

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 PENGERTIAN RODA GIGI**

Roda gigi adalah roda yang berguna untuk mentransmisikan daya besar atau putaran yang cepat. Rodanya dibuat bergerigi dan berbentuk silinder atau kerucut yang saling bersinggungan pada kelilingnya agar jika salah satu diputar maka yang lain akan ikut berputar (Foley, Vernard et al,1982).

#### **2.2 RODA GIGI DIAWAL PENEMUANNYA**

Roda gigi ditemukan pada perangkat sistem mekanik Yunani kuno di Alexandria pada abad 3 SM yang sudah dikembangkan oleh Archimedes. Penggunaannya sudah sangat luas di masa Yunani kuno. Dia menemukan fungsi roda gigi pada dua aplikasi utama, seperti:

- Pada perangkat mekanik yang memiliki beban berat seperti kincir dan roda irigasi untuk pertanian. Dimana perangkat mekanik tersebut mampu mentransmisikan daya dengan kekuatan yang cukup besar.
- Pada skala kecil jam air, instrumen yang berhubungan dengan kalender dan automata yang mana pada saat itu bisa terlihat sangat menakjubkan.

Penggunaannya sudah memakai roda gigi differensial dan mungkin roda gigi hypoid. Mereka yang menggunakan aplikasi roda gigi pada perangkat mekaniknya menjadi leluhur dari semua roda gigi yang modern. Oleh karena banyak aplikasi penggunaan roda gigi di masa kuno, sehingga di kota Alexandria banyak di temukan barang kuno berupa fosil yang menguatkan hipotesa bahwa awal lahirnya roda gigi dan penggunaannya pada sistem mekanik terjadi di masa Yunani kuno Alexandria (Lewis,1993).

#### **2.3 HIPOTESA APLIKASI RODA GIGI**

Tidak banyak yang tahu apa yang menginspirasi ilmuwan kuno saat membuat roda gigi di masa kuno. Roda gigi telah ada dalam mekanisme ratchet untuk menjalankan pengerek terhadap beban yang diterima perangkat mekanik tersebut. Mekanisme ratchet adalah perangkat mekanik yang dapat

meneruskan gerakan linier atau rotasi hanya dalam satu arah sementara gerakan yang diterimanya dari arah yang berlawanan. Sistem ratchet digunakan dalam banyak peralatan mekanik yang menggunakan roda gigi sebagai komponen penggerakannya. Contoh perangkat mekanik yang menggunakan sistem ratchet adalah jam dan roda gila (Drachman, 1963).

Selain pada sistem ratchet, penggunaan roda gigi yang dominan pada masa awal penemuannya adalah sistem penggilingan sederhana (mill works). Saqiya, nama perangkat irigasi sederhana dimana ada seekor hewan yang menjalankan lengan mesin untuk di teruskan dayanya ke roda gigi horizontal. Sistem ini menggerakkan roda gigi vertikal, pada as roda yang menghadap horizontal terhubung suatu tempat untuk menampung air yang akan dinaikan oleh sistem tersebut dengan bantuan chain pada perangkatnya. Saqiya berkembang hingga digunakan sampai ke timur tengah, dan khususnya di Mesir. Penggunaan saqiya masih sederhana dengan menggunakan bahan kayu dari pohon yang ditebang, pembuatannya dengan gerigi bervariasi. Contoh yang ditemukan di Mesir adalah dengan gerigi 36 untuk menaikan air.

Roda air vertikal yang dibuat oleh Philo pada abad ke tiga SM adalah contoh lain aplikasi dan pengembangan roda gigi di awal penemuannya. Kegunaan roda air vertikal ini di transmisikan untuk memutar gerindra batu. Meskipun pembuatan itu di perdebatkan apakah perangkat mekanik tersebut benar benar dibuat atau tidak, namun pada akhir abad 1 SM dibuktikan bahwa roda air itu dibuat oleh Philo dan memang digunakan untuk memutar gerindra batu. Vitruvius menjelaskan daya putar yang dihasilkan berkat sudut roda gigi yang benar sehingga dapat bersinggungan satu sama lain dan menghasilkan putaran. Pada saat itu, penggunaan roda air vertikal banyak di aplikasikan untuk hal mekanik. Banyak perangkat mekanik yang digantikan oleh sistem ini sehingga pada abad ke dua M. Penggunaanya menjadi hampir disetiap sistem mekanik, menggantikan saqiya yang masih menggunakan tenaga hewan sebagai sumber daya. Komponen roda gigi digunakan sebagai penerus daya yang dihasilkan air secara vertikal. Ini membuktikan bahwa roda gigi

pada awal penemuannya memiliki peran dominan dalam sistem mekanik (Lewis,1993).

