

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/340754556>

Analisa Beban Statis Chassis Kendaraan Pemantau Jalan Rel

Article · November 2015

CITATIONS
0

READS
76

1 author:



[Hendrato S.T.](#)

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

3 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

ANALISA BEBAN STATIS CHASSIS KENDARAAN PEMANTAU JALAN REL

Hendrato¹⁾

¹Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi
TIRBR - BPPT
e-mail: hendrato@bppt.go.id

Serpong, 24 November 2015

ABSTRAK

Kendaraan pemantau jalan rel merupakan jenis kendaraan yang dirancang khusus agar mampu melintasi jalan raya dan jalan rel. kemampuan beroperasi pada dua lintasan yang berbeda tersebut menyebabkan kekuatan dan keamanan chassis memainkan peranan yang penting untuk menghindari resiko kegagalan konstruksi chassis, oleh karena itu desain chassis dan pemilihan material chassis merupakan kriteria penting yang harus diperhatikan agar mencapai tingkat keamanan yang diperlukan. Karena beban terbesar terdapat pada kedudukan pengemudi dan battery, maka perlu dilakukan analisis beban statis pada kedua kedudukan tersebut, dengan menggunakan perangkat lunak Creo 2.0. Tujuan Penulisan paper ini adalah menganalisis chassis kendaraan pemantau jalan rel dengan dengan Finite element method, sehingga kita dapat membandingkan aspek tegangan luluh (Yield Strength) dengan tegangan Von Misses untuk mendapatkan faktor keamanan (Safety Factor) serta vektor peralihan (Displacement) yang terjadi akibat pembebanan pada chassis tersebut. Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui keamanan dari rancangan dan material yang digunakan untuk menopang beban kerja. Setelah proses analisis dilakukan, diperoleh tegangan Von Mises maksimum sebesar 123.5 Mpa, faktor keamanan sebesar 2.85, serta vektor peralihan maksimum sebesar 11643×10^{-5} mm.

Kata Kunci: Chassis, Analisis beban statis, Creo 2.0

PENDAHULUAN

Profesi perawatan harian rel kereta api di Indonesia masih dilakukan secara manual. Petugas bagian perawatan rel biasanya hanya terdiri atas satu atau dua orang, sehingga akan sangat merepotkan dan melelahkan bila petugas tersebut harus berkeliling untuk memeriksa jalan rel yang sangat panjang tersebut. Efisiensi waktu dan tenaga yang dibutuhkan dalam perawatan rel tidaklah hemat oleh karena itu diperlukan suatu alat yang dapat menggantikan tugas berkeliling tersebut. [4]

Hal tersebut yang mendasari pembuatan prototipe kendaraan pemantau jalan rel

dengan memanfaatkan teknologi yang ada. Kendaraan pemantau jalan rel ini mampu memonitor keadaan rel, di antaranya: pengecekan ketinggian rel kanan dan kiri, memonitor baut, dan sambungan plat. [4]

Kendaraan pemantau jalan rel merupakan jenis kendaraan yang dirancang khusus agar mampu melintasi jalan raya dan jalan rel. kemampuan beroperasi pada dua lintasan yang berbeda tersebut menyebabkan kekuatan dan keamanan chassis memainkan peranan yang penting untuk menghindari resiko kegagalan konstruksi chassis. Oleh karenanya desain chassis dan pemilihan material chassis merupakan kriteria yang harus diperhatikan

agar mencapai tingkat keamanan yang diperlukan.

Pada awalnya desain struktur kendaraan didasarkan pada pengalaman, uji coba laboratorium yang intensif, dan akhirnya pembuktian dari hasil tes jalan dan perkembangan yang berkesinambungan. Metode analisis yang telah ada terlalu sulit untuk diterapkan pada analisis struktur kendaraan yang rumit. Dengan semakin majunya teknologi, maka perancangan kendaraan dapat dilakukan dengan bantuan sistem komputer. Dengan bantuan sistem komputer berupa software CAD (computer aided design) kita dapat melakukan Finite element method (metode elemen hingga) atau FEM. FEM akan menghasilkan tegangan Von Mises, yaitu kriteria luluh sebuah material. Metode ini cukup akurat dan dapat membantu dalam menentukan faktor keamanan dari kendaraan.

