

ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN DAN DEFLEKSI *CONNECTING ROD* SEPEDA MOTOR 100 CC MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Zainal Abidin, Berthan Ridho Rama
ini_edo_lho@fastmail.fm

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jalan Raya Prabumulih km 32 Indralaya (30662) Ogan Ilir Sumatera Selatan

Ringkasan

Kemajuan teknologi sekarang ini telah menghasilkan berbagai kreasi dalam segala hal yang bertujuan memudahkan segala aktifitas manusia. Ada berbagai sarana transportasi tersedia, mulai dari darat, udara, dan laut. Kendaraan yang diproduksi massal di negara kita umumnya kendaraan darat, salah satunya sepeda motor. *Connecting rod* merupakan komponen mesin yang berperan untuk mengubah gerakan resiprok (maju mundur/turun naik) piston menjadi gerakan berputar (rotary) pada poros engkol. Dalam tugas akhir ini, menganalisa distribusi tegangan dan defleksi *connecting rod* sepeda motor dengan daya 6 HP menggunakan metode elemen hingga. *Connecting rod* yang dianalisa adalah *connecting rod* sepeda motor Honda Grand 100 CC. Adapun material dari *connecting rod* ini ialah AISI 1045 cold drawn dengan kekuatan luluh (σ_y)= 5,3e+008 N/m². Tujuan tugas akhir ini adalah untuk menganalisa tegangan yang terjadi pada *connecting rod* setelah dipengaruhi oleh tekanan statis. Setelah itu mencari nilai tegangan Von Mises dan faktor keamanan (Factor Of Safety) untuk mengetahui *connecting rod* ini dalam keadaan aman atau tidak dengan bantuan dari software Solidworks 2007. Setelah dilakukan analisa didapat bahwa tegangan Von Mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 4,911e+008 N/m². Dari hasil tersebut dapat dilihat nilai tegangan Von Mises berada di bawah batas izin tegangan yield material baja AISI 1045 sehingga *connecting rod* ini dapat dikatakan dalam keadaan aman.

Kata kunci: *Connecting Rod*, Tegangan Von Mises, Faktor Keamanan, dan Solidworks 2007.

I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat cepat memberi dampak yang baik serta manfaat yang besar bagi manusia dalam berbagai bidang kehidupan. Hal ini dapat dilihat dengan semakin banyaknya peralatan yang telah diciptakan oleh manusia dengan berbagai model, bentuk serta kemampuan dari segi pemakaian yang relatif lebih unggul dibandingkan dengan peralatan-peralatan konvensional. Keunggulan tersebut tidak

lepas dari hasil penelitian dan percobaan oleh para ahli *science*, yang selalu mencari terobosan dan temuan baru untuk menciptakan sesuatu yang baru bermanfaat dan berguna bagi kehidupan manusia.

Salah satu tujuan diciptakannya teknologi adalah untuk mempermudah manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup. Hal ini dapat dirasakan dan dibuktikan dengan semakin mudahnya manusia melakukan sesuatu untuk memenuhi kebutuhan hidup. Terlepas dari dampak negatif yang timbul akibat penemuan dan penciptaan teknologi

yang baru, *science* dan teknologi sangat dibutuhkan oleh manusia. Sebagai contoh suatu perusahaan atau lembaga akan sangat kesulitan jika dalam ruang kerja tidak terdapat perangkat komputer untuk menyelesaikan tugas dan pekerjaan kantor maupun perusahaan.

Kemajuan teknologi sekarang ini telah menghasilkan berbagai kreasi dalam segala hal yang bertujuan memudahkan segala aktifitas manusia. Ada berbagai sarana transportasi tersedia, mulai dari darat, udara, dan laut. Kendaraan yang diproduksi massal di negara kita umumnya kendaraan darat, salah satunya sepeda motor.

Agar sepeda motor kita memiliki umur yang lebih panjang maka selain komponen sepeda motor didesain dengan efektif dan efisien, juga tergantung dari material dari komponen tersebut.

Pada saat proses pembakaran terjadi di dalam silinder, tenaga yang dihasilkan oleh gas pembakaran sangatlah tinggi. Jika piston dan kelengkapannya tidak mampu menahan daya ledak dari proses pembakaran tersebut, dapat dipastikan kalau piston dan *connecting rod* (batang penghubung) dapat mengalami kerusakan.

