil perhitungan

Pada grafik 4.7 terlihat bahwa daya terbesar untuk *input* RPM berdasarkan hasil perhitungan adalah 60 RPM yaitu dengan hasil *output* sebesar 600 RPM dan daya terendah pada putaran 10 RPM yakni dengan hasil sebesar 100 RPM.

Tabel 4.6 Data pengujian dengan hasil aktual

Pengujian	Input RPM (x)	Output RPM (y)
1	12	120
2	18	180
3	35	350
4	72	720

Dari hasil Tabel 4.6 menunjukkan bahwa daya sangat tergantung pada besarnya torsi dan kecepatan RPM. Besaran torsi berbanding terbalik dengan putaran motor. Hubungan antara *Input* RPM dan *Output* RPM untuk semua putaran berdasarkan hasil aktual pada masing-masing RPM, perolehan data ini berdasarkan teori yang dilakukan dilapangan, dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pada proses pengujian secara aktual mendapatkan data input lebih tinggi dari hasil perhitungan, oleh sebab itu pada tahap pengujian secara aktual ini masih belum menggunakan beban (air). Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.8 grafik hasil pengujian aktual berikut :



Gambar 4.8 Grafik pengujian berdasarkan hasil aktual

Pada grafik 4.8 terlihat bahwa daya terbesar untuk *input* RPM berdasarkan hasil aktual adalah 72 RPM yaitu dengan hasil *output* sebesar 720 RPM dan daya terendah pada putaran 12 RPM yakni dengan hasil sebesar 120 RPM.

Tabel 4.7 Data hasil pengujian dengan beban (air)

Pengujian	Input RPM (x)	Output RPM (y)
1	8	80
2	12	120
3	25	250
4	45	450

Dari hasil Tabel 4.7 menunjukkan bahwa daya sangat tergantung pada besarnya torsi dan kecepatan RPM. Besaran torsi berbanding terbalik dengan putaran motor, dimana debit air sangat berpengaruh terhadap torsi dan putaran, semakin besar debit yang diberikan akan menaikkan daya suatu motor. Hubungan antara *Input* RPM dan *Output* RPM untuk semua putaran berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan beban (air) pada masing-masing RPM, sebagaimana terlihat pada gambar 4.9 grafik hasil pengujian dengan beban (air) berikut :



Gambar 4.9 Grafik pengujian dengan menggunakan beban (Air)

Pada grafik 4.9 terlihat bahwa daya terbesar untuk *input* RPM berdasarkan hasil dengan beban adalah 45 RPM yaitu dengan hasil *output* sebesar 450 RPM dan daya terendah pada putaran 8 RPM yakni dengan hasil sebesar 80 RPM.

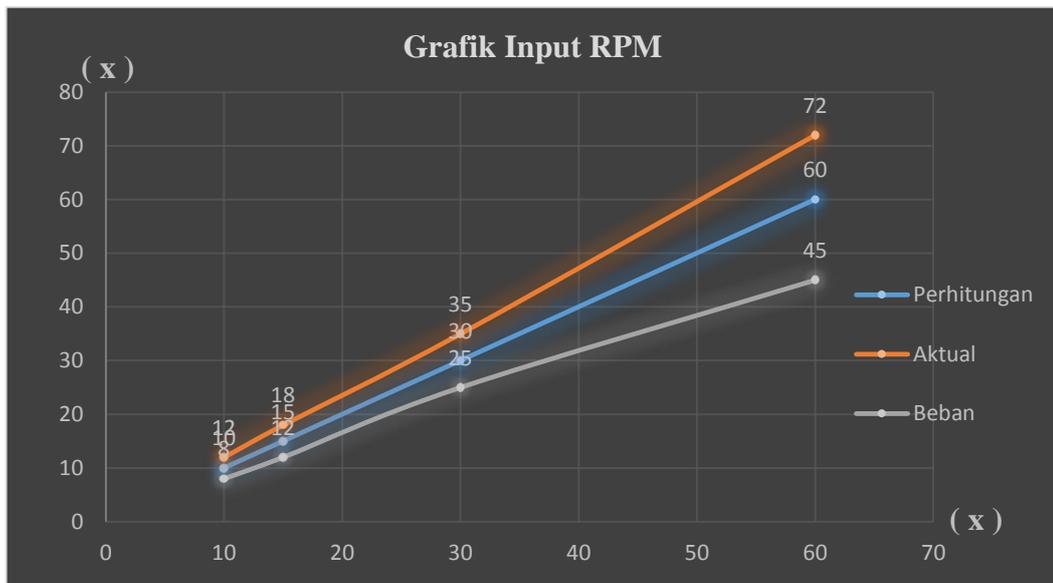
Daya dipengaruhi oleh gaya (F) dan putaran ($N1$), sehingga pada putaran dengan nilai besar yang menghasilkan gaya besar menghasilkan daya *output* RPM yang besar pula, sebaliknya daya yang kecil disebabkan adanya putaran dan gaya yang dihasilkan sangat kecil. Putaran pada *input* RPM sangat tergantung dari torsi *turbine* ($N1$) yang menerpa pada *blade* kincir angin. Massa aliran kecepatan angin dipengaruhi oleh luasan sudu pada *blade*. Luasan *blade* tergantung jumlah *blade* yang berada pada aliran fluida, namun dengan jumlah sudu *blade* yang banyak akan mempengaruhi hasil massa kecepatan angin yang menumbuk pada sudu *turbine*, karena sebagian sudu dihalangi oleh sudu yang lain.

4.8 Evaluasi

Tabel 4.8 Hasil data *input* RPM pada transmisi roda gigi

Pengujian	Perhitungan	Aktual	Beban (Air)
1	10	12	8
2	15	18	12
3	30	35	25
4	60	72	45

Dari hasil Tabel 4.8 maka diketahui bahwa daya dan efisiensi minimum *input* RPM berada pada putaran 8 RPM dengan hasil *output* sebesar 80 RPM. Hubungan antara *input* RPM ditunjukkan pada gambar 4.10 grafik pengujian hasil *input* RPM berikut :



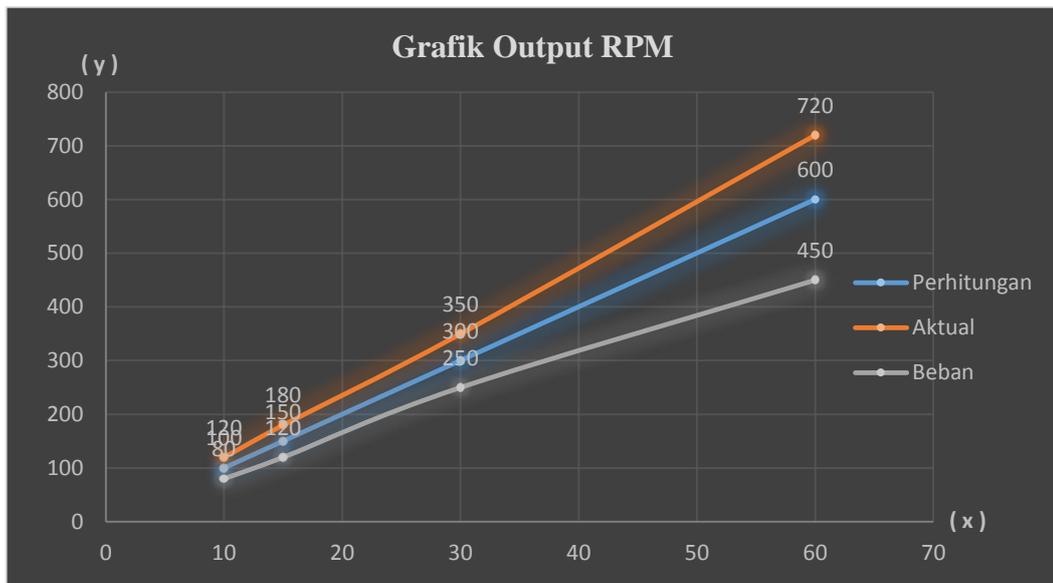
Gambar 4.10 Grafik pengujian berdasarkan hasil *input* RPM

Pada gambar 4.10 efisiensi *input* RPM terendah adalah 8 RPM yaitu dengan hasil *output* RPM sebesar 80 RPM. Dengan demikian pada pembahasan kali ini dijelaskan bahwa dengan *input* RPM yang paling terendah bisa menghasilkan daya *output* RPM yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan kinerja pompa.