Penggunaan yang terakhir di awal penemuannya adalah roda gigi dengan sistem rantai sebagai penghubung untuk meneruskan dayanya. Aplikasi roda gigi dengan rantai di gunakan pada perangkat water lifting oleh Philo yang sumber dayanya masih menggunakan roda air vertikal. Selain itu, penggunaan lain roda gigi dengan rantai adalah pada catapult repeater, yaitu ketapel otomatis yang dirancang di Rhodes dan di percayai dibuat oleh Dionysius of Alexandria. Perangkat ini diperkirakan telah digunakan selama 282 tahun SM(Foley, Vernard et al,1982).

#### 2.4 Macam-Macam Roda Gigi

- Roda Gigi Lurus

Roda gigi paling dasar dengan jalur gigi yang sejajar poros. Contohnya pada gear box pada mesin.



Gambar 2.1 Roda Gigi Lurus

- Roda Gigi Dalam

Dipakai jika diinginkan alat transmisi dengan ukuran kecil dengan perbandingan reduksi besar, karena pinyon terletak di dalam roda gigi. Contoh penerapannya antara lain pada lift.



Gambar 2.2 Roda Gigi Dalam

- Pinyon Dan Batang Gigi

Merupakan dasar profil pahat pembuat gigi. Contoh pemakaian gigi reek terdapat pada mesin bor tegak, mesin bubut, dll.



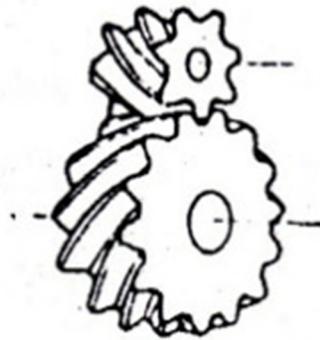
Gambar 2.3 Pinyon dan Batang Gigi

Kekurangan roda gigi lurus :

- Roda gigi lurus hanya dapat digunakan untuk mentransmisikan daya atau putaran antara dua poros yang posisinya sejajar atau parallel.
- Jumlah gigi tidak bias dipilih sekehendak hati karena harus memiliki beberapa sifat yaitu tidak mengalami pemotongan bawah dan luncuran spesifik dapat ditetapkan pada harga-harga yang baik.
- Daya yan ditransmisikan tidak terlalu besar, yaitu sekitar  $< 25000$  Hp.

- Roda Gigi Miring

Mempunyai jalur gigi yang membentuk ulir pada silinder jarak bagi. Contohnya pada sistem transmisi persneling pada kendaraan beroda empat, roda gigi penggerak katup-katup pada mesin motor.



Gambar 2.4 Roda Gigi Miring

- Roda Gigi Miring Ganda

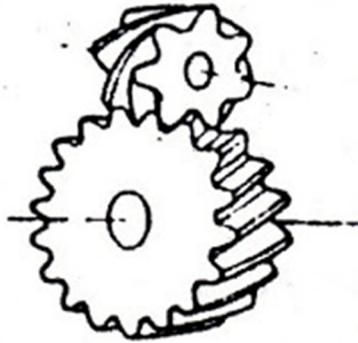
Gaya aksial yang timbul pada gigi yang mempunyai alur berbentuk V tersebut, akan saling meniadakan. Contoh penggunaannya yaitu pada roda gigi reduksi turbin pada kapal dan generator, roda gigi penggerak rol pada steel mills.



Gambar Roda 2.5 Gigi Miring Ganda

- Roda Gigi Miring Silang

Contoh pemakaiannya seperti yang dipakai pada gearbox.



