

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Perancangan

Perancangan adalah penentuan akhir ukuran yang dibutuhkan untuk membentuk struktur atau komponen sebagai suatu keseluruhan dalam menentukan konstruksi sesungguhnya yang dapat dikerjakan. Masalah utama dalam proses perancangan struktur adalah masalah beban yang dapat ditahan oleh struktur tersebut. Suatu struktur atau komponen harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan maksimum yang ditimbulkan oleh beban baik dalam bentuk tegangan aksial, lentur maupun geser.

Beberapa sifat yang menentukan kualitas bahan struktur antara lain kekuatan (*strength*) yaitu kemampuan bahan untuk menahan tegangan tanpa terjadi kerusakan, elastisitas (*elasticity*) yaitu kemampuan bahan untuk kembali ke ukuran dan bentuk asalnya, setelah gaya luar dilepas. Sifat ini sangat penting pada semua struktur yang mengalami beban berubah-ubah. Sifat lainnya adalah kekakuan (*stiffness*) adalah sifat yang didasarkan pada sejauh mana bahan mampu menahan perubahan bentuk, dan keuletan (*ductility*) adalah sifat dari bahan yang memungkinkan bisa dibentuk secara permanen melalui perubahan bentuk yang besar tanpa terjadi kerusakan. Sifat ulet sangat diperlukan untuk bahan yang mengalami beban secara tiba – tiba.

Setiap proses perancangan dibutuhkan teori – teori untuk menentukan besarnya nominal pengujian. Teori tersebut juga dapat berfungsi untuk memprediksi hasil akhir yang sesuai dengan keinginan. Teori - teori yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

1. Hukum Newton II

Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada benda berbanding lurus dengan besar gayanya dan berbanding terbalik dengan masa benda. Hukum ini dikenal sebagai hukum Newton II. Massa adalah partikel m , maka hukum ini dapat dituliskan dalam bentuk matematis⁴

$$F = m \times a \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

F = Gaya (N)

a = Percepatan (m/s²)

m = massa (kg)

Persamaan ini dinyatakan sebagai persamaan gerakan, dan merupakan rumus terpenting dalam mekanika.

2. Percepatan sesaat

Percepatan sesaat didefinisikan sebagai perubahan kecepatan sesaat untuk selang waktu Δt sangat kecil mendekati nol. Secara

⁴ J.L Meriem dan L.G Kraige, *Mekanika teknik statika* (Jakarta : Erlangga,1987), hal:5

matematis, persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut⁵

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \dots \dots \dots (2.2)$$

Percepatan merupakan besaran vektor karena berasal dari pembagian vektor kecepatan dengan skalar waktu. Satuan yang biasa digunakan untuk percepatan adalah m/s²

3. Tegangan

Tegangan yang bekerja pada penampang bahan dapat dirumuskan sebagai berikut⁶ :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

P = Beban (Newton)

A= Luas Penampang (m²)

σ = Tegangan (N/m²)

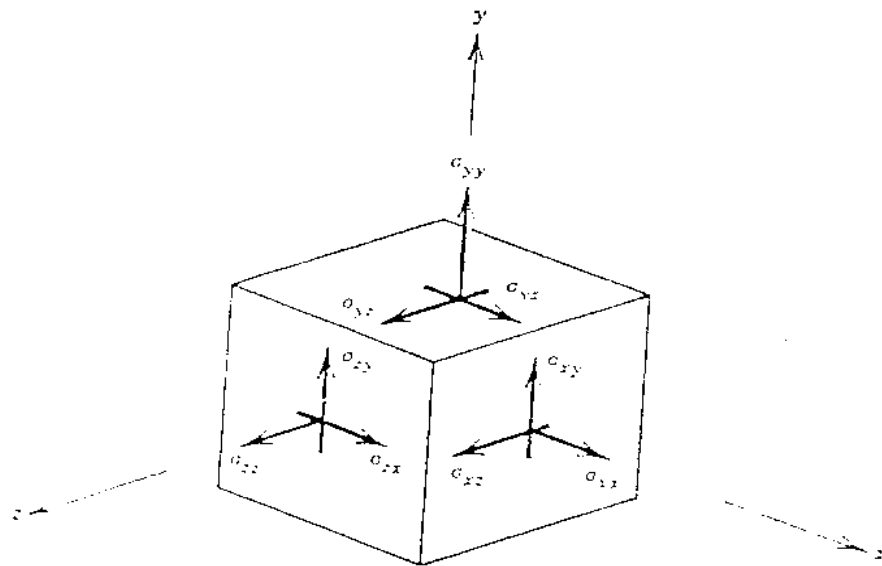
Menentukan bahan untuk perancangan sebuah komponen, maka hal terpenting adalah besarnya nilai tegangan yang mampu ditahan suatu bahan. Tegangan yang ditentukan pada bahan tertentu dalam perancangan diantaranya tegangan batas didefinisikan sebagai tegangan satuan terbesar suatu bahan yang dapat ditahan tanpa menimbulkan kerusakan. Tegangan ijin yaitu bagian kekuatan batas yang bisa aman digunakan pada

⁵ R.C Hibbeller, *Mekanika teknik dinamika* (Jakarta:PT. Prenhalindo,1998) hal.6

⁶ James Gere, Stephen Timoshenko, *Mekanika bahan*, (Jakarta:Airlangga,1996) hal.3

perancangan.

Secara umum tegangan dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu tegangan normal adalah tegangan yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan yang mengalami tegangan. Tegangan geser adalah tegangan yang bekerja sejajar terhadap permukaan yang mengalami tegangan. Tegangan yang bekerja pada sebuah benda kerja terdiri dari enam komponen yang didasarkan pada sumbunya, keenam komponen tersebut dapat terlihat seperti pada gambar 2.1



Gambar 2.1. Enam komponen tegangan⁷

4. Regangan

Regangan dipelajari untuk mempelajari deformasi yang terjadi pada benda. Nilai regangan diperoleh dengan membagi perpanjangan (δ)

⁷ Larry J. Sigerlind, *Applied finite element analysis*, 1999 hal. 287

dengan panjang (L) yang telah diukur, dengan demikian dapat dirumuskan secara matematis⁸

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

ε = regangan

δ = perubahan bentuk aksial total (mm)

L = panjang (mm)

5. Hukum Hooke's

Sesuai dengan hukum Hooke's tegangan adalah sebanding dengan regangan. Kesebandingan tegangan terhadap regangan dinyatakan perbandingan tegangan satuan terhadap regangan satuan. Pada bahan kaku tetapi elastis seperti baja, kita peroleh bahwa tegangan satuan yang diberikan menghasilkan perubahan bentuk yang relatif kecil. Pada perkembangannya hukum Hooke's tidak hanya sebatas pada hubungan tegangan – regangan saja, tetapi berkembang menjadi modulus young atau modulus elastisitas. Modulus elastisitas dapat dirumuskan secara matematis⁹

$$\sigma = E\varepsilon \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

E =Modulus elastisitas (N/m²)

⁸ Ibid, hal 5

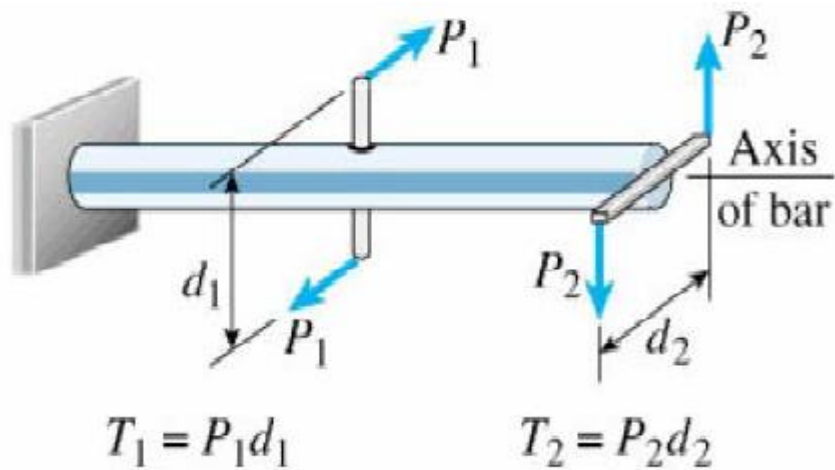
⁹ Ibid, hal 19

σ = Tegangan (N/m²)

ε = Regangan

6. Puntiran

Puntiran adalah perlakuan material yang dibebani dengan kopel – kopel sejajar terhadap diameter menghasilkan perputaran terhadap sumbu longitudinalnya. T_1 dan T_2 adalah torsi yang terbagi secara berlawanan yaitu P_1 dan P_2 sejajar dengan diameter batang ditunjukkan pada gambar dibawah ini