Tujuan Penulisan paper ini adalah menganalisis chassis kendaraan pemantau jalan rel dengan Finite element method, sehingga kita dapat membandingkan aspek tegangan luluh (Yield Strength) dengan tegangan Von Mises untuk mendapatkan faktor keamanan (Safety Factor) serta vektor peralihan (Displacement) yang terjadi akibat pembebanan pada chassis tersebut. Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui keamanan dari rancangan dan material yang digunakan untuk menopang beban kerja.

Pada paper ini proses desain dilakukan dengan menggunakan software CAD (computer aided design) CREO 2.0, setelah itu dilakukan analisis desain chassis menggunakan software yang sama dengan memberikan beban statis pada daerah yang menumpu beban. Perhitungan kekuatan struktur chassis dibatasi pada konstruksi yang menumpu beban terbesar saja yaitu hanya pada komponen penyangga penumpang dan battery, berupa analisa tiga dimensi dengan asumsi bahwa beban yang terjadi pada struktur chassis adalah beban statis. Pada desain chassis kendaraan pemantau jalan rel ini menggunakan

material AISI 1020 yang umumnya digunakan untuk pembuatan chassis, rangka, dan poros.

DASAR TEORI

Teori Chassis

Chassis merupakan salah satu bagian penting pada kendaraan (tulang punggung) yang harus mempunyai konstruksi kuat untuk menahan atau memikul beban kendaraan. Semua beban dalam kendaraan baik itu penumpang, mesin, sistem kemudi, dan segala peralatan kenyamanan semuanya diletakkan di atas rangka. Oleh karena itu setiap konstruksi chassis harus mampu untuk menahan semua beban dari kendaraannya. chassis adalah suatu struktur yang ujung-ujungnya disambung kaku. Semua batang yang disambung secara kaku harus mampu menahan gaya aksial, gaya normal, dan momen. Oleh karena itu, dibutuhkan material yang kuat untuk memenuhi spesifikasi tersebut. [1]



Gambar 1. Desain Chassis

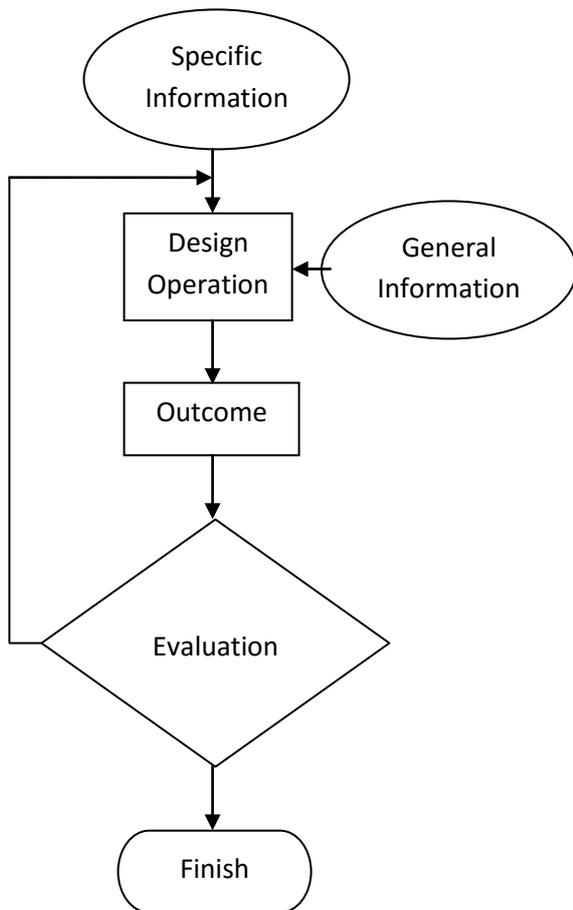
Ada juga beberapa fungsi utama dari chassis, yaitu :

- 1) Untuk menahan torsi dari mesin, transmisi, aksi percepatan perlambatan, dan juga menahan kejutan yang diakibatkan bentuk permukaan jalan.
- 2) Untuk meredam dan menyerap energi akibat beban kejutan yang diakibatkan benturan dengan benda lain.
- 3) Sebagai landasan untuk meletakkan bodi kendaraan, mesin, sistem transmisi, tangki bahan bakar dan lain-lain.