Untuk itu agar tidak terjadi kejadian tersebut maka kita diharuskan mengetahui kekuatan dari batang penghubung tersebut dalam meneruskan tenaga dari proses pembakaran menuju poros engkol agar diubah dari gerak tranlasi menjadi gerak putar dan dari energy panas menjadi energy mekanik. Jika kita mengetahui kekuatan batang penghubung tersebut tidak mampu menahan daya dari tenaga hasil pembakaran, maka kita perlu merubah material atau desain dari batang

penghubung tersebut.

Berbagai metode analisa telah banyak tersedia, namun Metode Elemen Hingga (MEH) telah membuktikan kehandalannya dalam memecahkan persoalan-persoalan dibidang mekanika kontinyu. Bahkan dalam perkembangan yang terakhir, masalah-masalah perpindahan panas, mekanika fluida, maupun getaran dapat dengan mudah diselesaikan dengan menggunakan MEH.

Dengan perangkat komputer, khususnya perangkat lunak *Solidworks* ini, desain untuk pembuatan suatu produk dapat dikontrol dengan baik sehingga diharapkan kualitas hasil produk akan lebih baik. Pengujian karakteristik statik secara eksperimental di laboratorium memerlukan biaya yang tidak sedikit. Untuk itu diperlukan bantuan perangkat lunak (*software*) yang mampu menganalisa karakteristik statik suatu model seperti *Solidworks*. Oleh karena itu peneliti memilih simulasi dengan menggunakan *software* yang berbasis Metode Elemen Hingga (*Finite Element Analysis Program*), yaitu dengan *software Solidworks 2007*. Pemilihan penggunaan *software* ini dikarenakan sudah banyak digunakan pada perusahaan-perusahaan besar seperti Astra Honda Motor, dan Toyota Astra Motor. Perusahaan-perusahaan tersebut menggunakan *Solidworks* karena mempunyai berbagai keunggulan yaitu dapat memprediksi sejak awal berbagai dampak dari desain yang tengah mereka kerjakan serta berbagai perubahannya, baik dari segi kekuatan, tampilan, material yang dibutuhkan, keterkaitan dengan bagian atau komponen lainnya, bahkan sampai ke implikasi biaya.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Apakah tegangan maksimal pada batang penghubung masih dibawah kekuatan luluh atau tidak.
2. Apakah jenis baja yang digunakan mempunyai tegangan maksimal paling rendah sehingga paling aman digunakan pada batang penghubung.

I.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Menghitung distribusi tegangan yang terjadi pada batang penghubung, baik tegangan maksimal maupun daerah-daerah kritis akibat pembebanan statis dengan Metode Elemen Hingga menggunakan *software Solidworks*.
2. Mengetahui *yield strength* maksimal dari baja yang digunakan pada batang penghubung sehingga dapat dikategorikan aman atau tidak.

I.4. Pembatasan Masalah

Penelitian tugas akhir ini mengambil batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Struktur yang dianalisis adalah batang penghubung sepeda motor. Dalam hal ini peneliti mengambil geometri dari batang penghubung sepeda motor.
2. Dalam desain model tiga dimensi batang penghubung sepeda motor menggunakan *software Solidworks*

2007, sesuai data dari hasil pengukuran secara manual yang dilakukan peneliti dengan penyesuaian terhadap desain dari perangkat lunak yang digunakan, sehingga dimungkinkan terdapat hasil tiga dimensi yang kurang teliti.

3. Beban-beban yang terjadi pada struktur batang penghubung.
4. Penelitian ini meliputi penggambaran benda (*Part Design*) dan dilanjutkan dengan analisa statik.

II. DASAR TEORI

Batang penghubung merupakan komponen mesin yang berperan untuk mengubah gerakan bolak-balik (maju mundur/turun naik) piston menjadi gerakan berputar (*rotary*) pada poros engkol. Dalam operasinya *rod* menyangga bantalan untuk pena piston dan pena engkol. Panjang minimum batang di tentukan oleh jari-jari piston dan dimensi pada berat yang berlawanan. Selain itu juga batang penghubung juga dapat menyediakan/melengkapi pena piston dengan pelumasan oli dan dalam beberapa hal dengan pendinginan oli.