Gambar 2.2. Batang yang mengalami puntiran karena dibebani dengan kopel – kopel T_1 dan T_2 ¹⁰

Puntiran seragam ketegaran puntir dari suatu benda dapat diketahui melalui persamaan¹¹

$$\phi = \frac{TL}{GIp} \dots\dots\dots (2.6)$$

¹⁰ Ibid. hal 141

¹¹ Ibid. hal 145

Keterangan :

ϕ = Sudut punter (rad)

T =Torsi (N.m)

L =Panjang (m)

G =Modulus elastisitas geser (Pa)

I_p =Moment inersia (m^4)

Tegangan geser maksimum dalam batang yang dikenai puntiran dapat ditentukan melalui persamaan¹² :

$$\tau_{max} = \frac{Tr}{I_p} \dots\dots\dots(2.7)$$

Persamaan ini dikenal sebagai rumus puntir, memperlihatkan bahwa tegangan geser maksimum berbanding lurus dengan puntir T yang dikenakan jari – jari r tetapi berlawanan dengan momen lembab kutub penampang. Berbeda ketika torsi diterapkan pada sebuah batang dengan luas penampang berbentuk persegi panjang, maka tegangan geser maksimum dalam batang yang dikenai puntiran dapat ditentukan melalui persamaan¹³ :

$$\sigma_{max} = \frac{T}{c_1wh^2} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan

T = Torsi (Nm)

w = Lebar (m)

¹² Ibid, hal 145

¹³ Saeed Moaveni, *Finite Element Analysis Theory and Application With ANSYS*, (New Jersey:Prentice Hall, inc.,1999) hal.316

$h =$ Tinggi (m)

$c =$ konstanta (perbandingan lebar dengan tinggi)

B. Momen Inersia

Momen inersia adalah suatu besaran yang memperlihatkan tentang usaha suatu system benda untuk menentang gerak rotasinya. Pada dasarnya menentukan momen inersia benda berwujud tertentu seperti silinder pejal, bola dsb cenderung lebih mudah dibandingkan jika harus menentukan besar momen inersia untuk bentuk yang tidak beraturan dengan distribusi yang tidak sama. Teorema sumbu sejajar digunakan untuk menentukan momen inersia sebuah benda tegar terhadap sumbu apapun, bila diketahui momen inersia suatu objek terhadap sumbu yang melalui pusat massa yang sejajar dengan sumbu pertama, serta jarak tegak lurus antara kedua sumbu tersebut.

Perhitungan momen inersia dapat dilakukan dengan mencari pusat massa melalui persamaan berikut :

$$\bar{y} = \frac{\sum A_1 y_1}{\sum A_1} \dots\dots\dots (2.9)$$

Momen inersia terhadap sumbunya dapat diketahui melalui persamaan¹⁴:

$$I_{xx} = \sum I_{xi} + \sum A_i \delta y_i^2 \dots\dots\dots (2.10)$$

Momen inersia dari benda tersebut dapat diketahui melalui persamaan :

¹⁴ Kadek agus rudi ardika, *Contoh perhitungan momen inersia* (online) <http://duniatekniksipil.web.id/840/contoh-perhitungan-momen-inersia/#more-840> (diakses pada tanggal 10 januari 2013 pukul 21.00WIB)

$$I_p = I_{xx} + I_{yy} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

A_1 = Luas bidang benda (mm^2)

y_1 = Jarak tegak lurus terhadap sumbu y(mm)

\bar{Y} = Jarak pusat massa terhadap sumbu y atau *centroid* (mm)

δy_i^2 = Jarak pusat massa suatu benda terhadap *centroid* (mm^2)

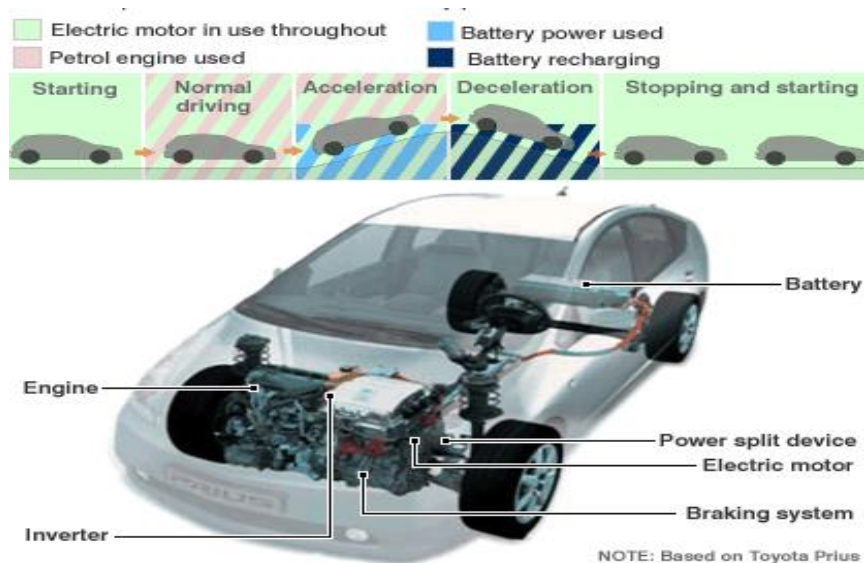
I_{xi} = Momen inersia suatu objek terhadap pusat massa (mm^4)

I_{xx} = Momen inersia terhadap *centroid* (mm^4)

I_p = Momen inersia (mm^4)

C. Sistem *Hybrid*

Sistem *hybrid* adalah teknologi yang memiliki dua sumber gerak yaitu memiliki satu unit mesin bensin atau diesel dan sebuah mesin elektrik atau bisa disebut dengan generator. Sistem ini telah diterapkan pada kendaraan roda empat dan terus dikembangkan. Pada mobil, mesin utama yang digunakan relatif lebih kecil dibandingkan dengan mesin mobil konvensional pada umumnya. Mesin bensin/diesel bergerak dengan kecepatan tinggi saat itulah mesin elektrik merubah energi dari perputaran mesin menjadi energi listrik yang selanjutnya disimpan pada sebuah baterai yang tersedia yang kemudian digunakan motor listrik dan juga sebagai energi cadangan. Seperti terlihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3. Komponen utama mobil *Hybrid*¹⁵

Mesin *hybrid* dapat disebut mesin yang dapat berpikir, hal ini dikarenakan kinerja mesin konvensional dan motor elektrik dikontrol oleh *ECU (Elektronik Control Unit)* secara otomatis. Misalnya ketika mobil melakukan pengereman ataupun sedang berhenti saat lampu merah, maka saat tersebut mesin secara otomatis akan mati atau tidak melakukan pembakaran/kompresi. Posisi kendaraan sedang menanjak ataupun membutuhkan ekstra akselerasi maka motor elektrik akan berfungsi menambah energi gerak yang telah diubah dari energi listrik.

Berbeda dengan mobil konvensional terdahulu, pada mobil *hybrid* terdiri beberapa komponen tambahan yang penting untuk menjalankan sistem kerjanya diantaranya adalah :

¹⁵ Beccary, Tentang mobil hybrid, (online) <http://bahanbakarminyak.files.wordpress.com/2012/11/mobil-hibrid21.gif> (diakses pada tanggal 19 juli 2013 pukul 01.57)

1. Motor listrik

Pada mobil *hybrid* terdapat motor listrik yang berfungsi sebagai salah satu sumber gerak untuk menjalankan kendaraan. Motor listrik yang digunakan sudah memiliki teknologi elektronik yang sangat canggih karena motor listrik ini bisa berfungsi juga sebagai generator. Sebagai contoh motor listrik mengambil energi dari baterai saat diperlukan, yaitu pada saat akselerasi. Tetapi pada saat deselerasi, motor listrik berfungsi menangkap energi dan mengkonversikannya menjadi motor listrik dan didistribusikan ke baterai yang terdapat pada mobil *hybrid*.

2. Generator

Generator merupakan komponen penting dan sangat identik dengan mobil *hybrid* tetapi fungsinya untuk menghasilkan tenaga listrik. Tenaga listrik yang dihasilkan generator dan akan tersimpan pada baterai. Ini yang membedakan mobil *hybrid* dengan kendaraan lainnya, dengan adanya generator baterai pada kendaraan ini akan terisi secara otomatis.

3. Baterai

Baterai yang ada di mobil *hybrid* berfungsi untuk menyimpan energi yang dibutuhkan motor listrik. Berbeda dengan bensin yang ada di dalam tangki bensin yang hanya bisa mensuplai mesin bensin, motor listrik yang ada di mobil *hybrid* selain menggunakan energi yang ada di

baterai, tetapi bisa juga berfungsi untuk mengubah energi kinetik menjadi arus listrik untuk mengisi baterai.