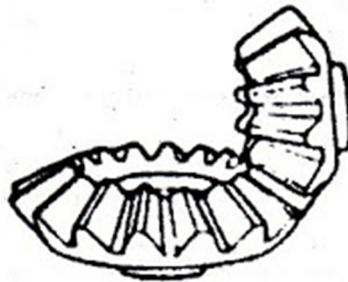
Gambar 2.6 Roda Gigi Miring Silang

Kekurangan roda gigi miring :

- Sudut helix yang menimbulkan beban frusit (beban aksial terhadap poros) sehingga harus memakai bantalan.

- Roda Gigi Kerucut Lurus

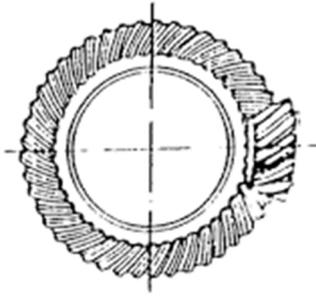
Roda gigi yang paling mudah dibuat dan paling sering dipakai. Contoh penggunaannya pada grab winch, hand winch, kerekan.



Gambar 2.7 Roda Gigi Kerucut Lurus

- Roda Gigi Kerucut Spiral

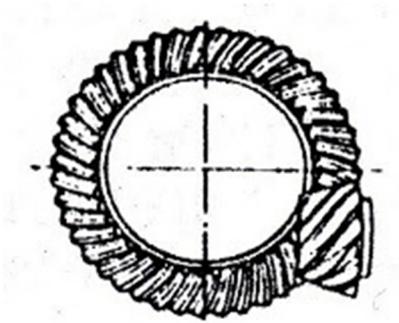
Karena mempunyai perbandingan kontak yang lebih besar, dapat meneruskan tinggi dan beban besar. Contoh penggunaannya pada grab winch, hand winch, kerekan.



Gambar 2.8 Roda Gigi Kerucut Spiral

- Roda Gigi Hipoid

Mempunyai jalur gigi berbentuk spiral pada bidang kerucut yang sumbunya bersilang. Dan pemindahan gaya pada permukaan gigi berlangsung secara meluncur dan menggelinding. Contoh pemakaiannya seperti yang dipakai pada roda gigi difensial otomobil.



Gambar 2.9 Roda Gigi Hipo

Kekurangan roda gigi kerucut :

- Suara yang dihasilkan sangat berisik sehingga hanya dapat dipakai dimana tingkat kebisingan adalah suatu pertimbangan.
- Profil roda gigi kerucut biasa tidak dapat mrnghasilkan perbandingan kecepatan sudut yang tetap secara tepat.

- Roda Gigi Permukaan

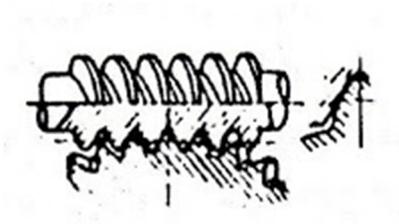
Contoh penggunaannya pada grab winch, hand winch, kerekan.



Gambar 2.10 Roda Gigi Permukaan

- Roda Gigi Cacing Silindris

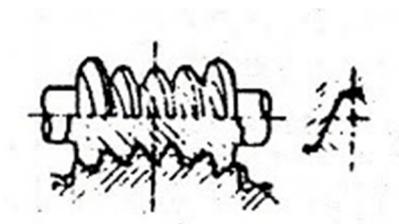
Mempunyai cacing berbentuk silinder dan lebih umum dipakai. Contoh pemakaiannya seperti yang dipakai pada roda gigi difensial otomobil.



Gambar 2.11 Roda Gigi Cacing Silindris

- Roda Gigi Cacing Globoid

Mempunyai perbandingan kontak yang lebih besar, dipakai untuk beban yang lebih besar. Contoh pemakaiannya seperti yang dipakai pada roda gigi difensial otomobil.



Gambar 2.12 Roda Gigi Cacing Globoid

Kekurangan roda gigi cacing :

- Pada roda gigi cacing, antara cacing dan rodanya terjadi gesekan besar sehingga menimbulkan banyak panas. Itulah sebabnya mengapa kapasitas transmisi roda gigi cacing dibatasi oleh jumlah panas yang ditimbulkan.
- Pada umumnya arah transmisi tidak dapat dibalik untuk menaikkan putaran dari roda cacing ke cacing karena putaran yang berbalik dari roda cacing akan dihentikan oleh cacing.
- Efisiensi roda gigi caacing rendah terutama jikka sudut kisarnya kecil.