Fungsi dasar batang penghubung adalah mentransfer daya piston dan gerakan piston pada poros engkol dan melakukan pelumasan oli pada piston.



Gambar 1. *Connecting Rod* yang terpasang pada piston



Gambar 2 *Connecting Rod* Honda Grand 100 CC

Material batang penghubung yang digunakan adalah baja AISI 1045 *cold drawn* dengan komposisi sebagai berikut :

Component Elements Properties	Metric	English
Carbon, C	0.420 - 0.50 %	0.420 - 0.50 %
Iron, Fe	98.51 - 98.98 %	98.51 - 98.98 %
Manganese, Mn	0.60 - 0.90 %	0.60 - 0.90 %
Phosphorus, P	<= 0.040 %	<= 0.040 %
Sulfur, S	<= 0.050 %	<= 0.050 %

Gambar 3 Komposisi kimia baja AISI 1045 (%)

Physical Properties	Metric	English
Density	7.85 g/cc	0.284 lb/in ³
Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Brinell	179	179
Hardness, Knoop	200	200
Hardness, Rockwell B	88	88
Hardness, Vickers	188	188
Tensile Strength, Ultimate	625 MPa	90600 psi
Tensile Strength, Yield	530 MPa	76800 psi
Elongation at Break	12.0 %	12.0 %
Reduction of Area	35.0 %	35.0 %
Modulus of Elasticity	205 GPa	29700 ksi
Bulk Modulus	140 GPa	20300 ksi
Poissons Ratio	0.290	0.290
Machinability	55 %	55 %
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi

Gambar 4 Sifat Mekanik Baja AISI 1045

II.1. Konsep Dasar Elemen Hingga

Persoalan perancangan dapat diselesaikan dengan cara matematis dan numeris. Untuk benda-benda yang mempunyai bentuk yang

tidak teratur (elemen isoparametrik), penyelesaiannya akan sulit menggunakan cara matematis. Sehingga perlu digunakan cara numerik, yang dalam perkembangannya disebut sebagai Metode Elemen Hingga (*Finite Elements Method*).

Bila suatu kontinu dibagi-bagi menjadi beberapa bagian yang lebih kecil (*subregion*) maka bagian-bagian kecil ini disebut elemen hingga. Proses pembagian suatu kontinu menjadi elemen hingga ini dikenal sebagai proses pembagian (*deskritisasi*), sehingga elemen hingga merupakan pendekatan bagian demi bagian dengan menggunakan polinomial yang mana masing-masing terdefinisi pada daerah (elemen) yang kecil dan dinyatakan dalam harga-harga titik simpul dari fungsi tersebut (Robert D.Cook, 1990). Dinamakan elemen hingga karena ukuran elemen kecil ini berhingga dan umumnya mempunyai bentuk geometri yang lebih sederhana dibandingkan kontinunya (Weaver,1993). Metode ini menjadi suatu solusi permasalahan yang sering dijumpai dalam dunia teknik seperti perpindahan kalor, mekanika fluida, analisa struktur, mekanika benda pejal, sampai dengan getaran.

Tujuan utama analisis dengan menggunakan Metode Elemen Hingga adalah untuk memperoleh pendekatan tegangan dan perpindahan yang terjadi pada suatu struktur (Weaver, 1993).

II.2. Sifat Mekanik Bahan

II.2.1. Elastisitas

Dalam memilih material logam untuk pembuatan batang penghubung, yang harus diperhatikan adalah sifat-sifat material, antara lain kekuatan (*strength*), keliatan

(*ductility*), kekerasan (*hardness*), dan kekuatan lelah (*fatigue strength*). Sifat mekanik material didefinisikan sebagai ukuran kemampuan material untuk menahan gaya atau tegangan. Pada saat menahan beban, struktur molekul berada dalam keseimbangan. Gaya luar pada proses penarikan tekanan, pemotongan, penempaan, pengecoran dan pembengkokan mengakibatkan material mengalami tegangan.