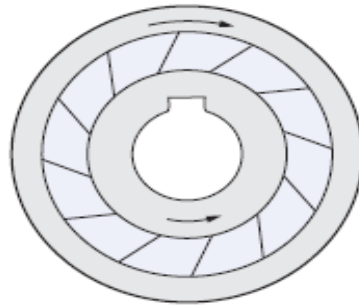
D. Definisi *Freewheel*

Freewheel adalah kopling presisi yang positif mengunci pada saat mengirimkan torsi dalam satu arah rotasi, tetapi dapat terlepas untuk memutuskan torsi dalam arah yang berlawanan. Mekanisme seperti ini dikategorikan dalam kopling tidak tetap. *Freewheel* merupakan salah satu kopling mekanik yang telah lama digunakan dalam bidang teknik, maka tak heran jika *freewheel* banyak dijumpai diberbagai tipe mesin. Asli dari jenis *freewheel* didasarkan prinsip kerja *ratchet gear* dan beberapa *pawl*. *Freewheel* sering memberikan solusi sederhana dan biaya yang rendah bagi banyak aplikasi dalam bidang teknik. *Freewheel* dikembangkan seiring dunia keteknikan yang berkembang begitu pesat. Tuntutan kecepatan tinggi, tingkat kebisingan dan getaran yang rendah dalam pengoperasannya dan tingkat akurasi telah menyebabkan perkembangan *freewheel* dalam berbagai pilihan seperti *Sprag*, *roller ramp*, dan sebagainya.

Seiring pesatnya perkembangan *freewheel*, maka para teknisipun mengelompokkan *freewheel* menjadi beberapa kategori yang dimaksudkan untuk mempermudah mengenali ciri *freewheel* tersebut. *Freewheel* digunakan untuk 3 dasar fungsi transmisi, yaitu *Overrunning Clutch*, *Indexing Clutch*, dan *Backstopping Clutch*. Dibawah ini terdapat penjelasan lebih rinci terkait jenis dari *freewheel*

1. *Overrunning Clutch*

Overrunning clutch adalah tipe *freewheel* dengan modus operasi cincin dalam (*output*) dapat berputar lebih cepat daripada cincin luar (*input*) dan cincin luar akan terus memutar cincin dalam jika cincin dalam berputar lebih lambat atau berhenti. Tipe ini diaplikasikan untuk siaga dan menggabungkan gerakan atau meneruskan torsi. *Overrunning clutch* dapat terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2.4. *Freewheel* tipe *overrunning clutch*¹⁶

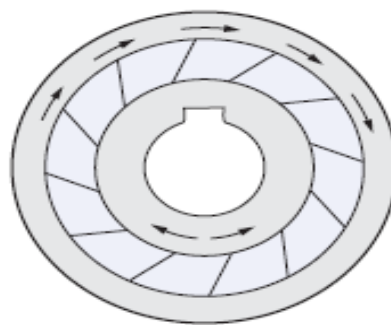
Salah satu contoh aplikasi *freewheel* ini terdapat pada sepeda. *freewheel* difungsikan untuk memutuskan putaran ketika sepeda menghadapi lintasan menurun yang curam dan memberikan putaran pada lintasan yang datar untuk membuat roda bergerak. Ini merupakan salah satu sistem keamanan dalam berkendara yang sederhana.

2. *Indexing Clutch*

Indexing Clutch adalah tipe *freewheel* yang dapat bergerak maju mundur ataupun bolak balik secara berselingan dalam satu arah gerak.

¹⁶ Industrial magza dist. autorizado, *Clutch funtions and applications* hal. 2

Gerakkan yang dapat maju dan mundur secara berselingan menyebabkan kecepatan rotasi menjadi lambat. Penerapan *freewheel* jenis ini sangat membantu diberbagai perusahaan, karena dapat dimanfaatkan untuk memindahkan benda kerja yang berat sesuai arah lintasan yang dibuat. *Freewheel* ini diaplikasikan didalam berbagai benda kerja seperti conveyor, mesin textile, mesin printer dan lain lain.

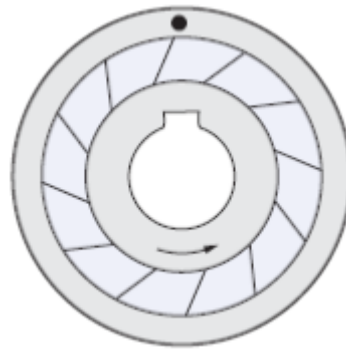


Gambar 2.5 *Freewheel* tipe *Indexing clutch*¹⁷

3. *Backstop Clutch*

Berbeda dengan tipe sebelumnya, *Backstop Freewheel* hanya mempunyai satu arah rotasi sedangkan arah rotasi sebaliknya tidak dapat bergerak. Fungsinya sebagai sistem pengaman dengan cara mencegah rotasi terbalik. Putaran yang tinggi pada benda kerja akan menyisakan putaran kearah sebaliknya ataupun dalam kondisi tertentu menyebabkan putaran kearah sebaliknya, dan ini sangat dihindari karena dapat menyebabkan kerusakan pada mesin.

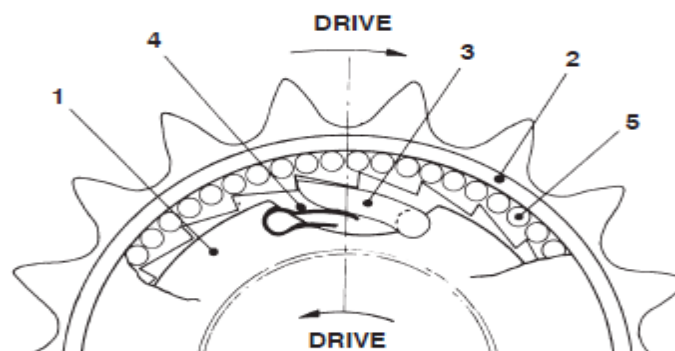
¹⁷ Ibid.,hal 2



Gambar 2.6 *Freewheel* tipe *Backstop clutch*¹⁸

E. *Ratchet Freewheel*

Ratchet Freewheel adalah *freewheel* yang memungkinkan gerak linier atau berputar terus menerus hanya dalam satu (bebas) sementara mempunyai kemampuan memindahkan tenaga putaran tinggi pada salah satu arah putaran sebaliknya (mengunci). Cara kerja *freewheel* tipe ini menggunakan konstruksi *ratchet gear* dan *pawl*. Tidak hanya difungsikan untuk meneruskan puntiran sistem *ratchet gear* dan *pawl* juga dapat difungsikan untuk menahan atau mencegah putaran, hal ini sangat bergantung dari design yang dibuat.



Gambar 2.7 *Ratchet Freewheel*¹⁹

¹⁸ Ibid.,hal 2

Freewheel terbagi dalam beberapa bagian yang dapat diaplikasikan pada sepeda motor *hybrid* :

1. *Ratchet gear dan pawl*

Ratchet gear dan *pawl* merupakan suatu kesatuan yang menjadi dasar kerja *freewheel*. Tidak hanya pada *freewheel*, sistem *ratchet gear* dan *pawl* ini juga diaplikasikan diberbagai alat ataupun mesin. *Ratchet gear* atau gigi searah adalah bentuk gigi yang dipotong untuk satu arah operasi memutuskan puntiran dan untuk mentransmisikan puntiran pada gerak berlawanan. *Ratchet gear* dibuat dengan bentuk seragam tetapi asimetris, dimasing – masing gigi memiliki kemiringan tertentu pada satu sisi. Hal ini yang menyebabkan *ratchet gear* mempunyai dua mekanisme.

Pawl adalah komponen yang berfungsi untuk mentransmisikan atau memberikan puntiran dengan cara mendorong *ratchet gear* atau menahan *ratchet gear* berputar sesuai dengan desainnya. Bentuk *pawl* berupa balok, yang ujungnya disesuaikan dengan *ratchet gear*. Dalam sebuah rancangan *freewheel*, banyaknya *pawl* dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Aplikasi jumlah *pawl* disesuaikan, untuk mentransmisikan torsi yang besar dibutuhkan banyak *pawl*, mengingat fungsi *pawl* adalah meneruskan puntiran.