### 2.5 *Gearless Transmission*

Sebenarnya penerapan gearless transmission sudah ada sejak jaman dahulu, tetapi mungkin masyarakat sekarang kurang mengetahuinya. Berikut sedikit contoh dari penerapan gearless transmission di jaman dahulu maupun saat ini :

#### a. Transmisi Gearless dari Rochester, New York

Pada dekade pertama abad yang lalu diperlukan transmisi semi otomatis yang tidak memerlukan perpindahan gigi. Hanya pengemudi yang cenderung mekanis dan sabar yang bisa menguasai seni cengkeraman ganda, yang memungkinkan roda gigi digeser dengan kopling dan transmisi manual pada saat itu.

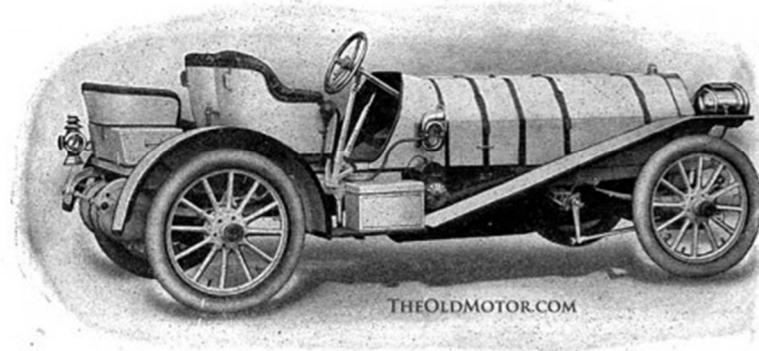
Gearless baru diproduksi antara tahun 1907 dan musim gugur 1909. Selama dua tahun pertama produksi, perusahaan memusatkan perhatian pada model empat dan enam model tenaga kuda bertenaga tinggi yang berkisar antara lima puluh tujuh hp, dan penggunaan transmisi uniknya.

Empat desain transmisi yang dipatenkan dikembangkan untuk mobil dan versi yang ditunjukkan di atas adalah yang akan dipilih untuk diproduksi pada tahun 1908. Dengan gigi rendah atau terbalik, enam rol serat bergulung bergulir ditekan satu atau dua kerucut besar lainnya.

Rincian lengkap tentang konstruksi dan operasinya dapat ditemukan tepat di majalah The Automobile.

## GEARLESS GREYHOUND

### The Thoroughbred Roadster



The Car with the ability and appearance that carries it out of sight.

**75 H. P., \$4000**

Speed 75 miles an hour and then some. Six Cylinders. 4½ in. x 5½ in. Engine and transmission under double hood. Every part instantly accessible from hood.

Jump spark, two sets of plugs. Bosch high tension magneto and storage battery reserve.

Double fuel supply. Reserve 17 gallons. Full lamp equipment as shown.

Creates a sensation wherever demonstrated.

WRITE FOR CATALOGUE. IT TELLS MORE.

**GEARLESS TRANSMISSION CO. (Motor Car Dept.), 295 Plymouth Ave., Rochester, N. Y.**

Demonstrating Cars ready for delivery Sept. 1st.

Gambar 2.13 Mobil Bertransmisi *Gearless* dari Rochester, New York.

b. Gearless Transmission Co.

Sebuah perusahaan bernama Gearless Transmission Co. menghasilkan transmisi gesekan drive langsung sebelum 1906 di Glen Falls, NY. Setelah 1906, perusahaan tersebut pindah ke pabrik yang lebih besar di Rochester, NY.

Transmisi ini bisa disesuaikan dengan mobil Amerika mana pun pada awal 1900-an dan merupakan "Transmisi Gesekan Langsung". Transmisi Gearless sama sekali tidak menggunakan roda gigi dan menyediakan gear friksi tanpa batas, atau kecepatan yang tidak terbatas, baik ke depan maupun sebaliknya.

Pada tahun 1907 The Gearless Transmission Co juga memproduksi Mobil Amerika bernama Gearless. Itu adalah mobil besar yang diproduksi di lima dan tujuh penumpang Touring Cars.