Hampir semua benda teknik memiliki sifat elastisitas. Suatu system struktur diperuntukan mengemban fungsi tertentu, sekaligus menahan pengaruh gaya luar yang ada. Apabila gaya luar yang menghasilkan perubahan bentuk (*deformation*) kemudian gaya tersebut dilepas, maka kembali ke bentuk semula, karena elastisitas bahan.

Dalam hal ini struktur unit rangka batang penghubung motor yang akan dianalisis memiliki sifat elastisitas, yang dibatasi dengan anggapan bahwa bahan rangka isotropis, yaitu sifat elastisitasnya sama kesemua arah dengan bahan rangka yang akan dianalisis berada pada daerah elastis linear. Hubungan regangan peralihan untuk benda elastis dalam koordinat Cartesius dinyatakan dalam bentuk matriks.

II.2.2. Deformasi

Deformasi terjadi bila bahan mengalami gaya. Selama deformasi, bahan menyerap energi sebagai akibat adanya gaya yang bekerja sepanjang deformasi. Sekecil apapun gaya yang bekerja, maka benda akan mengalami perubahan bentuk dan ukuran. Perubahan ukuran secara fisik ini

disebut sebagai deformasi. Deformasi ada dua macam, yaitu deformasi elastis dan deformasi plastis. Deformasi elastis adalah deformasi yang terjadi akibat adanya beban yang jika beban dihilangkan, maka material akan kembali seperti ukuran dan bentuk semula, sedangkan deformasi plastis adalah deformasi yang bersifat permanen jika bebannya dilepas.

c. Yield Point.

Sifat elastis pada kenyataannya masih terjadi sedikit di atas batas proporsional, namun hubungan antara tegangan dan regangan tidak linear dan umumnya batas daerah elastis dan daerah plastis sulit untuk ditentukan. Karena itu didefinisikan kekuatan luluh (*yield point*). Kekuatan luluh adalah harga tegangan terendah dimana material mulai mengalami deformasi plastis.

II.2.3. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah kemampuan beban menahan atau menerima beban atau tegangan tarik sampai putus. Kekuatan tarik suatu bahan dapat ditetapkan dengan membagi gaya maksimal dengan luas penampang mula.

II.2.4. Kekuatan Luluh

Kekuatan luluh yaitu harga tegangan terendah dimana material mengalami *deformasi plastis*.

II.2.5. Keuletan

Menyatakan energi yang di-*absorpsi* (diserap) oleh suatu bahan sampai titik patah.

II.2.6. Kekerasan

Yaitu adanya daya tahan suatu bahan (permukaan bahan) terhadap *penetrasi/identasi* (pemasukan dan

penusukan) bahan lain yang lebih keras dengan bentuk tertentu dibawah pengaruh gaya tertentu.

II.3. Konsep Tegangan – Regangan

II.3.1. Konsep Tegangan

Pada dasarnya tegangan dapat didefinisikan sebagai besaran gaya yang bekerja pada suatu satuan luas. Secara matematis definisi tersebut dapat ditulis sebagai :

$$\text{Tegangan } (\sigma) = \frac{F}{A}$$

Pada suatu bidang yang dikenal suatu gaya akan terdapat dua jenis tegangan yang mempengaruhi bidang tersebut, yaitu :

1. Tegangan Normal

Adalah tegangan yang tegak lurus terhadap permukaan benda yang ditimbulkan oleh gaya aksial dan momen lentur.

2. Tegangan Geser

Adalah tegangan yang sejajar terhadap permukaan benda yang ditimbulkan oleh gaya geser dan gaya puntir dan torsi.

Suatu tegangan normal, secara matematis dapat didefinisikan sebagai :

$$\sigma = \lim \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

Tegangan normal terbagi menjadi dua macam, yaitu Tegangan normal yang menghasilkan suatu tarikan (*tension*) pada

Dimana :

σ : tegangan normal (N/m²)

F : gaya yang bekerja tegak lurus terhadap potongan (N)

A : luas bidang (m²)

permukaan suatu benda. Tegangan normal

yang menghasilkan suatu dorongan (*compression*) pada permukaan benda.