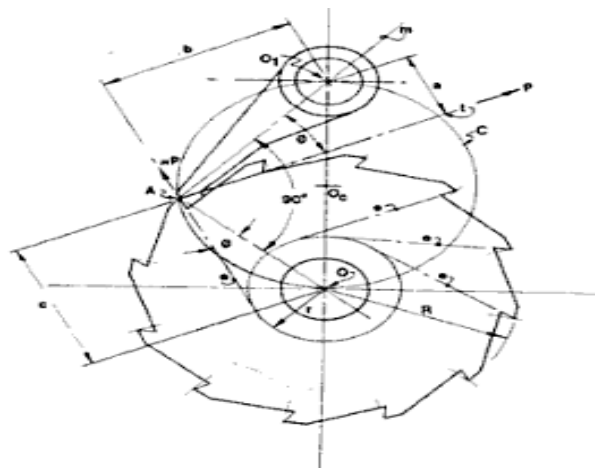
¹⁹ Cross morse, *Freewheel clutch catalogue* hal 2, (online) <http://pdf.directindustry.com/pdf/cross-morse/freewheel-clutches/20096-39392.html> (diakses di tanggal 19 juli2013 pukul 02.27 WIB)

Pembuatan desain sistem *ratchet gear* dan *pawl* yang perlu diperhatikan untuk memudahkan membuat sistem *ratchet gear* yaitu²⁰ :

- Tentukan puncak, ukuran gigi dan jari – jari R untuk memenuhi persyaratan kekuatan dan mekanisme sistem *ratchet gear*
- Tentukan posisi titik O, O1, dan A sehingga terbentuk lingkaran C dengan sudut OAO1 adalah 90°
- Tentukan sudut ϕ melalui hubungan $\tan \phi = r/c = a$ nilai yang lebih besar dari nilai koefisien gesek bahan *ratchet gear* dan *pawl*. 0,25 adalah standar jika menggunakan bahan baja karbon rendah dan sedang. Atau $R/r = 0,25$, karena sudut sinus dan tangen ϕ mendekati antara sudut 0° – 30°

Catatan : Nilai c ditentukan oleh persyaratan geometri *ratchet gear* , sehingga untuk menyelesaikan r adalah :

$$r = R \tan \phi = R (0,25) \dots\dots\dots (2.12)$$



Gambar 2.8 *Ratchet wheel geometry, external teeth*

²⁰ Ronald walsh, *Machining and Metalworking Handbook*. (New York : McGraw-Hill,1997) hal. 1140

Rumus perhitungan *pitch ratchet gear* dapat dijelaskan dengan persamaan²¹

$$P^2 = \frac{\alpha m}{l S_s N} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan

P^2 = Luas puncak gigi (in²)

m = Momen (torsi) pada poros roda *ratchet* (lb.in)

l = Panjang permukaan gigi (in)

S_s = Tegangan (Psi)

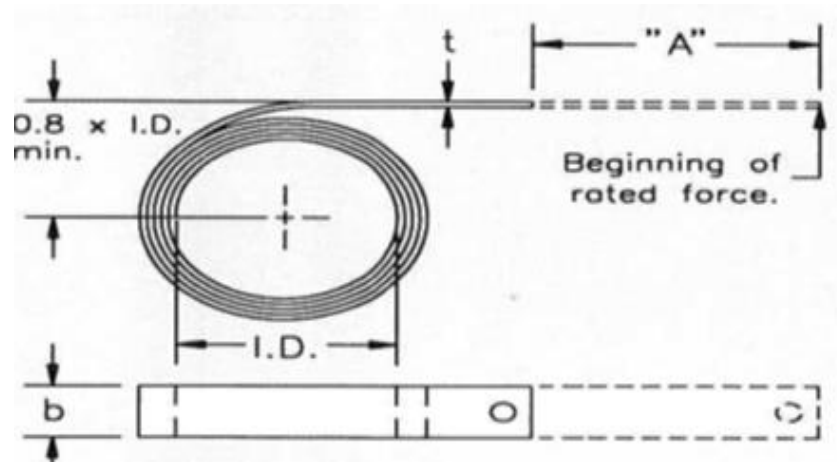
N = Jumlah gigi pada *ratchet gear*

α = Koefisien; 50 untuk gigi < 12, 35 untuk gigi 13 - 20 gigi, dan
20 untuk gigi > 20 gigi

2. Pegas gaya konstan

Pegas gaya konstan adalah pegas tarik berbentuk sedikit lengkung, tidak datar, sedemikian agar gaya yang diperlukan untuk membuka gulungan selalu konstan. Pegas ini ekuivalen dengan nilai pegas yang sama dengan nol, namun demikian terkadang dalam aplikasinya diharapkan pegas mempunyai nilai negatif (lebih kecil dari gaya) ataupun positif (lebih besar dari gaya). Pegas gaya konstan yang biasa digunakan untuk sistem *ratchet gear* dan *pawl* diambil dari nilai gravitasi atau berat dari *pawl* itu sendiri seperti ditunjukkan gambar berikut.

²¹ Ibid.,hal 1142



Gambar 2.9 Pegas Gaya Konstan²²

Beberapa material telah digunakan untuk membuat pegas gaya konstan yaitu : *stainless steel*, *high carbon steel*, *Inconel*, plastik dan lain – lain sesuai aplikasinya. Tipe *301 stainless steel* terbukti lebih unggul dari segi kualitas, daya tahan, ketersediaan bahan, penyimpanan *stress* dan biaya produksinya lebih murah.

Perhitungan untuk menentukan suatu material yang digunakan pegas gaya konstan dan aman pada aplikasinya dapat dihitung dengan persamaan²³ :

$$P = \frac{Ebt^3}{26.4 Rn^2} \dots\dots\dots (2.14)$$

Perhitungan untuk mengetahui keamanan pada bagian A sangat bergantung pada ketebalan desain. Ketebalan pegas gaya konstan dapat

²² Vulcan, *Constant force spring design guide* (Pennsylvania : Vulcan spring & Mfg .Co, 1995) hal. 3

²³ Lee spring, *Constant force spring design theory*, (online) <http://springipedia.com/constant-force-design-theory.asp> (diakses pada tanggal 19 juli 2013 pukul 01.57)

diketahui dengan persamaan²⁴ :

$$S = \frac{Et}{2 Rn} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan

P = Beban (Lbs)

E = Modulus Elastisitas (Psi)

b = Lebar (in)

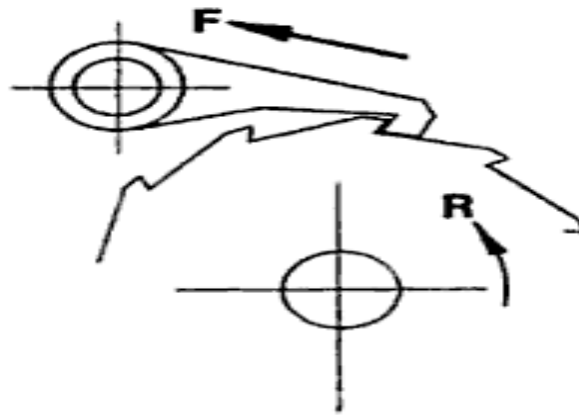
t = Tebal (in)

Rn = Diameter dalam dibagi 2 (in)

F. Mekanisme *Ratchet Freewheel*

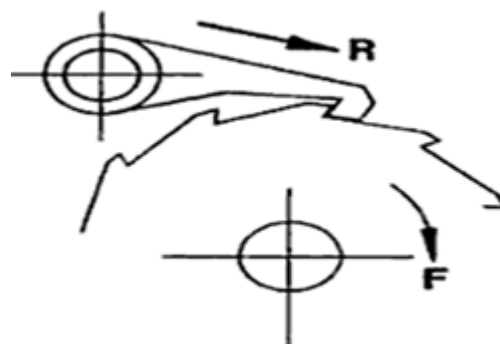
Ratchet freewheel memiliki mekanisme yang istimewa, kopling ini mempunyai dua mekanisme dalam penggunaannya, yaitu mekanisme untuk mengirimkan torsi ataupun untuk memutuskan torsi. Mekanisme pada saat mengirimkan torsi dapat terjadi dikarenakan permukaan *pawl* yang ujungnya berbentuk balok berbenturan dengan *pitch* dari *ratchet gear* sehingga terjadi dorongan.

²⁴ Ibid



Gambar 2.10 mekanisme *ratchet gear* dan *pawl posisi mengirim torsi*²⁵

Mekanisme pada saat memutuskan torsi terjadi ketika *ratchet gear* berputar berlawanan arah. *Pawl* akan bergesekan dengan lembut dan bergerak mengikuti permukaan miring dari *ratchet gear*. Posisinya melewati *pitch ratchet gear* maka *pawl* akan ditekan oleh pegas untuk mengembalikan *pawl* ke posisi semula dan bersiaga untuk mengirim torsi jika diputar ke arah berlawanan. Posisi *pawl* tertekan oleh pegas maka akan terdengar suara klik akibat benturan permukaan miring *ratchet gear* dan *pawl*.