Gambat 2.14 bentuk transmisi dari Gearless Transmission Co.

c. Cal-van Tools 482 90 Degree



Gambar 2.15 Cal-van Tools 482 90 Degree

Sebuah alat sederhana yang dapat digunakan di tempat sempit dan terletak di bagian dalam. Skema alat ini hampir sama dengan rancangan gearless transmission yang kami jadikan bahan tugas akhir.

Selain contoh diatas, terdapat beberapa penerapan gearless transmission yaitu :

1. Mekanisme pada menara Bigben tahun 1685
2. Pompa pelumasan pada mesin bubut CNC
3. Digunakan untuk pengeboran sudut antara 0-90 derajat
4. Pendingin udara pada alat elektronik dan komputer, dll

Beberapa keuntungan yang diperoleh dalam penggunaan gearless transmission adalah sebagai berikut :

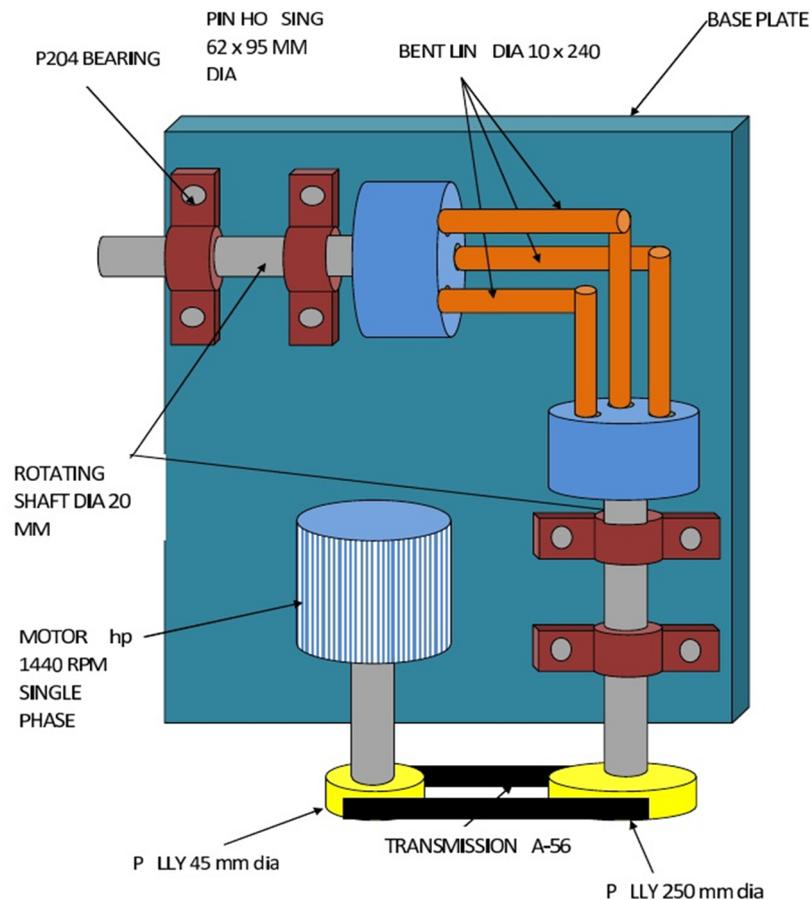
1. Efisiensi lebih antara input dan output.
2. Mempunyai kecepatan yang konstan tanpa backlash
3. Mudah dalam pembuatan dengan mesin produksi.
4. Sedikit gesekan.
5. Dapat dijalankan hampir pada semua tingkat kecepatan, bahkan dengan kecepatan tinggi pun tidak berisik, dll

Dari teori tentang roda gigi diatas kita tahu bahwa penggunaan roda gigi masih terdapat kelemahan. Selain yang sudah disebutkan diatas, kelemahan lain dari pemakaian roda gigi adalah pada penyaluran tenaga yang dihasilkan, yaitu kekocakan atau kerenggangan atau jarak bebas perkaitan antara 2 roda gigi atau biasa disebut *backlash gear*. Selain backlash, roda gigi dalam pembuatannya memerlukan biaya lebih mahal dan dibutuhkan juga pelumasan sehingga menjadikan biaya operasi lebih tinggi. Maka dari itu penulis mencari beberapa jurnal yang berisi tentang alat yang menyalurkan tenaga dengan sedikit bahkan hampir semua energi tersalurkan, yaitu *Gearless Transmission*.