Tabel 4.9 Hasil data *output* RPM pada transmisi roda gigi

Pengujian	Perhitungan	Aktual	Beban (Air)
1	100	120	80
2	150	180	120
3	300	350	250
4	600	720	450

Dari hasil Tabel 4.9 maka diketahui bahwa daya dan efisiensi maksimum *input* RPM berada pada putaran 72 RPM dengan hasil *output* sebesar 720 RPM. Hubungan antara *output* RPM ditunjukkan pada gambar 4.15 grafik pengujian hasil *output* RPM berikut :



Gambar 4.11 Grafik pengujian berdasarkan hasil *output* RPM

Pada gambar 4.11 efisiensi *input* RPM tertinggi adalah 72 RPM yaitu dengan hasil *output* RPM sebesar 720 RPM. Dari hasil diatas menunjukkan bahwa jika mencapai kecepatan *input* RPM maksimum maka hasil *output* RPM akan mendapatkan daya yang lebih besar. Suatu sistim intalasi *turbine* kinerjanya tergantung dari gaya dan efisiensi, dan hubungan antara transmisi roda gigi untuk mencapai hasil RPM yang sesuai dengan kebutuhan pompa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, hasil perhitungan dan hasil pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Daya *input* RPM sangat mempengaruhi kinerja pada transmisi roda gigi untuk menghasilkan *output* RPM yang sesuai dengan kebutuhan pompa, oleh sebab itu peran terpenting transmisi adalah sebagai media penggerak dengan daya RPM serendah mungkin untuk daya semaksimal mungkin untuk kebutuhan selanjutnya.
2. Proses perencanaan transmisi roda gigi (VAWT) sesuai kebutuhan dengan susunan pembuatan baik dan benar maka akan menghasilkan daya yang sesuai dengan kebutuhan pompa. Karna untuk kecepatan rata-rata angin di daerah lahan persawahan sidoarjo sangat minim.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh maka ada beberapa hal yang dapat direkomendasikan sebagai saran antara lain :

1. Transmisi roda gigi ini perlu dikembangkan lebih lanjut mengingat manfaat yang di peroleh, namun dalam penelitian dan pengembanganya perlu memperhatikan fenomena kecepatan rata-rata angin, karena hal ini sangat mempengaruhi kinerja daya pada transmisi roda gigi.
2. Perlu ada penelitian lanjutan dari konsep transmisi ini yaitu :
 - a. Adanya pengaruh gaya gesek pada roda gigi
 - b. Adanya beban puntir atau terjadinya defleksi pada poros.
 - c. Pada saat putaran awal perlu adanya kopling sebagai alat bantu meringankan beban pada transmisi roda gigi.

DAFTAR PUSTAKA

Sri Wahyu Sarwoko, S.Pd, “Modul Transmisi Manual/Otomatis” Modul 14, Cv. Haka MJ hal.5

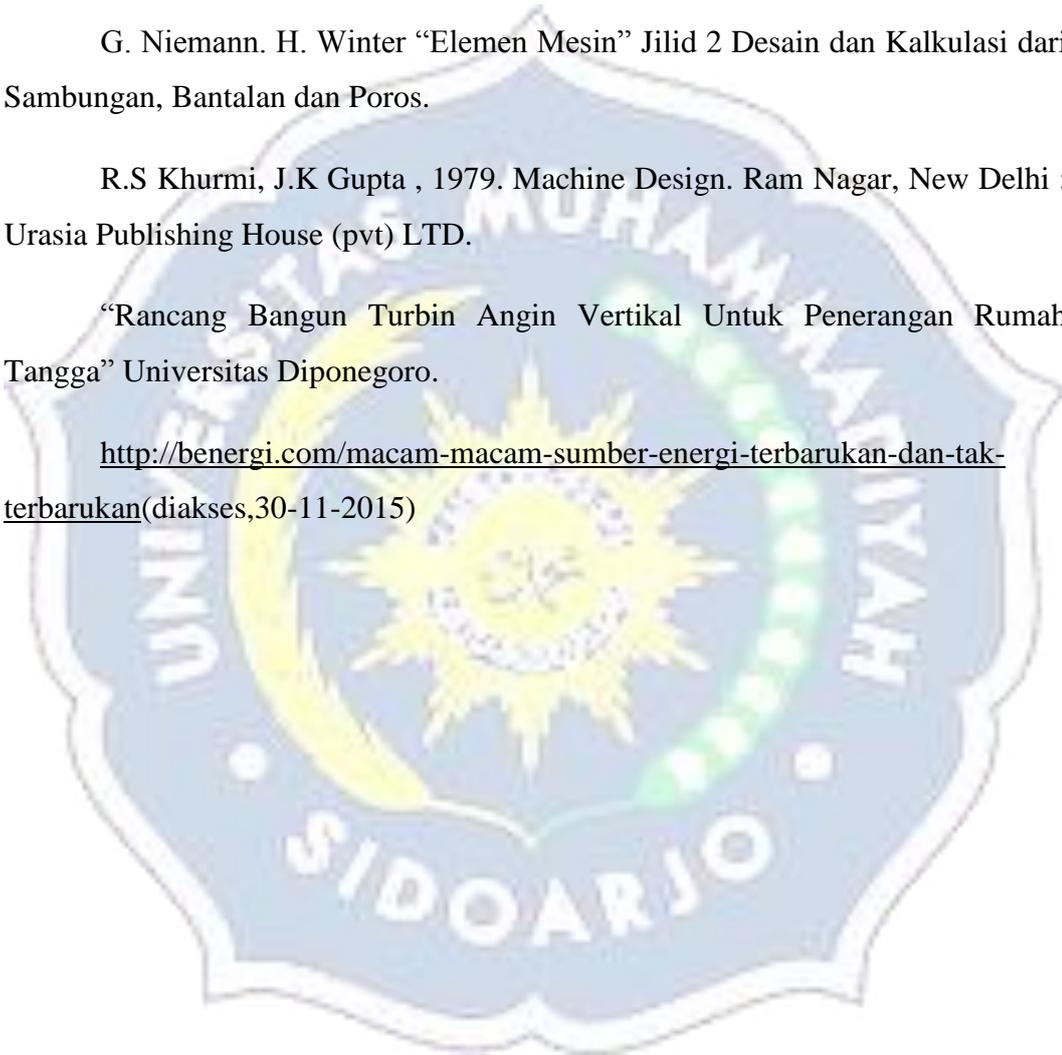
Ir. Sularso Kiyokatsu Suga, MSME “Dasar Perencanaan dan pemilihan Elemen Mesin”

G. Niemann. H. Winter “Elemen Mesin” Jilid 2 Desain dan Kalkulasi dari Sambungan, Bantalan dan Poros.

R.S Khurmi, J.K Gupta , 1979. Machine Design. Ram Nagar, New Delhi : Urasia Publishing House (pvt) LTD.

“Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga” Universitas Diponegoro.