Gambar 2.11 mekanisme *ratchet gear* dan *pawl posisi bebas*²⁶

²⁵ Ronald Walsh, op.cit., hal 1138

G. Baja

Baja adalah sebuah paduan dasar unsur besi, ditempa pada kondisi yang tepat dan baja mengandung sampai 2 % karbon. Paduan disebut baja jika besi dan karbon merupakan elemen penting yang mempengaruhi meskipun proporsi unsur – unsur lain lebih tinggi dan jumlah besi relatif lebih kecil. Besi merupakan elemen utama dalam baja dengan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Baja karbon adalah baja yang paling populer didunia, hampir 90 % baja didunia diproduksi dalam jenis ini. Besi merupakan unsur keempat yang paling berlimpah dimuka bumi yang sebagian besar terdapat dalam inti bumi. Besi murni yang lembut dan lunak, dan ulet sangat berguna untuk dijadikan magnet. Beberapa unsur seperti mangan, belerang, silikon, kromium, molybdenum, posfor ditambahkan untuk memperbaiki sifat – sifat baja.

Baja mempunyai keuntungan yang cukup tinggi yaitu kekuatan tariknya antara 300 MPA sampai 3000 MPA. Kekuatan yang tinggi mengakibatkan ukuran penampang baja relatif lebih kecil dibandingkan bahan lainnya. Struktur baja lebih ringan meskipun mempunyai berat jenis yang tinggi.

Menurut jenisnya, baja dapat dibedakan menjadi 4²⁷, yaitu

1. Baja karbon

Baja karbon adalah baja yang tidak mengandung aluminium, boron, kromium, kobalt, kolumbium, molybdenum, nikel, titanium,

²⁶ Ibid

²⁷ Paramount Infotech, *Types of steel*, (online), http://www.steeltalk.com/types_steel.php (diakses tanggal 4 maret 2013 pukul 02.30 WIB)

tungsten, vanadium atau zirconium. Baja karbon merupakan baja yang mengandung karbon antara 0,3 % sampai 1,7 %. Baja menurut kandungan karbonnya dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu :

a. Baja karbon rendah atau *Mild steel*

Baja karbon rendah adalah baja yang memiliki kadar C kurang dari 0,3 %. Baja jenis ini memiliki kekuatan sedang dan keuletan yang baik dan banyak digunakan untuk tujuan konstruksi seperti jembatan. Baja karbon rendah dapat dikeraskan melalui proses perlakuan panas. Penurunan kadar karbon dapat meningkatkan sifat elastisnya dan dapat digunakan untuk kawat, paku keling, sekrup, roda gigi, katup, porong engkol dll.'

b. Baja karbon sedang

Baja karbon sedang adalah baja yang memiliki kadar C antara 0,3 % - 0,7 %. Baja karbon sedang banyak digunakan untuk komponen yang membutuhkan kekuatan tinggi dan ketahanan lelah yang baik seperti kopleng, as roda, rel kereta dll.

c. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi adalah baja yang memiliki kadar C antara 0,7 % - 1,7 %. Baja ini memiliki kekerasan yang tinggi dan ketangguhan yang rendah. Baja karbon tinggi memiliki kombinasi sifat

yang cocok untuk diaplikasikan pada bearing dimana ketahanan aus yang penting dan tekanan yang rendah meminimalisir kegetasan pada baja.

2. Baja Paduan (*Alloy Steel*)

Baja paduan adalah baja yang dibuat dengan menambahkan satu atau lebih unsur lain selain karbon, sehingga diperoleh sifat – sifat baja baru. Unsur yang digunakan sebagai paduan diantaranya kobalt, kolumbium, molybdenum, nikel, titanium, tungsten, vanadium atau zirconium dengan Alumunium, boron dan kromium mencapai 3,99 %. Baja paduan memiliki sifat kekerasan pada permukaan bergantung pada kandungan karbon tetapi kekerasan pada bagian dalam bergantung paduan yang telah diberikan pada baja.

Baja paduan mempunyai beberapa keunggulan yang diantaranya adalah kekerasan yang tinggi, tidak mudah retak, elastisitas tinggi, tahan terhadap suhu tinggi, mampu menghilangkan stress pada bagian yang diberikan dan daya tahan yang baik. Kekurangan yang dimiliki *alloy steel* adalah biaya yang cukup mahal, dibutuhkan penangana khusus untuk pembuatannya dan kerapuhan pada bagian tertentu.

3. Baja Perkakas

Baja perkakas adalah baja khusus yang dikembangkan untuk membentuk, memotong atau mengubah bentuk bahan menjadi produk

setengah jadi ataupun produk jadi. Sifat dari baja perkakas diantaranya, sedikit perubahan untuk membentuk, resiko retak sangat kecil, ketangguhan yang baik, ketahanan aus yang baik, tingkat pendinginan pasti. Baja perkakas memiliki beberapa jenis, yaitu *Water Hardening steel*, *Shock resisting steel*, *Cold – work tools steel*, *hot work steel*, *High speed steel*, dan *special purpose tool steels*.

4. *Stainless Steel*

Stainless steel adalah baja tahan karat yang mengandung setidaknya 10,5 kromium .Kehadiran kromium menciptakan selaput permukaan tak terlihat yang tahan oksidasi dan membuat bahan “ pasif “ atau tahan korosi. Unsur nikel dan molybdenum ditambahkan untuk meningkatkan ketahanan korosi, kekuatan dan ketahanan panas. *Stainless steel* dibedakan menjadi 3 jenis²⁸, yaitu :

a. *Austenitic steel*

Austenitic disebut juga 18-8 atau seri 300 karena mengandung 18 % kromium dan 8 % nikel. *Austenitic* cukup mudah dibuat dan dilas. *Austenitic* memiliki kekuatan yang tinggi, penampilan yang baik, tahan karat dan juga elastisitas yang tinggi sehingga jenis ini banyak dikomersilkan.

²⁸ _____, *Stainless steel*, (online), http://www.steeltalk.com/types_steel.php (diakses tanggal 4 maret 2013 pukul 02.35 WIB)

b. *Martensitic*

Martensitic adalah *stainless steel* yang mengandung 12 – 20 % kromium. *Martensitic* bersifat magnetic, tidak mudah dilas, dan juga memiliki kekuatan tinggi. *Martensitic* lebih tahan terhadap korosi dibandingkan baja karbon, dengan sifat tersebut jenis ini ideal digunakan untuk pisau dan sendok.

c. *Ferritic*

Ferritic adalah *stainless steel* yang mengandung 11 – 27 % kromium dengan kandungan baja karbon rendah berkisar 0,1 % - 0,35 %. *Ferritic* memiliki ketahanan korosi yang baik dan lunak dikarenakan kandungan baja karbon rendah. Jenis ini baik digunakan untuk perhiasan.

Berdasarkan pada komposisinya, Baja dapat digolongkan menjadi 3²⁹. Salah satunya adalah baja karbon. Kedua golongan lainnya yaitu *Low alloy* adalah paduan baja rendah merupakan kategori bahan besi yang memiliki sifat mekanik lebih baik dari baja karbon biasa sebagai hasil penambahan unsur – unsur paduan seperti nikel, kromium, dan molybdenum. Jumlah kandungan dapat berkisar 2,07 % ataupun lebih yang berfungsi untuk meningkatkan pengerasan dan mengoptimalkan sifat mekanik dan ketangguhan setelah

²⁹ _____, *Classification of steel*, (online), http://www.steeltalk.com/types_steel.php (diakses tanggal 4 maret 2013 pukul 02.40 WIB)

perlakuan panas. Beberapa kasus penambahan paduan untuk mengurangi degradasi lingkungan dalam kondisi tertentu.. dan *High Strength Low alloy (HSLA)* adalah baja *microalloyed* yang dirancang untuk memberikan sifat yang lebih baik dari baja konvensional. Baja ini dirancang untuk memenuhi sifat mekanik khusus dari komposisi kimianya dan bervariasi untuk ketebalan produk. *HSLA* mengandung kandungan karbon rendah (0,5 sampai 0,25 % C) untuk menghasilkan sifat mudah bentuk dan mampu las yang memadai dan kandungan mangan hingga 2,0 %. Beberapa elemen paduan dalam jumlah kecil ditambahkan untuk meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan terhadap korosi.

H. Finite Element Analysis

Finite Element Analysis adalah suatu proses perhitungan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah dalam rancang bangun, diantaranya analisis tegangan, perpindahan panas, elektromagnetik, dan aliran fluida. Ide dari FEA adalah membagi benda kerja menjadi banyak elemen kecil yang berhingga sehingga dapat membantu perhitungan analitik differential yang sangat sulit dilakukan karena berbagai faktor seperti geometri, variasi beban dan waktu yang simultan. Elemen – elemen kecil tersebut dapat disusun persamaan matrik yang diselesaikan secara numerik sehingga mendapatkan hasil perhitungan dari batasan dan beban yang telah diberikan sebelumnya.