Komponen lain dari intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas elemen adalah seperti terlihat pada gambar di atas merupakan tegangan geser yang dilambangkan dengan τ , yang secara matematis didefinisikan sebagai :

II.3.1. Konsep Regangan

Regangan dinyatakan sebagai pertambahan panjang per satuan panjang. Hukum Hooke menyatakan bahwa dalam batas-batas tertentu, tegangan pada suatu bahan adalah berbanding lurus dengan regangan. Secara matematis, regangan dapat ditulis sebagai :

$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$

Dimana :

ϵ : regangan

δ : pertambahan panjang total (m)

L : panjang mula – mula (m)

Hubungan tegangan dan regangan dapat ditulis sebagai :

$$\sigma = E.\epsilon$$

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan analisa distribusi tegangan dari struktur batang penghubung dengan material baja AISI 1045 *cold drawn* pada keadaan temperatur ruangan 27 °C. Geometri batang penghubung sepeda motor yang dianalisis berdasarkan pada pengukuran secara manual/langsung. Selanjutnya geometri tersebut digambarkan di *software Solidworks 2007*.

Setelah proses penggambaran geometri dan

perhitungan selesai, peneliti memasukkan kondisi-kondisi batas dan beban-beban yang bekerja untuk setiap analisa yang dilakukan. Kemudian proses analisa dijalankan dan *software* akan menghitung sendiri *output* yang dibutuhkan sesuai jenis analisa yang dilakukan.

Setelah output distribusi tegangan pada *frame* yang berupa kontur warna pada geometri *frame* dan/atau angka-angka yang menunjukkan besarnya tegangan pada tiap-tiap elemen didapatkan, kemudian dapat diperbandingkan apakah tegangan-tegangan yang terjadi pada tiap elemen telah melampaui tegangan maksimal yang diijinkan/*yield point* atau belum.

Dimana :

τ : tegangan geser (N/m^2)

V : komponen gaya yang sejajar dengan bidang elementer (N)

III.1. Pengenalan Program *Solidworks*

Solidwork adalah perangkat lunak yang menggunakan *graphical user interface Microsoft Windows*. Perangkat lunak ini merupakan alat bantu yang mudah dipelajari dan memungkinkan seorang dengan cepat meguraikan dengan ringkas ide-ide atau gagasannya, bereksperimen dengan fitur serta dimensi, dan membuat model dan gambar yang detail.

Solidworks adalah suatu sistem *dimension-driven* yang dapat menentukan hubungan dimensi dan geometris antar elemen. Dengan mengubah dimensi, ukuran dan bentuk komponen akan berubah tergantung dengan disain yang dibuat. Dengan *Solidworks*, pekerjaan menggambar 2D dan perakitan 3D dapat dibuat dengan menggunakan komponen-komponen 3D yang telah dibuat sebelumnya.

Cosmoswork merupakan salah satu program aplikasi dari sekian banyak piranti *software* yang berbasis MEH. *Cosmoswork* merupakan program komputer yang merupakan fitur tambahan dari program komputer *Solidworks*, dimana penggambaran model dilakukan dengan *Solidworks* dan kemudian baru dilakukan analisa dengan menggunakan *Cosmosworks*.

Diagram alir program merupakan langkah-langkah yang dilakukan oleh suatu program computer dalam melakukan analisa. Diagram alir yang telah dibuat kemudian diterjemahkan kedalam bahasa computer. Keberhasilan suatu program dalam menganalisa tergantung pada langkah-langkah yang dibuat dalam diagram alirnya. Adapun diagram alir tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 5 Diagram alir proses analisa *software Solidworks*

III.2. Penggambaran Geometri

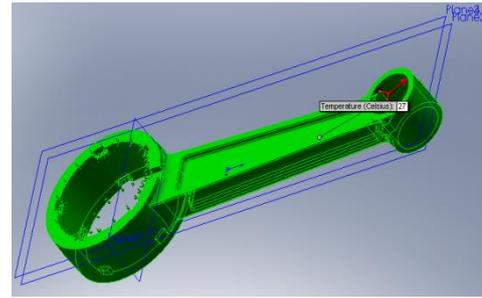
Data geometri batang penghubung motor yang digunakan dalam analisa ini mengacu pada pengukuran langsung atau manual yang peneliti lakukan. Satuan yang dipakai untuk geometri ini adalah mm (milli meter).