<http://benergi.com/macam-macam-sumber-energi-terbarukan-dan-tak-terbarukan>(diakses,30-11-2015)



LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Handling Pada DFA

	Mechanical fastening processes (part(s) already in place but not secured immediately after insertion)					Non mechanical fastening processes (part(s) already in place but not secured immediately after insertion)			Non fastening processes		
	None or localized plastic deformation					Metallurgical processes					
	Bending or similar processes	Riveting or similar processes	Screw tightening or other processes	Bulk plastic deformation (large proportion of part is plastically deformed during fastening)	No additional material required (e.g. resistance, friction, welding etc.)	Additional material required		Chemical processes (e.g. adhesive bonding etc.)	Manipulation of parts or sub assembly (e.g. orienting, fitting or adjustment of parts, etc.)	Other processes (e.g. liquid insertion, etc.)	
						Soldering processes	Weld/braze processes				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SEPARATE OPERATION											
Assembly processes where all solid parts are in place	9	4	7	5	12	7	8	12	12	9	12

Key :

	After assembly no holding down required to maintain orientation and location (3)				Holding down required during subsequent processes to maintain orientation at location (3)				
	Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly		Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly		
	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	
	0	1	2	3	6	7	8	9	
PART ADDED BUT NOT SECURED									
Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location	0	1.5	2.5	2.5	3.5	5.5	6.5	6.5	7.5
Part and associated tool (including hands) cannot easily reach the desired location	1	4	5	5	6	8	9	9	10
Due to obstructed access or restricted vision (2)	2	5.5	6.5	6.5	7.5	9.5	10.5	10.5	11.5
Due to obstructed access and restricted vision (2)									

Key:

	Part are easy to grasp and manipulate					Part present handling difficulties(1)					
	Thickness > 2mm		Thickness < 2mm			Thickness > 2mm		Thickness < 2mm			
	Size < 15 mm	6mm ≤ size ≤ 15mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	Size < 15 mm	6mm ≤ size ≤ 15mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ONE HAND											
Part can be grasped and manipulation by one hand without the aid of grasping tools	0	1.13	1.43	1.88	1.69	2.18	1.84	2.17	2.65	2.45	2.98
$(\alpha+\beta) < 360^\circ$	1	1.5	1.8	2.25	2.06	2.55	2.25	2.57	3.06	3	3.38
$360^\circ < (\alpha+\beta) < 540^\circ$	2	1.8	2.1	2.55	2.36	2.85	2.57	2.9	3.38	3.18	3.7
$540^\circ < (\alpha+\beta) < 720^\circ$	3	1.95	2.25	2.7	2.51	3	2.73	3.06	3.55	3.34	4
$(\alpha+\beta) = 720^\circ$											

Lampiran 2. Tabel *Insert* Pada DFA

	Parts present no additional handling difficulties					Parts present additional handling difficulties (e.g sticky, delicate, slippery, etc.) (1)						
	$\alpha < 180^\circ$			$\alpha = 360^\circ$		$\alpha < 180^\circ$			$\alpha = 360^\circ$			
	Size < 15 mm	6mm < size < 15mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size < 6 mm	Size < 15 mm	6mm < size < 15mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size < 6 mm		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
TWO HANDS FOR MANIPULATION												
Parts severely nest or tangle or flexible but can be grasped and lifted by one hand (with the use of grasping tools if necessary) (2)	8	4.1	4.5	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.35	7	

	No screwing operation or plastic deformation immediately after insertion (snap/press fit, circlips, spire, nuts, etc.)		Plastic deformation immediately after insertion						Screw tightening immediately after insertion		
	Easy to align and position with no resistance to insertion (4)	Not easy to align or position during assembly and/or resistance to insertion (5)	Plastic bending or torsion			Riveting or similar operation			Easy to align and position with no torsional resistance (6)	Not easy to align or position and/or torsional resistance (5)	
			Easy to align and position during assembly (4)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	Easy to align and position during assembly (4)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Addition of any part (1) where the part itself and/or other parts are being finally secured immediately	3	2	5	4	5	6	7	8	9	6	8
Part and associated tool (including hands) cannot easily reach the desired location or tool cannot be operated easily	4	4.5	7.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	8.5	10.5
Due to obstructed access or restricted vision (2)	5	6	9	8	9	10	11	12	13	0	12
Due to obstructed access and restricted vision (2)											

	Parts need tweezers for grasping and manipulation								Parts need standard tools other than tweezers	Parts need special tools for grasping and manipulation	
	Parts can be manipulated without optical magnification				Parts require optical magnification for manipulation						
	Parts are easy to grasp and manipulate		Parts present handling difficulties (1)		Parts are easy to grasp and manipulate		Parts present handling difficulties (1)				
	Thickness > 0.25mm	Thickness ≤ 0.25mm	Thickness > 0.25mm	Thickness ≤ 0.25mm	Thickness > 0.25mm	Thickness ≤ 0.25mm	Thickness > 0.25mm	Thickness ≤ 0.25mm			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
ONE HAND WITH GRASPING AIDS											
Part can be grasped and manipulation by one hand but only with the use of grasping tools											
$\alpha < 180^\circ$											
$0^\circ < \beta < 180^\circ$	4	3.6	6.85	4.35	7.6	5.6	8.35	6.35	8.6	7	7
$\beta = 360^\circ$	5	4	7.25	4.75	8	6	8.75	6.75	9	8	8
$\alpha \leq \beta < 180^\circ$	6	4.8	8.05	5.55	8.8	6.8	9.55	7.55	9.8	8	9
$\beta = 360^\circ$	7	5.1	8.35	5.85	9.1	7.1	9.55	7.85	10.1	9	10