Beberapa contoh perhitungan tegangan, kita dapat mengetahui besarnya nilai tegangan sebuah benda ketika diberikan beban tertentu dengan melakukan perhitungan analitik. Perhitungan ini mempunyai banyak asumsi – asumsi ideal yang jauh dari realita, namun dapat memberikan solusi dengan menempatkan nilai faktor keamanan yang tinggi. Berbeda jika benda kerja relatif tidak beraturan ataupun ingin mengetahui lebih detail tegangan yang terjadi pada lokasi tertentu, maka perhitungan analitik tidak mampu memenuhinya. FEA salah satu metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan perhitungan tersebut.

Secara umum perhitungan dengan FEA dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu³⁰:

1. Preprocessing

- a. Membuat dan membagi benda kerja menjadi elemen hingga.
- b. Asumsi fungsi sebagai representasi sifat fisik dari elemen
- c. Mengembangkan persamaan untuk elemen
- d. Menggabungkan persamaan elemen – elemen untuk menggambarkan masalah keseluruhan. Terbentuk global stiffness matrik
- e. Memberikan kondisi batas, kondisi awal dan beban

2. Solution

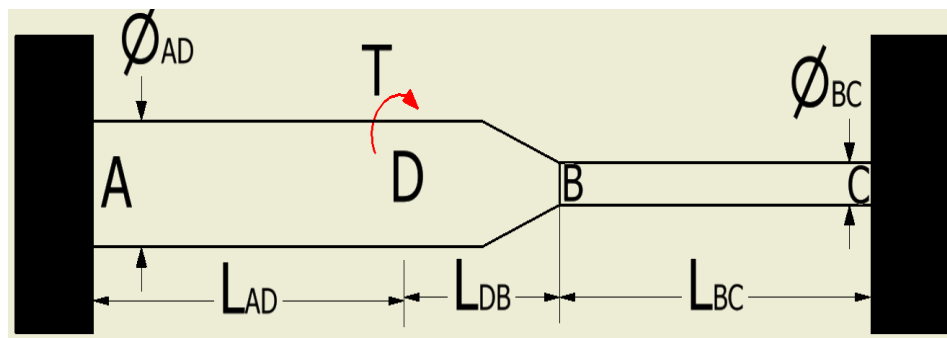
- f. Menyelesaikan persamaan linier atau non linier dengan menggunakan persamaan aljabar untuk mendapatkan hasil node

³⁰ Saeed Moaveni, . op.cit hal.6

3. Postprocessing

- g. Mengambil data – data penting atau hasil perhitungan lainnya.

Penjelasan dari *Finite Element Analysis*, penulis memberikan contoh cara perhitungan dan penggunaan dari FEA. Berikut adalah contoh penyelesaian perhitungan puntiran menggunakan FEA.



Gambar 2.12 Skema puntiran pada batang

1. Tahap Preprocessing Sebelum Pengerjaan

- a. Pemisahan daerah solusi ke *Finite Element*

Kita akan menampilkan contoh soal dengan model yang mempunyai 4 node yaitu A, B, C, dan D, dan 3 element AD, DB, dan BC seperti ditunjukkan pada gambar 2.11

- b. Asumsikan solusi yang mendekati bentuk elemen

Pada contoh soal puntiran batang bundar dapat diselesaikan dengan persamaan

$$\theta = \frac{TL}{JG} \dots\dots\dots(2.16)$$

Persamaan dapat ditulis dalam bentuk lain dalam kaitan dengan variasi luas penampang disumbu x. Sebagai pendekatan pertama, kita memodelkan batang sebagai serangkaian luas penampang tersusun seri. Batang dimodelkan terdiri dari 3 elemen, perilaku sudut puntir masing – masing node (elemen) i dan i + 1, θ_i dan θ_{i+1} dimodelkan menurut persamaan

$$T = \frac{JG}{L} (\theta_i - \theta_{i+1}) \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana luas penampang terdiri dari moment inersia J dan panjang L, serta G merupakan modulus elastisitas geser dari material. Untuk selanjutnya ketiga komponen tersebut akan dilambangkan faktor A ($A = \frac{JG}{L}$).

Penyelesaian model diatas, mari kita pertimbangkan gaya yang bekerja pada setiap node yang terdiri dari node 1, 2, 3, 4. Keseimbangan statis mensyaratkan bahwa jumlah gaya yang bekerja pada setiap node akan 0. Pada node 1, 2, 3, 4 didapat persamaan : θ

$$\text{Node 1 : } RA - A1 (\theta_2 - \theta_1) = 0$$

$$\text{Node 2 : } A1 (\theta_2 - \theta_1) - A2 (\theta_3 - \theta_2) = 0$$

$$\text{Node 3 : } A2 (\theta_3 - \theta_2) - A3 (\theta_4 - \theta_3) = 0$$

$$\text{Node 4 : } A3 (\theta_4 - \theta_3) - Rc = 0$$

Pemisahan puntiran yang diketahui dari puntiran yang tak diketahui, kita mempunyai persamaan :

$$\begin{array}{cccccc}
A_1\theta_1 & -\theta_2 A_2 & 0 & 0 & = & -R_A \\
-A_1\theta_1 & \theta_2 (A_1 + A_2) & -\theta_3 A_2 & 0 & = & T \\
0 & -\theta_2 A_2 & \theta_3 (A_2 + A_3) & 0 & = & 0 \\
0 & 0 & -\theta_3 A_3 & \theta_4 A_3 & = & -R_C
\end{array}$$

Dari persamaan diatas, maka format matriks didapat

$$\begin{bmatrix} A_1 & -A_1 & 0 & 0 \\ -A_1 & A_1 + A_2 & -A_2 & 0 \\ 0 & -A_2 & A_2 + A_3 & 0 \\ 0 & 0 & -A_3 & A_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -R_A \\ T \\ 0 \\ -R_C \end{Bmatrix}$$

Hal ini juga penting untuk membedakan antara reaksi akibat gaya puntir dengan beban yang diberikan dalam matriks, hubungan matriks tersebut dapat dituliskan dengan persamaan

$$\begin{Bmatrix} R_A \\ R_D \\ R_B \\ R_C \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & -A_1 & 0 & 0 \\ -A_1 & A_1 + A_2 & -A_2 & 0 \\ 0 & -A_2 & A_2 + A_3 & 0 \\ 0 & 0 & -A_3 & A_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ -T \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (2.18)$$

Kita akan mengingat perumusan elemen dari masalah ini, yang akan mendorong kearah hasil yang sama.

c. Pengembangan persamaan untuk elemen

Elemen pada contoh soal terdiri dari dua node, dan kita telah menghubungkan sudut puntir dengan masing – masing node, maka kita perlu menciptakan dua persamaan untuk setiap elemen. Persamaan harus melibatkan perpindahan sudut punter dan kekakuan elemen atau faktor T , serta momen puntir

$$\frac{JG}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_i \\ \theta_{i+1} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} T_1 \\ T_2 \end{Bmatrix}$$

Persamaan dapat juga ditulis dalam kaitan dengan faktor A

$$\frac{JG}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} T_1 \\ T_2 \end{Bmatrix} \dots\dots\dots(2.19)$$

d. Pemasangan unsur untuk menyajikan keseluruhan masalah

Penggunaan uraian tentang unsur dijelaskan persamaan (2.19) pada semua elemen dalam contoh soal dan pemasangan yang tepat kebentuk matrik kekakuan global. Maka,

$$[K]^{(1)} = \begin{bmatrix} A_1 & -A_1 \\ -A_1 & A_1 \end{bmatrix}$$

dan posisi didalam matrik global pada element AD

$$[K]^{(1G)} = \begin{bmatrix} A_1 & -A_1 & 0 & 0 \\ -A_1 & A_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{Bmatrix}$$

Sama seperti element AD, matrik kekakuan pada element DB dan BC masing – masing adalah

$$[K]^{(2)} = \begin{bmatrix} A_2 & -A_2 \\ -A_2 & A_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{Bmatrix} \text{ dan } [K]^{(2G)} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A_2 & -A_2 & 0 \\ 0 & -A_2 & A_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{Bmatrix}$$

$$[K]^{(3)} = \begin{bmatrix} A_3 & -A_3 \\ -A_3 & A_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{Bmatrix} \text{ dan } [K]^{(2G)} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A_3 & -A_3 \\ 0 & 0 & -A_3 & A_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{Bmatrix}$$