Dari data yang kami peroleh dari beberapa jurnal, salah satunya milik Amit Kumar Mishra dkk. yaitu tentang proyek gearless transmission. Kami tergerak untuk membuat rancangan proyek tersebut menurut versi penulis sendiri. Dari rancangan ini bagaimana sebuah alat dirancang seefisien mungkin, baik dari material yang digunakan dan valuable.

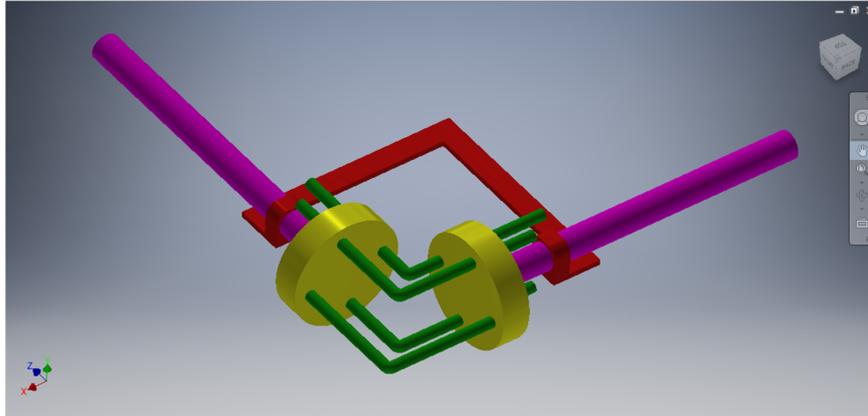
Dari gambar rancangan Amit Kumar Mishra dkk. yaitu menggunakan papan sebagai alas dan sabuk (v-belt) sebagai penyalur daya dari power (motor

listrik) ke shaft yang kemudian disalurkan langsung ke siku yang berfungsi untuk menyalurkan ke output.



Gambar 2.16 Rancangan Gearless Transmission Milik Amit Kumar Mishra dkk.

Maka dalam tugas akhir ini akan menyederhanakan rancangan tersebut tanpa mengurangi hasil yang diperoleh. Dari rancangan penulis yaitu power yang berupa motor listrik kita sambungkan langsung ke shaft input tanpa melalui perantara agar power yang disalurkan tidak berkurang. Sementara dari alasnya sendiri kita akan membuat model stand, karena rancangan ini penulis buat berdasarkan kondisi bengkel yang ada di kampus D3 UMY. Untuk ukuran dari part-part yang akan dibuat tidak jauh berbeda dari rancangan Amit Kumar Mishra dkk. baik dari ukuran maupun bentuk part-part tersebut.



Gambar 2.17 Hasil Rancangan Gearless Transmission (Penulis)

## 2.6 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor merupakan sebuah program CAD (Computer Aided Design) dengan kemampuan pemodelan tiga dimensi solid untuk proses pembuatan objek prototipe 3D secara visual, simulasi dan drafting beserta dokumentasi datadatanya. Dalam Inventor, seorang desainer bisa membuat sketsa 2D produk, memodelkannya menjadi 3D untuk dilanjutkan dengan proses pembuatan prototipe visual atau bahkan yang lebih kompleks lagi, yaitu simulasi. cara kerja gearless transmission. Sebagai sebuah program pemodelan khusus pemodelan 3D, Autodesk Inventor memiliki kemampuan parametric solid modeling, yaitu kemampuan untuk melakukan design serta pengeditan dalam bentuk solid model dengan data yang telah tersimpan dalam data base. Dengan adanya kemampuan tersebut designer atau engineer dapat merevisi atau memodifikasi design yang ada tanpa harus mendesain ulang sebagian atau secara keseluruhan. Tahap pemodelan menggunakan program Autodesk Inventor dibagi menjadi lima bagian yaitu sketching, 3D modelling, assembling, presenting dan drafting. Masingmasing tahap pemodelan tersebut memiliki file extension yang berbeda-beda, kecuali proses pembuatan sketsa dan pemodelan 3D sebuah part tergabunga dalam sebuah extension yang sama. Berikut adalah file extension yang digunakan pada Autodesk Inventor.