Lampiran 3. Gambar Kegiatan



Proses Penyetelan Rangka



Proses Pemasangan Turbin



Proses Pembuatan Frame Turbin



Rangka Transmisi



Proses Trial Turbin



Proses Pemasangan Batu Tumpuan



Pengukuran Kecepatan Angin



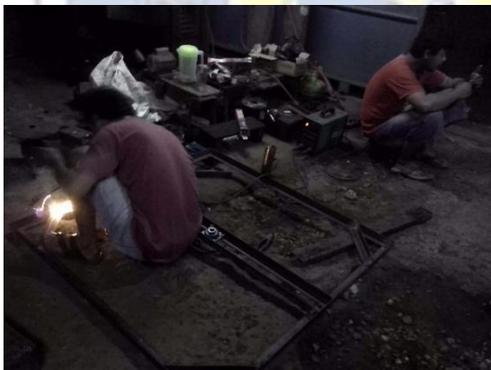
Proses Pengelasan Tumpuan



Pengambilan Data Dilapangan



Proses Pengecatan Turbin



Proses Pengelasan Rangka



Proses Uji Performen



Peletakan Batu Pertama



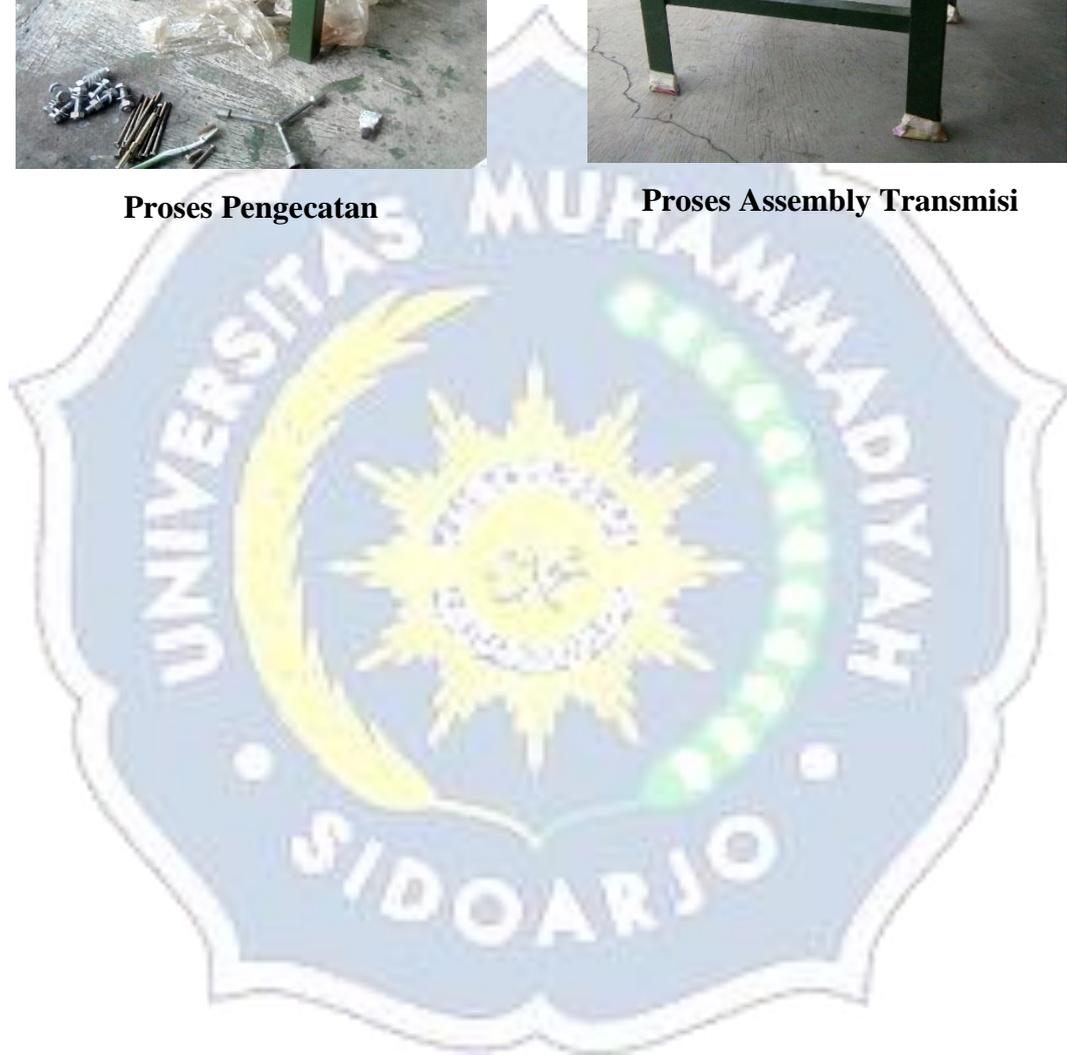
Miyak Pelumas



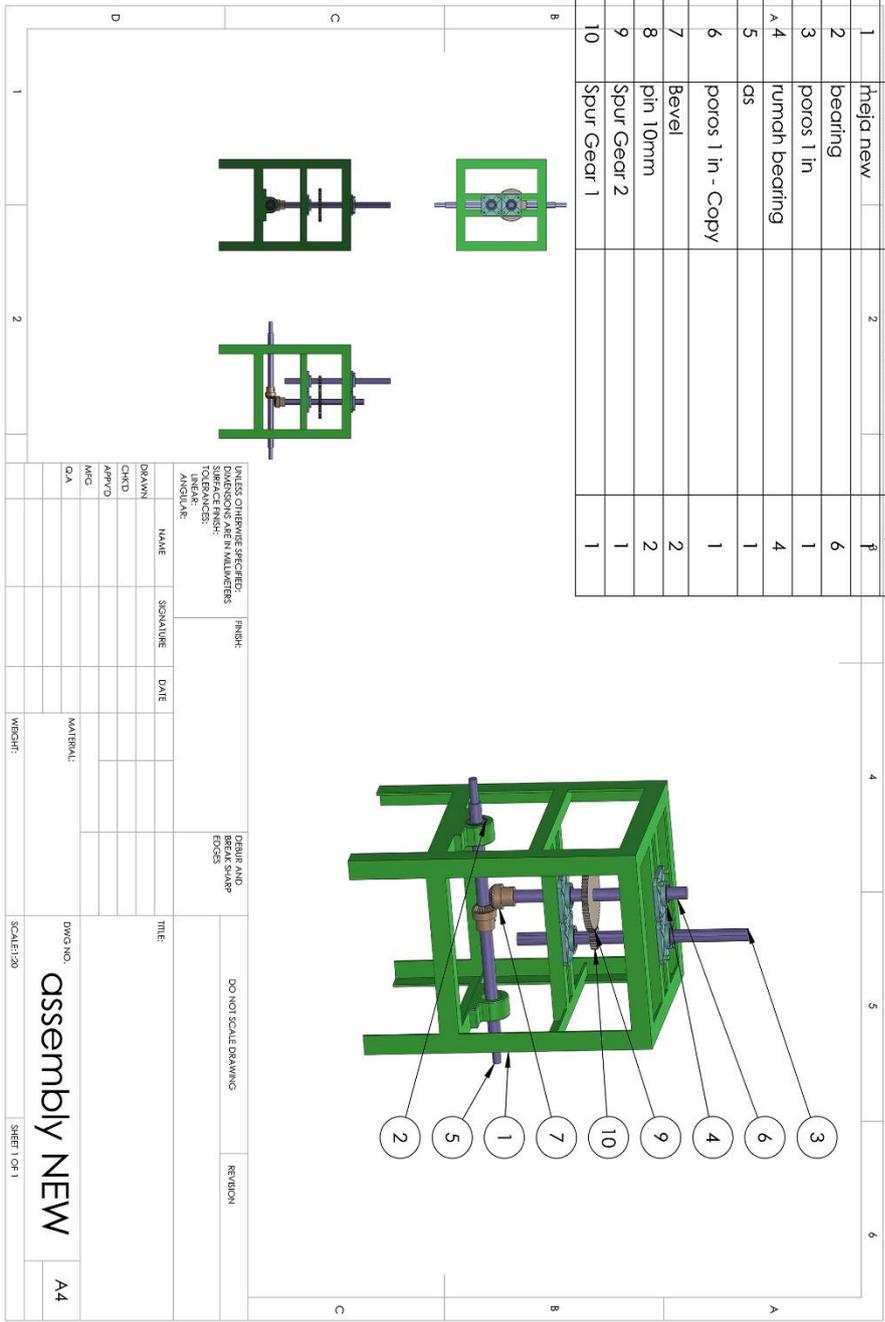
Proses Pengecatan



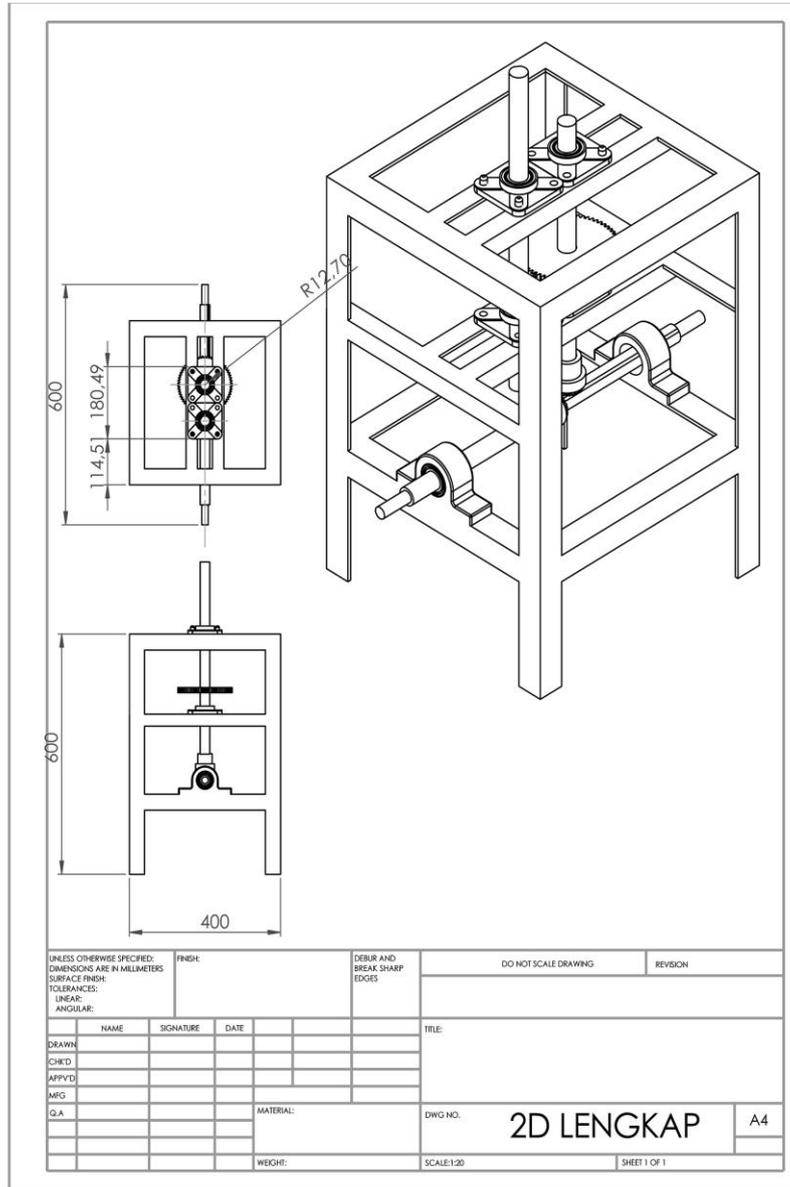
Proses Assembly Transmisi