Untuk mendesain produk yang akan kita buat, maka langkah awal yang harus dikerjakan adalah menggambar benda kerja sesuai dengan dimensi sesungguhnya. Dalam hal ini *Solidwork 2007* dapat langsung menampilkan produk yang akan didesain dalam tampilan tiga dimensi.

Untuk memulai pembuatan geometri atau model ini pada awal dibuat garis-garis yang membentuk komponen *frame* batang penghubung sepeda motor. Atau dengan kata lain membuat model 2D yang kemudian kita ubah menjadi model 3D.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses perhitungan dengan *software Solidworks 2007* telah selesai sampai akhir, maka hasil analisis dan simulasi dapat diketahui yaitu nilai-nilai maksimum dan minimum yang dapat dilihat secara langsung pada tampilan *Solidworks 2007*. Sedangkan untuk hasil yang lebih detail dapat dilihat dalam *stress analysis report* yang telah peneliti susun tersendiri dalam lampiran. Dari hasil analisa statik dengan *software Solidworks 2007* dapat diketahui tegangan maksimal dan minimal yang terjadi pada struktur obyek yang dianalisa tersebut.

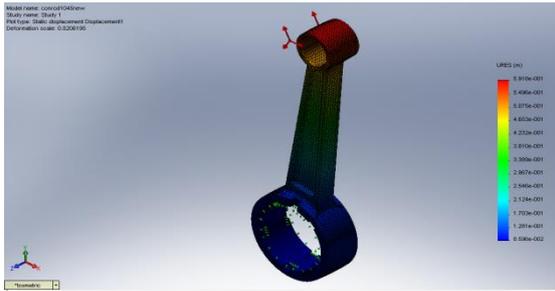


Gambar 6 Simulasi *connecting rod* menggunakan *Solidworks 2007*

Kondisi batang penghubung berada pada temperatur ruangan dimana motor dalam keadaan mati. Kondisi ini juga dapat digunakan untuk menguji kekuatan batang penghubung dalam keadaan normal sehingga dapat diketahui kekuatan batang penghubung tersebut menggunakan alat uji tarik.

Diasumsikan batang penghubung mendapatkan tenaga dari hasil pembakaran motor sebesar 6 HP/*Horse Power* sehingga di konversikan menjadi 1325 Newton dan temperatur analisa batang penghubung adalah 27 °C.

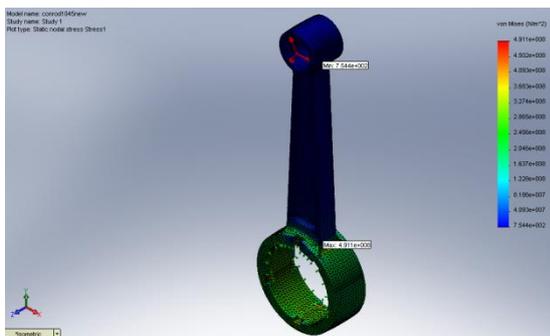
Pada *Solidworks* dimasukkan data-data batang penghubung sesuai dengan kondisi yang mendekati sebenarnya sehingga dapat dilakukan analisis statik pada struktur tersebut. Setelah sampai pada langkah ini, dapat diketahui apakah ada kesalahan pada langkah-langkah analisis. Jika ada kesalahan, maka perlu dilakukan editing sampai benar. Dalam analisis ini struktur batang penghubung didiskritisasi menjadi 20667 titik nodal dan 11937 elemen tetrahedron. *Translation displacement* (perpindahan translasi) pada struktur dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar7 Translation displacement

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa besarnya perpindahan translasi maksimal pada deformasi gambar tersebut adalah 5,918-001 m. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan bentuk maksimal yang terjadi pada struktur batang penghubung baja AISI 1045 pada temperatur 27 °C adalah sebesar 5,918-001 m dari bentuk awalnya yang ditunjukkan pada daerah yang berwarna merah.