Tipe file Autodesk Inventor Program Autodesk Inventor memiliki extension file yang berbeda-beda sesuai dengan jenisnya, berikut adalah jenis file yang terdapat pada Autodesk Inventor :

- File Part



Gambar 2.18 Ikon Part

File Part (\*.ipt) digunakan ketika membuat komponen atau part, yang terlebih dahulu dibuat sketch kemudian dengan memanfaatkan part tools dapat menghasilkan model 3D dari sketch yang telah dibuat.

- File Assembly



Gambar 2.19 Ikon Assembly

File Assembly (\*.iam) merupakan suatu file yang di dalamnya terdiri dari bermacam-macam part yang digabungkan pada satu file. Penggabungan file-file referensi (part) berdasarkan constrain sehingga hubungan antar komponen sesuai dengan bentuk kapal yang sesungguhnya. Dalam bentuk file ini dapat pula dibuat komponen baru atau mengambil komponen sesuai dengan standarisasi oleh beberapa asosiasi (ISO, JIS, DIN, ANSI, dan GOST) pada library yang telah disediakan oleh Autodesk Inventor.

- File Presentation



Gambar 2.20 Ikon Presentation

File Presentaton (\*.ipn) digunakan untuk mempresentasikan assembly files yang telah dibuat sebelumnya. Pada file ini bentuk,

hubungan dan perakitan antar komponen dapat ditunjukkan dengan cara :

- a. Membuat explode view untuk digunakan dalam drawing file.
- b. Membuat animasi yang dapat menunjukkan langkah – langkah penggabungan komponen konstruksi.
- c. Animasi yang telah dibuat dapat disimpan dalam bentuk format video (\*.wmv dan \*.avi).

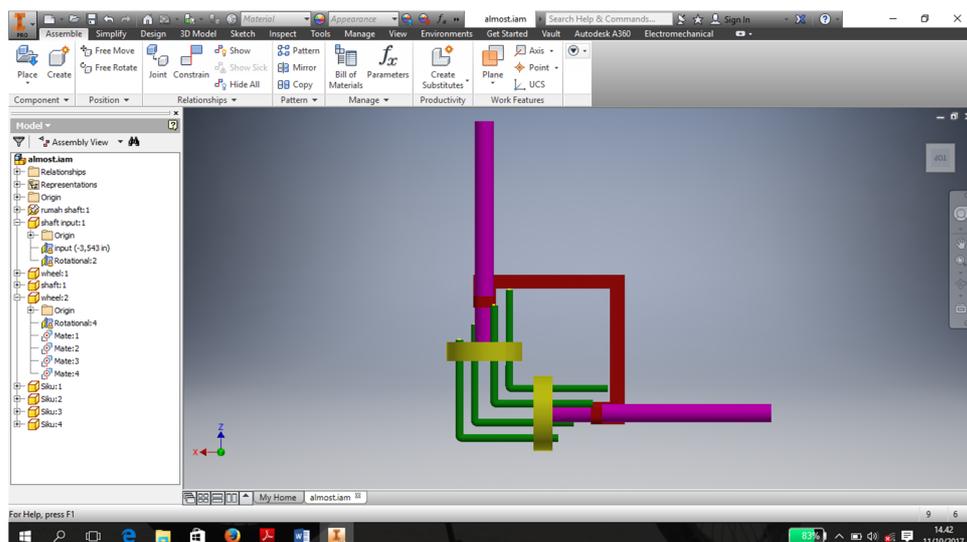
- File Drawing



Gambar 2.21 Ikon Drawing

File Drawing (\*.idw) digunakan untuk membuat dokumentasi 2D dari suatu desain. Dalam file drawing kita bisa menambahkan dimensi, keterangan, dan pandangan yang dibutuhkan untuk manufaktur. File drawing berhubungan dengan file part dan file assembly, sehingga setiap perubahan pada file part dan assembly akan direfleksikan secara otomatis pada file tersebut.

Dari penjelasan di atas kami mencoba untuk membuat design kami sendiri walaupun hanya sebagian kecil dari proyek tugas akhir yang akan kami kerjakan. Berikut contoh gambar dari satu titik yang menggambarkan posisi gearless transmission tersebut.



Gambar 2.22 Rancangan Gearless Transmission