- 4) untuk menahan getaran dari mesin dan getaran akibat permukaan jalan.

Proses Desain

Secara umum proses perancangan suatu produk melibatkan iterasi yang panjang dan berulang-ulang. Dimulai dari pengumpulan informasi, pelaksanaan desain, evaluasi, desain ulang, hingga mendapatkan hasil akhir yang maksimal. Seperti diperlihatkan dalam bagan proses berikut : [3]



Gambar 2. Proses Desain

Informasi umum dan spesifik mengenai produk menjadi input bagi desain operasi suatu produk yang menghasilkan keluaran tertentu. Keluaran ini kemudian dievaluasi dari berbagai sisi, termasuk fungsional dan keamanannya. Jika keluaran tidak memenuhi suatu kriteria yang ditetapkan maka prosesnya diulang sampai ke langkah

berikutnya. Hal ini membutuhkan suatu langkah yang membutuhkan biaya tinggi dan waktu.

Dengan perkembangan teknologi komputer maka proses desain dapat dilakukan secara virtual. Hal ini menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk mendesain suatu produk dapat dipangkas, sehingga dapat menghemat cost. Istilah ini di industri dikenal dengan virtual prototyping. Dengan demikian suatu komponen dapat dievaluasi secara menyeluruh sebelum diproduksi atau diaplikasikan.

Computer Aided Design (CAD)

CAD adalah teknologi yang berkaitan dengan penggunaan sistem komputer untuk membantu dalam penciptaan, modifikasi, analisis, dan optimasi desain. Setiap program komputer yang mengaktifkan komputer grafis dan program aplikasi memfasilitasi fungsi rekayasa dalam proses desain dapat diklasifikasikan sebagai perangkat lunak CAD. Peran paling dasar dari CAD adalah untuk mendefinisikan geometri desain bagian mekanik, perakitan produk, struktur arsitektur, sirkuit elektronik, tata letak bangunan, dan lain-lain.

Finite Elemen Method (FEM)

Finite Element Method pada awalnya merupakan kebutuhan untuk memecahkan permasalahan elastisitas yang kompleks dan masalah analisis struktural di dalam sipil dan aeronautical engineering.

Finite element method (metode elemen hingga) atau FEM adalah salah satu metode numerik yang paling banyak dipakai di dunia engineering dan diajarkan di dunia (baik akademika maupun industri). Usianya lebih dari 40 tahun, dan hingga kini masih tetap dipakai, bahkan makin disukai. Metode ini berusaha memecahkan partial differential equations dan persamaan integrasi lainnya yang dihasilkan dari hasil diskritisasi benda kontinum. Meski berupa pendekatan, metode ini dikenal cukup ampuh memecahkan struktur-struktur yang

kompleks dalam analisis mekanika benda padat (solid mechanics) dan perpindahan panas (heat transfer).

Kriteria Von Mises

Von mises (1913) menyatakan bahwa akan terjadi luluh bilamana invarian kedua deviator tegangan melampaui harga kritis tertentu. Dengan kata lain luluh akan terjadi pada saat energi distorsi atau energi regangan geser dari material mencapai suatu nilai kritis tertentu. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa energi distorsi adalah bagian dari energi regangan total per unit volume yang terlibat di dalam perubahan bentuk. [3]

Dalam ilmu material dan teknik, kriteria luluh Von Mises dapat juga diformulasikan dalam Von Mises stress atau equivalent tensile stress, σ_{eq} , nilai tegangan scalar dapat dihitung dari tensor tegangan. Dalam kasus ini, material dikatakan mulai luluh ketika tegangan von Mises mencapai nilai kritis yang diketahui sebagai yield strength. Tegangan von Mises digunakan untuk meprediksi tingkat keluluhan material terhadap kondisi pembebanan.