Matrik konduktansi global adalah

$$[K]^{(G)} = [K]^{(1G)} + [K]^{(2G)} + [K]^{(3G)}$$

$$[K]^{(G)} = \begin{bmatrix} A_1 & -A_1 & 0 & 0 \\ -A_1 & A_1 + A_2 & -A_2 & 0 \\ 0 & -A_2 & A_2 + A_3 & -A_3 \\ 0 & 0 & -A_3 & -A_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{Bmatrix} \quad (2.20)$$

e. Penggunaan kondisi batas dan beban

Permasalahan yang terdapat pada contoh soal, kondisi batas terdapat pada titik A dan C dengan demikian didapat persamaan matrik :

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -A_1 & A_1 + A_2 & -A_2 & 0 \\ 0 & -A_2 & A_2 + A_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ -T \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (2.21)$$

Perlu diketahui perumusan FEA dari torsi akan selalu kearah format persamaan³¹

$$\{R\} = [K]\{\theta\} - \{T\} \dots\dots\dots(2.22)$$

Maka matriks yang terbentuk digabungkan dengan kondisi

³¹ Ibid, hal 30

batas yang diberikan didapat persamaan :

$$\begin{Bmatrix} R_A \\ R_D \\ R_B \\ R_C \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A1 & -A1 & 0 & 0 \\ -A1 & A1 + A2 & -A2 & 0 \\ 0 & -A2 & A2 + A3 & 0 \\ 0 & 0 & -A3 & A3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ \theta 2 \\ \theta 3 \\ 0 \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} 0 \\ -T \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} R_A \\ R_D \\ R_B \\ R_C \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} T1A1 \\ 0 \\ 0 \\ T1C1 \end{Bmatrix}$$

Hasil nilai penjumlahan R_A dan R_C merupakan torsi yang terjadi pada batang.

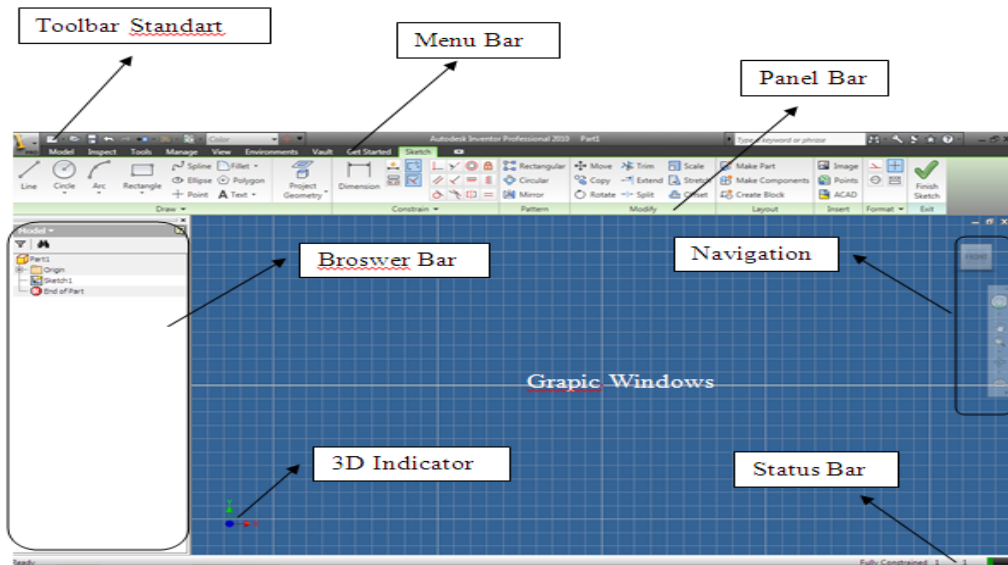
I. Autodesk Inventor

Autodesk inventor adalah suatu program pemodelan *solid* berbasis fitur *parametric*, artinya semua objek dan hubungan antargeometri dapat dimodifikasi kembali meski geometrinya sudah jadi tanpa perlu mengulang lagi dari awal. *Autodesk inventor* merupakan salah satu produk *Autodesk Corp.* yang diperuntukan untuk *engineering design* dan *drawing*. *Autodesk inventor* merupakan pengembangan dari produk – produk CAD setelah *Autocad* dan *mechanical Desktop*. *Autodesk inventor* memiliki beberapa kelebihan yang memudahkan anda dalam design serta tampilan yang lebih menarik dan riil, karena fasilitas material yang disediakan. Adapun beberapa kelebihan lainnya dari *autodesk inventor* tersebut diantaranya³² :

³² Nur Hidayat, Ahmad Shanhaji, Autodesk Inventor Mastering 3D Mechanical Design (Bandung:Informatika,2011) hal. 2

1. Memiliki kemampuan *parametric solid modeling*, yaitu kemampuan untuk melakukan desain serta pengeditan dalam bentuk *solid* dengan data yang telah tersimpan dalam data *base*. Dengan adanya kemampuan tersebut *designer/engineer* dapat direvisi atau memodifikasi desain yang ada tanpa harus mendesain ulang sebagian atau secara keseluruhan.
2. Memiliki kemampuan *animation*, yaitu kemampuan untuk menganimasikan suatu *file assembly* mengenai jalannya suatu alat yang telah dilakukan *assembly* dan dapat disimpan dalam *file AVI*.
3. Memiliki kemampuan *automatic create technical 2D drawing* serta *bill of material* dan tampilan *shading* dan *rendering* pada *layout*.
4. *Adaptive*, yaitu kemampuan untuk menganalisis gesekan dari animasi suatu alat serta dapat menyesuaikan dengan sendirinya.
5. Material atau bahan yang memberikan tampilan suatu part tampak lebih nyata.

Sebelum menggunakan program *Autodesk Inventor* terlebih dahulu kita harus mengetahui tampilan pada program ini. Tampilan Menu *Autodesk inventor* terdiri dari tujuh bagian.

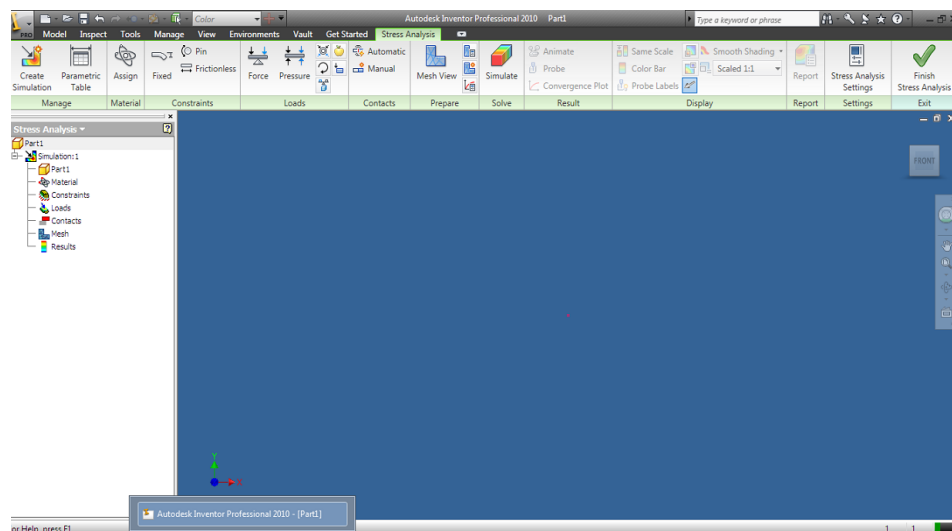


Gambar 2.13 Jendela Kerja Autodesk Inventor

Keterangan :

1. *Menu bar* adalah lokasi pemilihan kelompok *toolbar* yang akan dipergunakan untuk pembuatan *file*
2. *Graphic Windows* merupakan area bidang kerja untuk pembuatan object
3. *Toolbar standart* merupakan toolbar umum seperti *save, open, new, undo,* dan sebagainya
4. *Panel Bar* adalah bagian dari keseluruhan *toolbar* yang diaktifkan untuk melakukan suatu perintah
5. *Browser bar* adalah urutan langkah perintah pembuatan suatu part, pada *browser* ini kita dapat melakukan pengeditan
6. *3D Indicator* merupakan tanda letak bidang gambar
7. *Navigation bar* merupakan *toolbar* yang berfungsi untuk mengatur arah tampilan/pandangan saat bekerja.

Autodesk inventor juga memiliki fitur yang dinamakan *stress analysis*. Kita dapat melakukan analisa tegangan yang telah dibuat sebelumnya. Program ini dapat menyelesaikan perhitungan rumit dengan cepat secara dua dimensi dan tiga dimensi dengan prosedur yang telah ditentukan. Tentu kita harus mengetahui bagaimana tampilan dari menu *stress analisis* dan juga fungsi masing – masing panel untuk menjalankan perintah simulasi, sehingga *software* dapat dioperasikan sesuai dengan prosedur



Gambar 2.14 Jendela Kerja Menu Stress Analysis



Create Simulation Menampilkan property simulasi berupa kotak dialog dimana anda mendefinisikan simulasi baru yang akan dibuat



Parametric table Menampilkan kotak dialog table parametric untuk mendefinisikan parameter table



Assign Material Menampilkan kotak dialog untuk menemtukan karakteristik bahan



Fixed Menampilkan kotak dialog untuk membuat batas dimana Anda memilih geometri dan selanjutnya menentukan batas. Batas tetap memungkinkan akses ke komponen vektor.