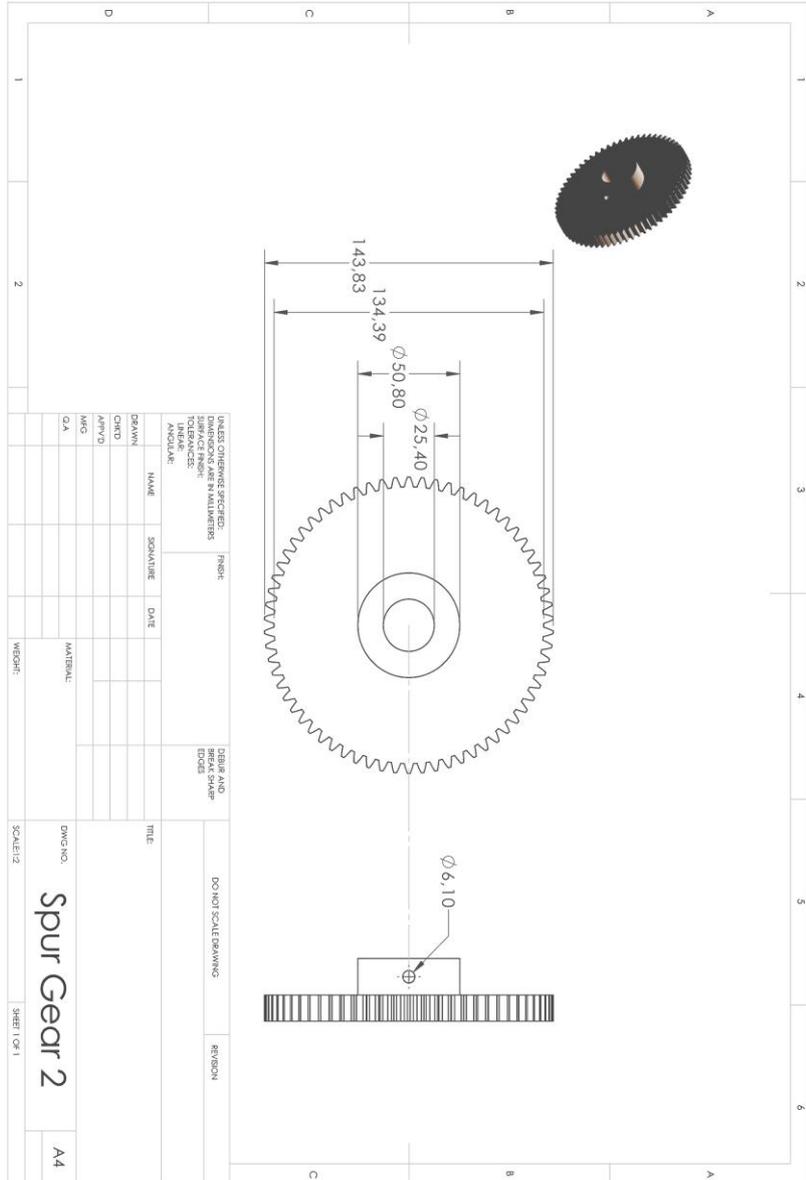


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	hela new		1
2	bearing		6
3	poros 1 in		1
4	runmch bearing		4
5	as		1
6	poros 1 in - Copy		1
7	Bevel		2
8	pin 10mm		2
9	Spur Gear 2		1
10	Spur Gear 1		1

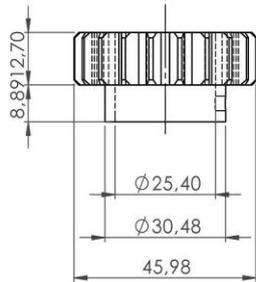
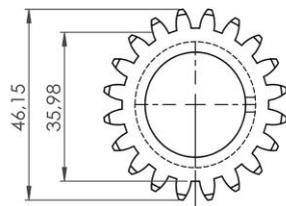


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:	DETAIL AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REGION
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE	
CHK'D							
APP'D							
MFG							
Q.A							
				MATERIAL:		DWG NO.	
				WEIGHT:		assembly NEW	A4
						SCALE: 1:20	SHEET 1 OF 1