Pada element tiga dimensi, bekerja tegangan-tegangan searah sumbu x, y, dan z. Pada tiap-tiap sumbu dapat diketahui tegangan utama ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$). Penggabungan tegangan-tegangan utama pada suatu element merupakan suatu cara untuk mengetahui nilai tegangan maksimum yang terjadi pada node tersebut. Salah satu cara mendapatkan tegangan gabungan adalah dengan menggunakan formula tegangan Von Mises : [5]

$$\sigma_{eq} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} \quad (1)$$

- σ_{eq} = tegangan ekuivalen (von mises stress)
- σ_x = tegangan normal sumbu x
- σ_y = tegangan normal sumbu y
- σ_z = tegangan normal sumbu z
- τ_{xy} = tegangan geser bidang yz
- τ_{yz} = tegangan geser bidang zx
- τ_{zx} = tegangan geser bidang xy

Faktor Keamanan

Faktor Keamanan pada awalnya didefinisikan sebagai suatu bilangan pembagi kekuatan ultimate material untuk menentukan tegangan kerja atau tegangan design. Perhitungan tegangan design ini pada jaman dulu belum mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti impak, fatigue, stress konsentrasi, dan lain-lain, sehingga faktor keamanan nilainya cukup besar yaitu sampai 20 – 30 . Seiring dengan kemajuan teknologi, faktor keamanan dalam design harus mempertimbangkan hampir semua faktor yang mungkin meningkatkan terjadinya kegagalan. Dalam dunia modern faktor keamanan umumnya antara 1.2 – 3.

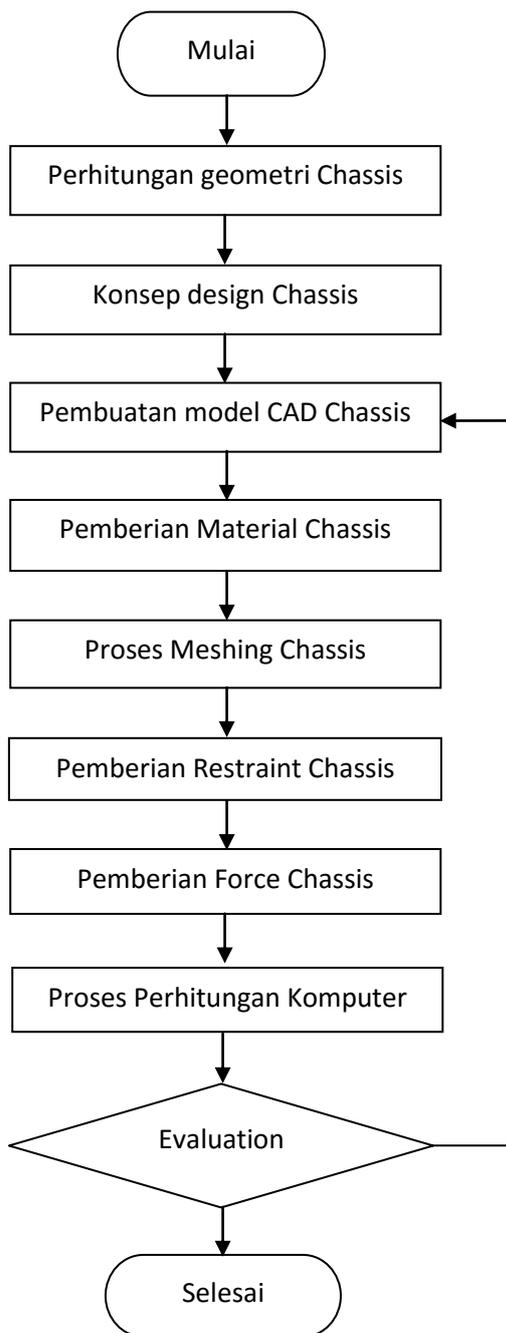
Dalam “modern engineering practice” faktor keamanan dihitung terhadap “significant strength of material”, jadi tidak harus terhadap ultimate atau tensile strength. Sebagai contoh, jika kegagalan melibatkan “yield” maka significant strength adalah yield strength of material, jika kegagalan melibatkan fatigue maka faktor keamanan adalah berdasarkan fatigue, dan seterusnya. Dengan demikian faktor keamanan didefinisikan sebagai :

$$N = \frac{\text{significant strength of material}}{\text{working stress}} \quad (2)$$

Beberapa referensi juga mendefinisikan faktor keamanan sebagai perbandingan antara design overload dan normal load.