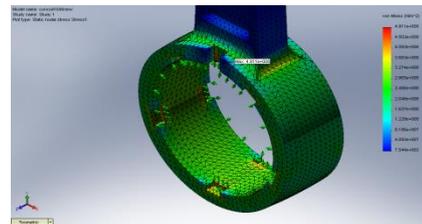
Pada kondisi temperatur 27 °C dapat kita ketahui besarnya tegangan-tegangan yang terjadi pada setiap nodal (titik) seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 8 Von Mises Stress connecting rod baja AISI 1045 pada temperatur 27 °C

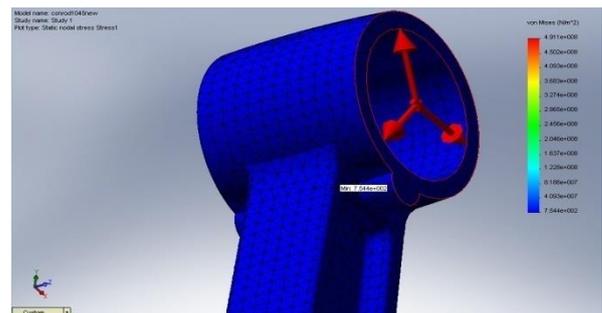
Dari analisis tersebut dapat diketahui bahwa batang penghubung tersebut mengalami tegangan maksimal sebesar 4,911e+008 N/m² yang berada pada daerah

yang ditunjukkan pada gambar analisis dibawah ini.



Gambar 9 Tegangan maksimal connecting rod baja AISI 1045 pada temperatur 27 °C

Sedangkan tegangan minimalnya adalah sebesar 7,544+002 N/m² yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 10 Tegangan minimal connecting rod baja AISI 1045 pada temperatur 27 °C

Dari analisis yang telah dilakukan, diketahui tegangan-tegangan antara daerah yang mempunyai tegangan terendah sampai tegangan yang tertinggi.

$$Safety Factor = \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_{von\ mises}}$$

$$= \frac{5,3 \times 10^8}{4,911 \times 10^8} = 1,0792099 \approx 1,079$$

Konstruksi suatu model atau desain

dikatakan gagal jika *Safety Factor* < 1

V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Dengan menggunakan perangkat lunak dalam menganalisa, khususnya *software Solidworks 2007* yang berbasis MEH, mempermudah dan menghemat waktu dalam menganalisa permasalahan struktur elemen.

Berdasarkan penelitian dan analisis yang penulis susun, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi masih berada dibawah harga dari *yield strength*.
2. Semakin besar harga *yield strength* terhadap tegangan maksimal maka struktur itu akan lebih aman digunakan.

V.2. Saran

Didalam penganalisaan suatu struktur dengan menggunakan perangkat lunak komputer, khususnya *Solidworks 2007* terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan untuk mendapatkan hasil analisa yang baik, yaitu :

1. Memahami dasar-dasar teori seperti MEH dan *AutoCAD* agar dalam penggambaran dan penganalisaan struktur tidak mengalami kesulitan.

2. Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin dibekali keterampilan menggambar dan penganalisaan struktur menggunakan perangkat lunak komputer dengan memasukkan pada mata kuliah praktek proses produksi yang terdapat materi tentang CAD (*Computer Aided Design*) dan CAM (*Computer Aided Manufacturing*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Logan, Daryl L, 1986, *A First Course In The Finite Element Methode*, Pws-Kent Publishing Company, Boston.
- [2] Shigley Joseph E, Mitchell Larry D, Harahap Gandhi., 1984, *Perencanaan Teknik Mesin*, Edisi ke empat, Jilid 1, Erlangga. Jakarta.
- [3] _____, *Material Property Data*, www.efunda.com., Accessed April 2011
- [4] _____, *Material Property Data*, www.matweb.com., Accessed April 2011
- [5] Weaver .W.Jr., Johnston, P.R., 1993, *Elemen Hingga Untuk Analisis Struktur*, Edisi kedua, Eresco, Bandung.
- [6] Popov, E.P., 1993, *Mechanics of Material*, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- [7] Uthami, A.Z., 2010, *Solidworks Alat Bantu Merancang Komponen dengan Mudah*, Modula, Bandung.
- [1] _____, 2007, *Solidworks 2007, Tutorial Solidworks 2007*.