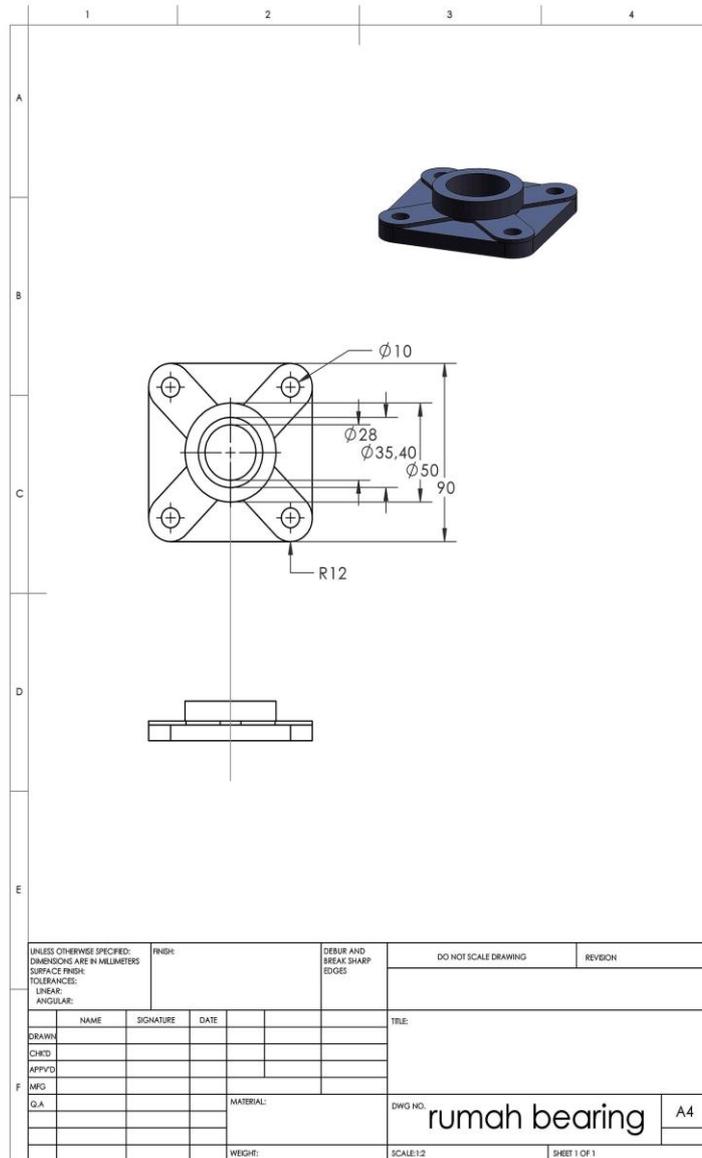


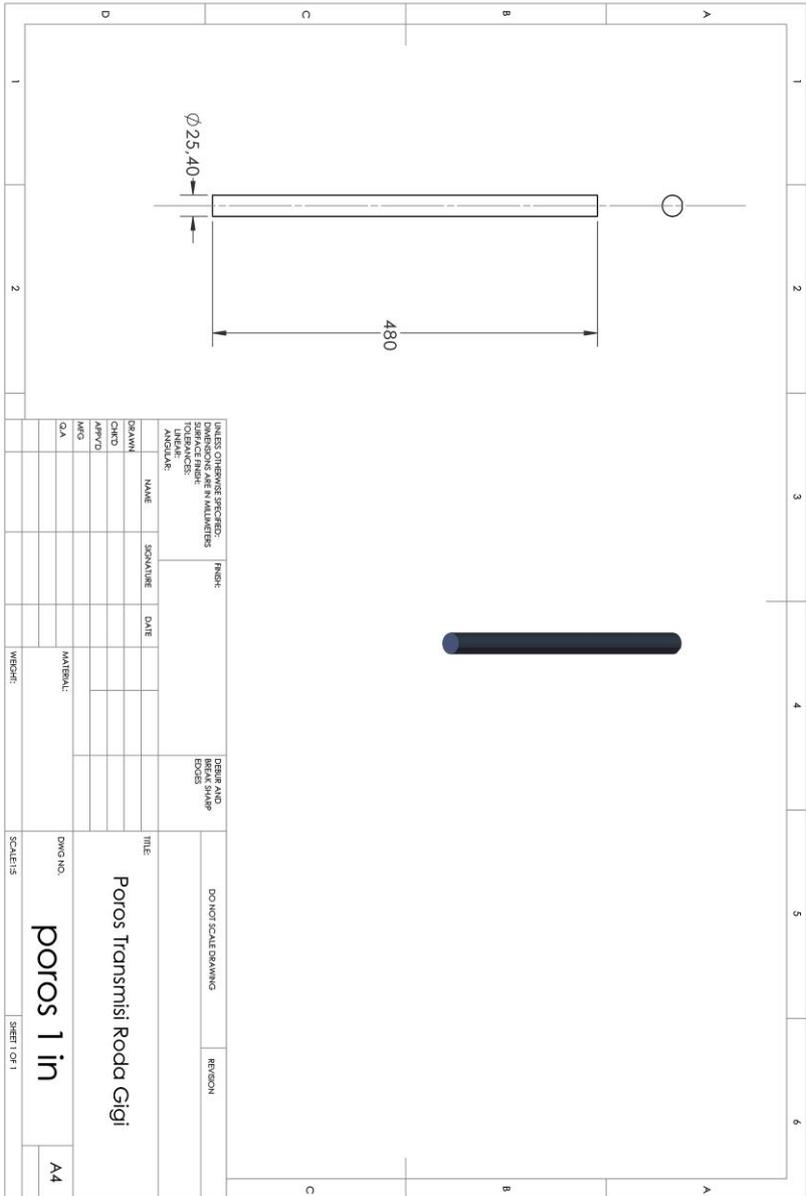


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED		FINISH		SERIAL AND		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		SURFACE FINISH:		SERIAL AND		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
TOLERANCES:		TEXT:		SERIAL AND		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
FRACTIONS:		DIMENSIONS:		SERIAL AND		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DECIMALS:		DIMENSIONS:		SERIAL AND		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
ANGLES:		DIMENSIONS:		SERIAL AND		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE	DWG. NO.	SCALE	SHEET	OF	A4
CHKD									
APP'D									
MFG									
QA									
MATERIAL:									
WEIGHT:									



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
CHKD									
APP'VD									
MFG									
Q.A						MATERIAL:		DWG NO. Spur Gear 1 2D	
								A4	
						WEIGHT:		SCALE:1:1	
								SHEET 1 OF 1	