METODE

Langkah awal dilakukan dengan pembuatan model chassis dengan menggunakan program CAD (Computer Aided Design). Dalam hal ini digunakan perangkat lunak Creo 2.0. Setelah itu dilakukan analisis dan simulasi dengan perangkat lunak yang sama. Pertama-tama model tida dimensi di berikan material kemudian dibuat meshingnya, agar dapat dilakukan analisis FEM (Finite Element Method) dan penentuan tumpuan (restraint) serta beban (force). Proses ini berulang seperti diperlihatkan dalam Gambar 3 berikut ini: [2]



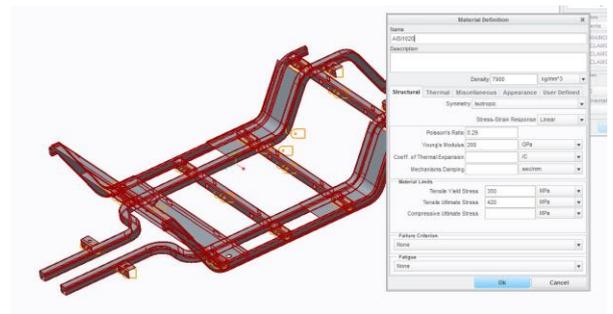
Gambar 3. Metodologi Penelitian

Material chassis

Chassis kendaraan pemantau jalan rel terbuat dari besi hollow AISI 1020 Carbon Steel dengan ukuran 40 X 40 mm, dan tebal 1.7 mm. Properties dari baja karbon 1020 adalah :

Tabel 1. Properties AISI 1020 Carbon Steel

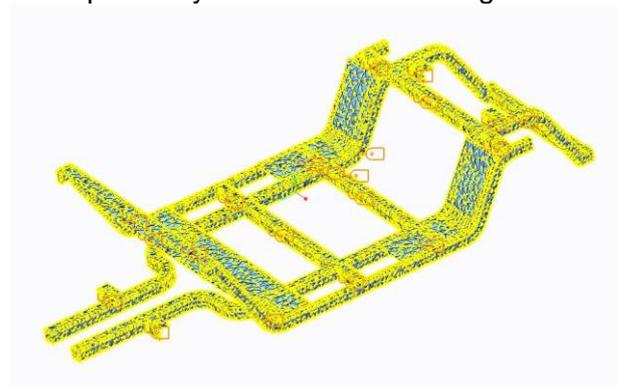
AISI 1020 Carbon Steel		
Density (kg/m ³)	=	7900
Elastic Modulus (Gpa)	=	200
Yield Strength (Mpa)	=	352
Tensile Strength (Mpa)	=	420
Poisson's Ratio	=	0.29



Gambar 4. Pemberian Material

Proses Meshing

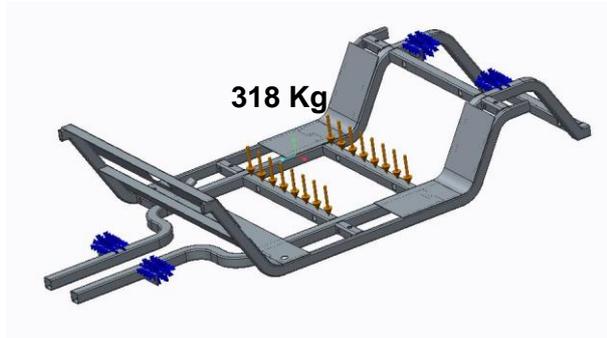
Finite Element Analysis (FEA) digunakan untuk menghitung tegangan yang terjadi pada benda solid. Prinsipnya adalah suatu ruang yang akan dilakukan penghitungan komputasi dibagi-bagi menjadi beberapa bagian, hal ini sering disebut dengan sel dan prosesnya dinamakan meshing.