Pin Menampilkan kotak dialog untuk membuat batas dimana Anda memilih geometri dalam radial, arah aksial, atau tangensial.



Frictionless Menampilkan kotak dialog untuk membuat batas di Anda memilih geometri dan menentukan nama batas.



Force Menampilkan kotak dialog untuk menciptakan beban dan Anda menentukan besarnya beban dan lokasinya.



Pressure Menampilkan kotak dialog untuk menciptakan beban dan Anda menentukan besarnya tekanan dan lokasinya.



Bearing Menampilkan kotak dialog untuk menciptakan beban dan Anda menentukan beban bantalan.



Moment Menampilkan kotak dialog untuk menciptakan beban dan Anda menentukan besarnya puntiran dan lokasinya.



Gravity Menampilkan kotak dialog untuk menciptakan beban dan Anda menentukan gravitasi.



Automatic Contact Mengevaluasi kedekatan komponen dan kondisi kontak dalam toleransi yang ditentukan.



Manual Contact Menampilkan dialog box kontak dimana Anda mendefinisikan kondisi kontak tertentu.



Mesh Menampilkan lapisan yang saling berhubungan dari sebuah part yang aktif pada simulasi.



Mesh setting Menampilkan kotak dialog dengan berbagai pengaturan mesh



Converge settings Menampilkan Hasil Pengaturan Konvergensi kotak dialog di mana Anda mendefinisikan kriteria konvergensi.



Simulation Menampilkan kotak dialog simulasi yang berisi informasi simulasi singkat, peringatan proses, dan progress bar serta menjalankan simulasi.



Report Menampilkan kotak dialog dimana Anda mendefinisikan isi laporan dan kemudian mempublikasikan laporan.

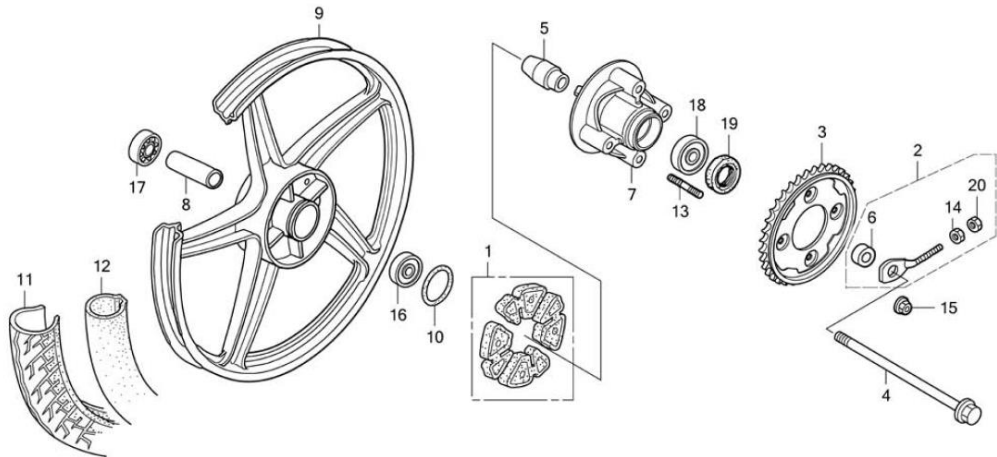
Program proses *stress analysis*, kita mendefinisikan material, kondisi batas (terdiri dari beban dan pembatas), menentukan bidang kontak, dan preferensi hubungan. Setelah kriteria telah dimasukkan, kita dapat menjalankan simulasi dan melihat perilaku dan hasil pengujian tersebut. Alur kerja analisa tegangan dilaksanakan dengan beberapa langkah yaitu :

1. *Set expectations* adalah perkiraan perilaku fisik menggunakan model konseptual
2. *Pre-processing* dilakukan dengan memasukkan kriteria fisik ke dalam model digital dan tentukan analisis yang dijalankan
3. *Solving* adalah penyelesaian dengan perhitungan matematika model
4. *Post-processing* adalah tampilan hasil dan mengevaluasi hasil
5. *Review Expectations* adalah membandingkan hasil dengan perencanaan awal.
6. *Conclusion (Improve Inputs)* kita dapat menarik kesimpulan apakah hasil telah sesuai dengan perencanaan ? Jika “ya” maka kita dapat menyimpan hasil tersebut. Jika “tidak” kita dapat memodifikasi kriteria fisik yang sebelumnya telah dilakukan hingga hasilnya sesuai dengan yang direncanakan.

Memulai proses *stress analysis*, pilih bahan yang sesuai untuk benda kerja. Bahan harus memenuhi persyaratan, seperti nilai positif untuk *modulus young*, Kepadatan, dan *yield strength*. Untuk *poisson ratio*, nilainya antara 0,0 sampai 0,5. Banyak bahan yang tersedia di Inventor. Anda dapat menentukan bahan tambahan menggunakan *Styles* dan *Editor Standar*. Berikut ini adalah contoh dari alur kerja yang khas untuk menganalisis komponen menggunakan *Stress Analysis*. Langkah 1 sampai 10 merupakan langkah *pre-processin*. Langkah 11 merupakan langkah *solving*, Langkah 12 merupakan langkah *Post-processing*, dan Langkah 13 sampai 16 adalah langkah langkah *Improve Inputs*. Berikut pemaparannya :

1. Buka benda kerja baik berupa komponen maupun rakitan
2. Pilih menu *environment* dan pilih panel *stress analysis*
3. Pilih *Create Simulation*
4. Tentukan spesifik simulasi yang akan digunakan.
5. Pilih benda kerja yang tidak ingin disimulasikan jika ada
6. Tentukan bahan semua part yang akan disimulasikan
7. Tentukan batas pada part
8. Tentukan beban yang digunakan, lokasi dan besarnya beban
9. Evaluasi kontak dan tentukan sesuai kebutuhan
10. Tentukan kasar dan halusnya mesh
11. Lakukan Simulasi
12. Lihat hasil dari simulasi dan lakukan evaluasi sesuai kebutuhan dari perancangan .
13. Lakukan perubahan yang diperlukan untuk memperbaiki part ataupun perakitan. Perubahan dapat mencakup menambahkan fitur yang bermasalah.
14. Lakukan simulasi ulang untuk mendapatkan hasil terbaru .
15. Gunakan konvergensi hasil untuk memastikan hasil yang akurat.
16. Simpan file jika hasil telah sesuai dan sempurna.

J. Konstruksi Roda belakang (*Rear Wheel*)



Gambar 2.15 *Rear Wheel* Sepeda Motor Bensin³³

Keterangan :

1. *Damper set*
2. *Adjuster , R. Chain assy*
3. *Driven gear*
4. *Axle, RR Wheel*
5. *Sleeve, RR. Wheel*
6. *Collar,RR. Wheel side*
7. *Rear Drive Hub*
8. *Collar,RR. Wheel Distance*
9. *velg*
10. *O Ring*
11. *Tire*
12. *Tube*
13. *Bolt 8 x 18*
14. *Nut 6 mm*
15. *Nut 8 mm*
16. *Bearing 6201*
17. *Bearing 6301*
18. *Bearing 6203*
19. *Dust seal 27 x40 x4.5*
20. *Nut, hex 6 mm*

³³ Astra Honda Motor, New Revo 110 parts catalog, hal 50

Konstruksi Roda belakang pada sepeda motor secara umum terdiri *driven gear*, *rear drive hub*, *dampers set*, dan *velg* sebagai reduksi final. Reduksi final adalah perbandingan ratio yang terjadi antara putaran pada *drive gear* yang ada pada transmisi dan *driven gear* yang terhubung pada *velg* bagian belakang melalui *rear drive hub*. Kedua *gear* tersebut dihubungkan dengan rantai agar keduanya dapat berputar secara bersamaan. Secara singkat mekanisme pada motor terjadi ketika *drive gear* diputar dan secara bersamaan *driven gear* belakang ikut berputar karena ada putaran dari rantai. *Driven gear* dibaut dengan kuat pada *rear drive hub* yang langsung terhubung oleh *velg* dan akan berputar sama dengan putaran yang terjadi pada *driven gear*. Bagian – bagian tersebut yang akan disimulasikan untuk dapat mendukung mekanisme yang dibutuhkan sepeda motor *hybrid*.