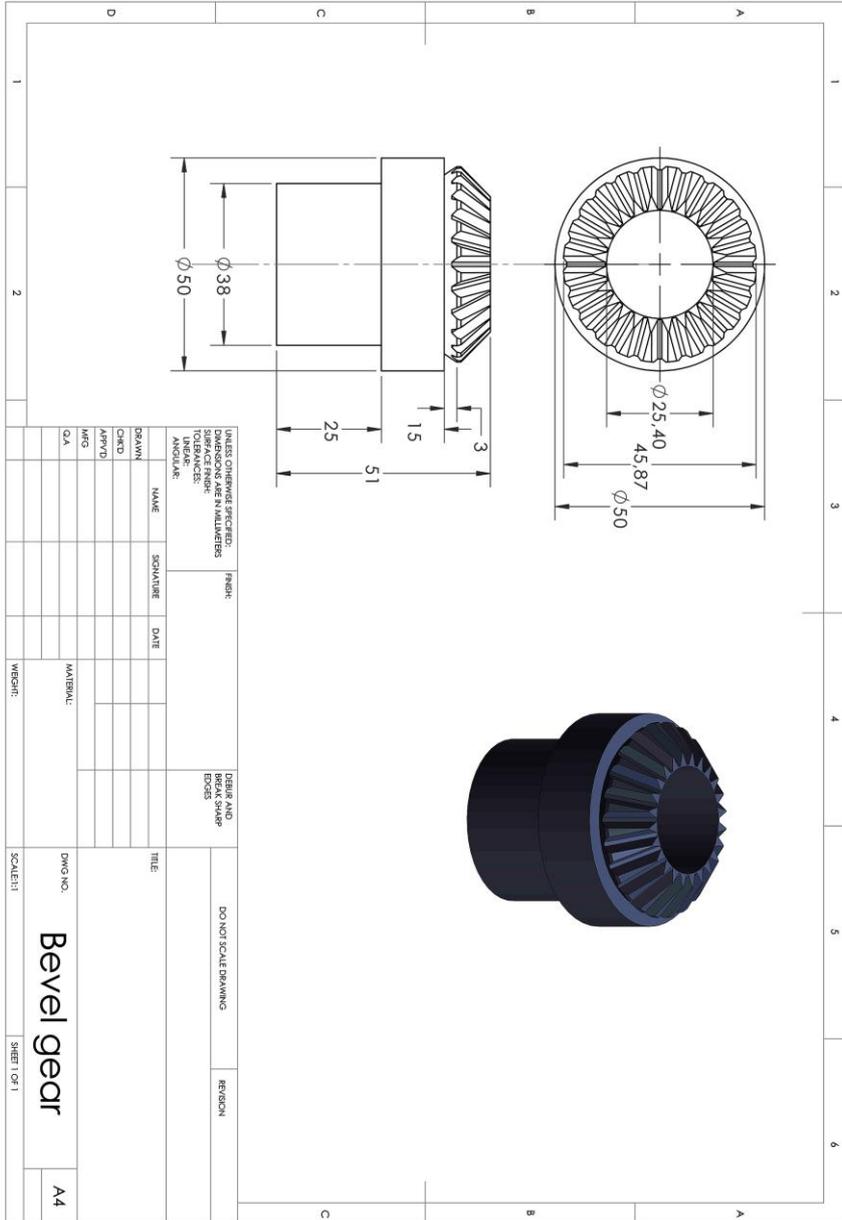


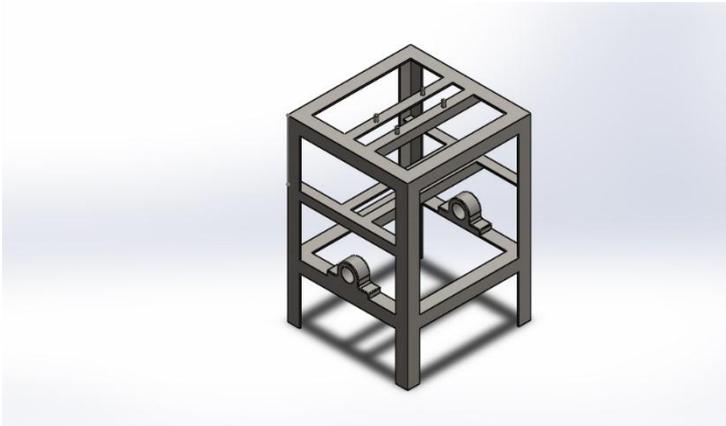
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
TOLERANCES:
FRACTIONS
DECIMALS
ANGLES

FINISH:
DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	MATERIAL	WEIGHT
CHKD					
APP'VD					
MFG					
QA					

DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
TITLE	
Poros Transmisi Roda Gigi	
DWG NO.	
poros 1 in	
A4	
SCALE(S)	SHEET OF 1





Simulation of meja new

Date: Tuesday, August 15, 2017

Designer: Solidworks

Study name: Study 1

Analysis type: Static

1 Description

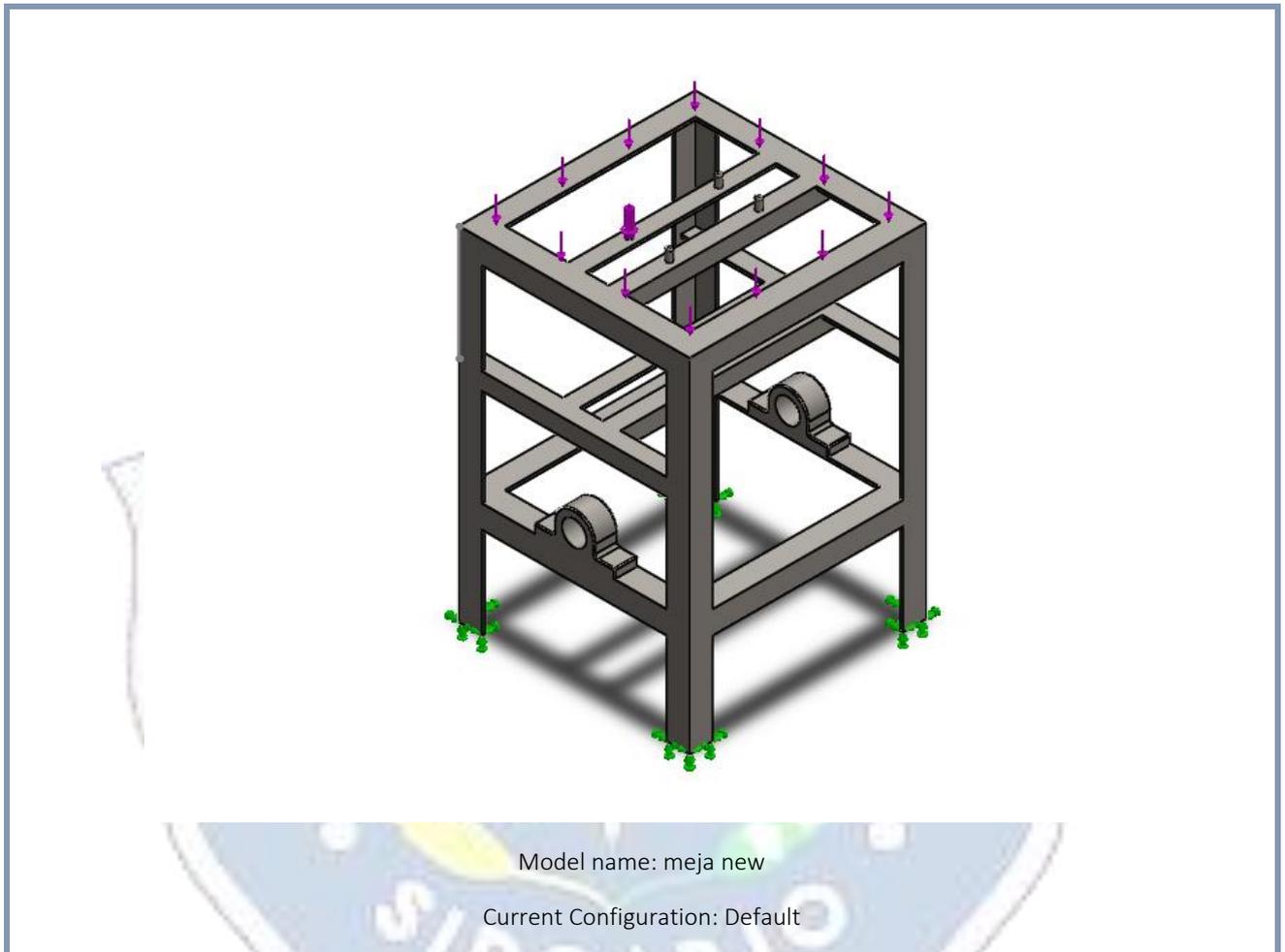
No Data

Table of Contents

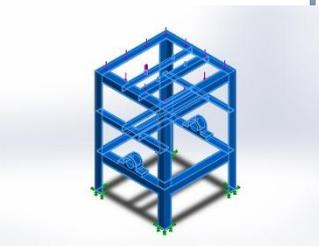
Description	78
Assumptions	79
Model Information	79
Study Properties	80
Units	81
Material Properties.....	81
Loads and Fixtures	82
Connector Definitions.....	88
Contact Information	88
Mesh Information.....	83
Sensor Details	84
Resultant Forces	84
Beams	85
Study Results	86
Conclusion	88

2 Assumptions

3 Model Information



Solid Bodies

Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Fillet2 	Solid Body	Mass:22.3479 kg Volume:0.00284687 m ³ Density:7850 kg/m ³ Weight:219.01 N	C:\Users\rizkipc\Documents\project transmisi kincir\meja new.SLDPRT Aug 12 11:38:03 2017

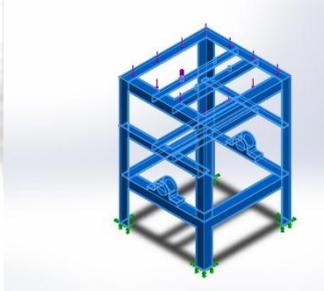
4 Study Properties

Study name	Study 1
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SolidWorks Flow Simulation	Off
Solver type	Automatic
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	Off
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SolidWorks document (C:\Users\rizkipc\Documents\project transmisi kincir)