Gambar 5. Proses Meshing

Beban Kendaraan

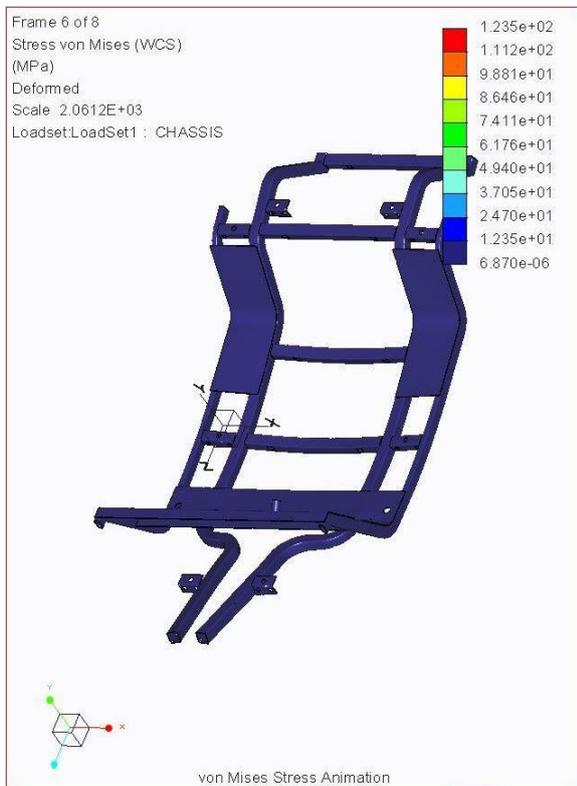
Asumsi masa-masa muatan kendaraan :
 Penumpang = 2 x @ 75 Kg = 150 Kg
 Battery = 6 x @ 26 Kg = 168 Kg +
 Total beban chassis adalah = 318 Kg



Gambar 6. Pemberian Restraint dan Force

HASIL DAN PEMBAHASAN

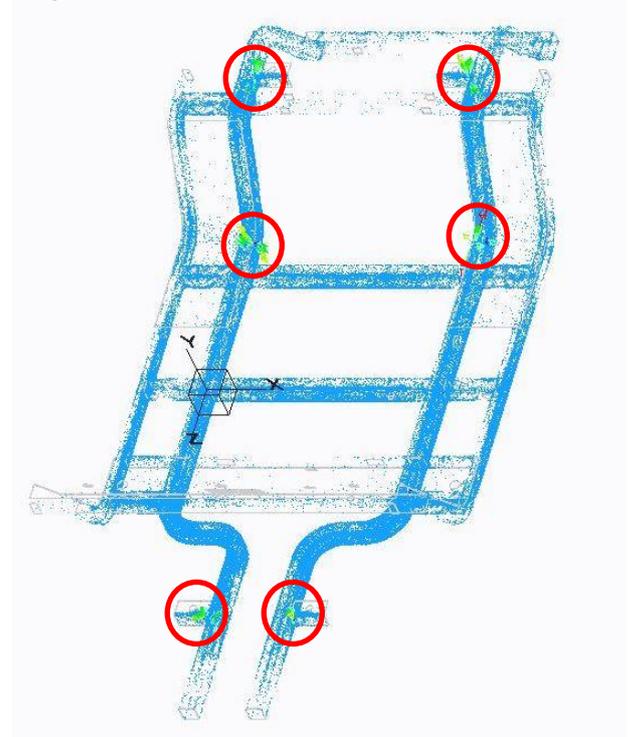
Stress Von Misses



Gambar 7. Tegangan Von Misses Chassis

Pada Gambar 7 terlihat bahwa tegangan Von Mises yang terjadi akibat pembebanan pada chassis kendaraan pemantau jalan rel memiliki nilai maksimum sebesar 123.5 Mpa. Hal ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan tegangan Yield Strength baja karbon 1020 yaitu 352 Mpa, sehingga bisa dikatakan bahwa desain chassis dan

material masih mampu menahan beban kerja.



Gambar 8. Titik Kritis Chassis

Pada Gambar 8 terlihat bahwa chassis kendaraan pemantau jalan rel memiliki beberapa titik kritis akibat pembebanan. Titik kritis tersebut terletak pada sambungan las pada komponen penumpu shock absorber dan bagian lengkung penumpu beban pengemudi dan baterai.