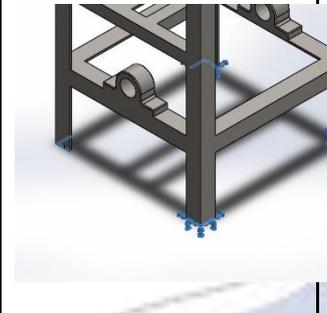
5 Units

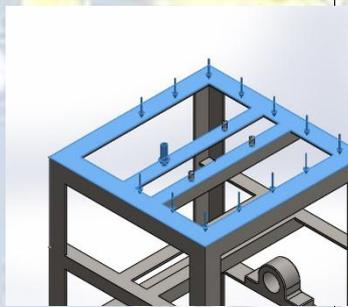
Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m ²

6 Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	<p>Name: ASTM A36 Steel</p> <p>Model type: Linear Elastic Isotropic</p> <p>Default failure criterion: Max von Mises Stress</p> <p>Yield strength: 2.5e+008 N/m²</p> <p>Tensile strength: 4e+008 N/m²</p> <p>Compressive strength: 5.7e+008 N/m²</p> <p>Elastic modulus: 2e+011 N/m²</p> <p>Poisson's ratio: 0.26</p> <p>Mass density: 7850 kg/m³</p> <p>Shear modulus: 7.93e+010 N/m²</p> <p>Thermal expansion coefficient: 0.0002847 /Kelvin</p>	<p>SolidBody 1(Fillet2)(meja new)</p>
Curve Data:N/A		

7 Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Fixed-1		<p>Entities: 4 face(s)</p> <p>Type: Fixed Geometry</p>		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	0.237818	9806.72	0.0229073	9806.72
Reaction Moment(N·m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Force-1		<p>Entities: 1 face(s)</p> <p>Type: Apply normal force</p> <p>Value: 9807 N</p>

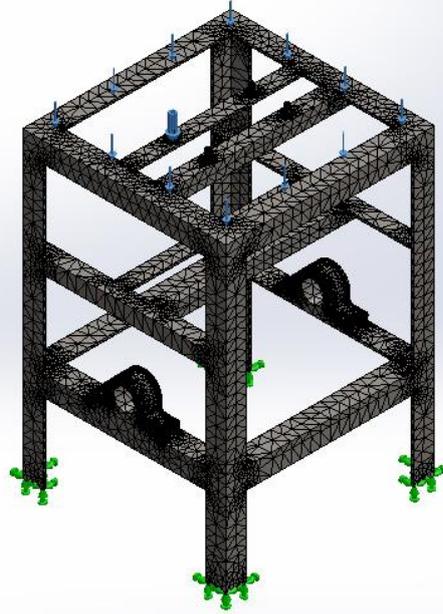
8 Mesh Information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	On
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	18.9544 mm
Tolerance	0.947719 mm
Mesh Quality	High

8.1 Mesh Information - Details

Total Nodes	83796
Total Elements	44095
Maximum Aspect Ratio	31.44
% of elements with Aspect Ratio < 3	74.9
% of elements with Aspect Ratio > 10	0.218
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:52
Computer name:	RIZKI PC

Model name: meja new
 Study name: Study 1
 Mesh type: Solid mesh



9 Sensor Details

No Data

10 Resultant Forces

10.1 Reaction Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	0.237818	9806.72	0.0229073	9806.72

10.2 Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N·m	0	0	0	0

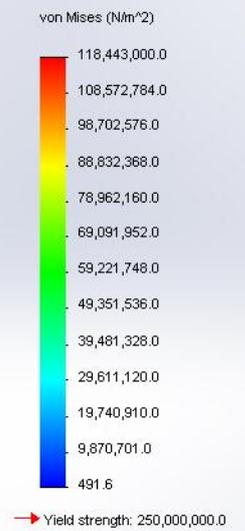
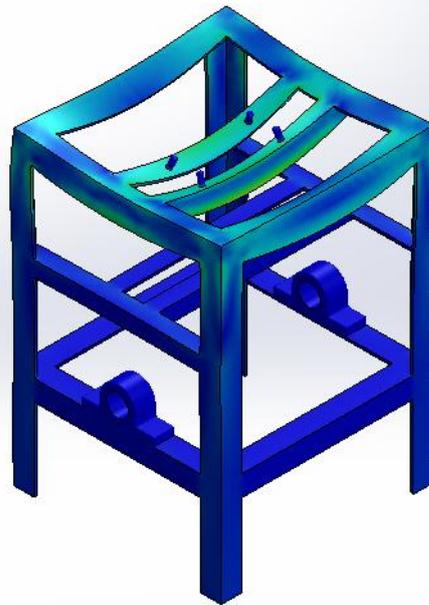
11 Beams
No Data



12 Study Results

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	491.636 N/m ²	1.18443e+008 N/m ²
		Node: 291	Node: 66335

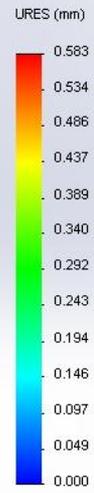
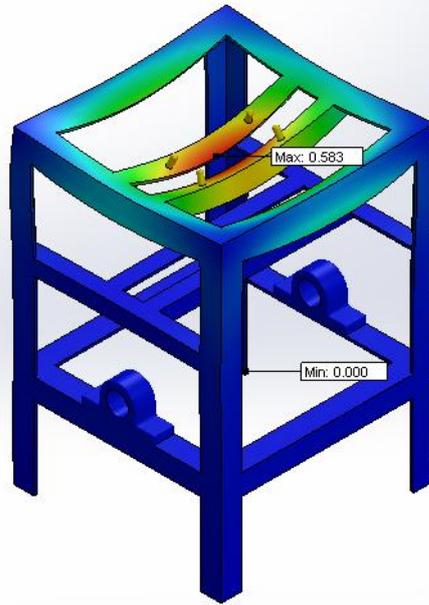
Model name: meja new
 Study name: Study 1
 Plot type: Static nodal stress Stress1
 Deformation scale: 106.64



meja new-Study 1-Stress-Stress1

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm	0.583024 mm
		Node: 4750	Node: 800

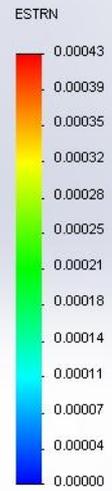
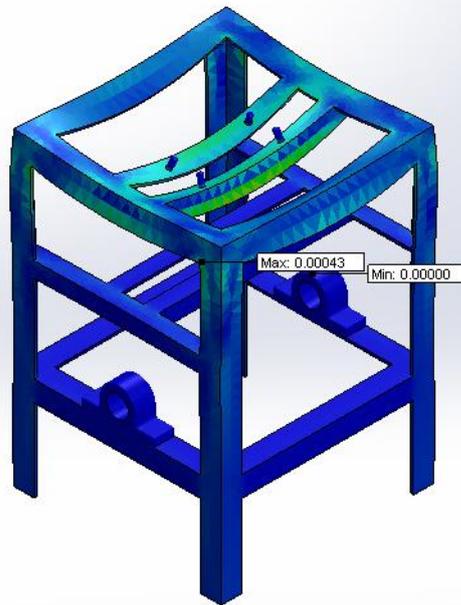
Model name: meja new
 Study name: Study 1
 Plot type: Static displacement Displacement1
 Deformation scale: 106.64



meja new-Study 1-Displacement-Displacement1

Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	2.95744e-009	0.000425306
		Element: 10182	Element: 35016

Model name: meja new
Study name: Study 1
Pbt type: Static strain Strain1
Deformation scale: 106.64



meja new-Study 1-Strain-Strain1

13 Conclusion

14 Connector Definitions

No Data

15 Contact Information

No Data