Faktor Keamanan

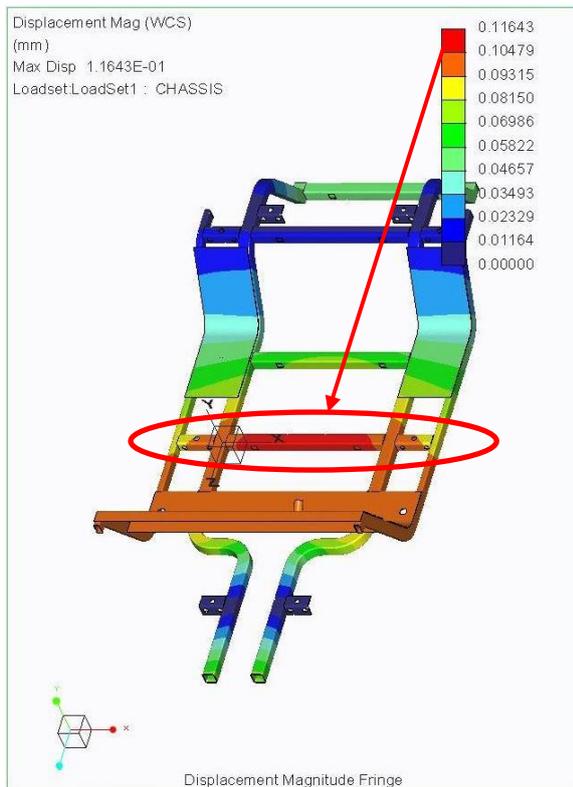
Faktor Keamanan Chassis kendaraan pemantau jalan rel adalah :

$$N = \frac{\text{significant strength of material}}{\text{working stress}}$$

$$N = \frac{352 \text{ Mpa}}{123.5 \text{ Mpa}} = 2.85$$

Faktor Keamanan yang di dapat dari perhitungan adalah 2.85. Ditinjau dari faktor keamanan yang lebih besar dari 1.0, maka dapat dikatakan bahwa desain chassis dan material aman.

Vektor Peralihan



Gambar 9. Vektor Peralihan Chassis

Pada Gambar 9 terlihat bahwa vektor peralihan (displacement) maksimal terjadi pada bagian penumpu beban pengemudi dan baterai yaitu sebesar 11643×10^{-5} mm.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis komputer menggunakan perangkat lunak Creo 2.0 pada chassis kendaraan pemantau jalan rel, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Chassis kendaraan pemantau jalan rel masih dalam keadaan aman karena tegangan Von Mises maksimum yang terjadi hanya sebesar 123.5 Mpa, belum mencapai nilai Yield Strength material.
2. Chassis kendaraan pemantau jalan rel masih dalam keadaan aman karena faktor keamanan yang diperoleh lebih dari 1.0 yaitu sebesar sebesar 2.85

3. Vektor Peralihan maksimum terjadi pada penumpu beban pengemudi yaitu sebesar 11643×10^{-5} mm

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya perlu adanya analisis dinamik pada chassis kendaraan pemantau jalan rel agar dapat diketahui lebih lanjut tingkat kestabilan saat melintas di jalan raya maupun jalan rel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Durmuş Ali Bircan, Kerem Selvi, Ayhan Ertaş, Ali Yaltirik, (2015), *Design And Analysis Of Electrically Operated Golf Cart Chassis Using Fea*, Faculty Of Engineering And Architecture, Çukurova University, Turkish.
- [2] Dr. Sri Poernomo Sari, St., Mt, Puguh Santoso, (2011), Analisis Tegangan Statik Pada Rangka Sepeda Motor Jenis Matic Menggunakan Software Catia P3 V5r14, Teknik Mesin Universitas Gunadarma, Jakarta.
- [3] Mohamad Yamin, Dita Satyadarma, Opik A. Hasanudin, (2008), Analisis Tegangan Pada Rangka Mobil Boogie, Center For Automotive Research, Universitas Gunadarma, Depok.
- [4] Choirun Niam, (2011), Perancangan Dan Pembuatan Prototipe Robot Inspeksi Rel Kereta Api, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [5] Irawati, Mas Murtedjo, Dan Yoyok Setyo H, (2013), Analisis Tegangan Lokal Konstruksi Windlass Pada BOW FSO Akibat Pengaruh Modifikasi Sistem Offloading, Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.