

SIMULASI UJI BAHAN NATURAL RUBBER PADA ROLLER BARRIER BERBASIS SOLIDWORKS

Eka Ayu Kurniati
Manajemen Keselamatan
Transportasi Jalan - PKTJ
Jln. Semeru No. 3, Tegal, 52125
Telp: (0283) 351061
kurniatiaiyu16@gmail.com;

Mochammad Reza Prisman
Dosen Manajemen Keselamatan
Transportasi Jalan-PKTJ
Jln. Semeru No. 3, Tegal, 52125
Telp: (0283) 351061
rezaprisman@gmail.com

Firmansyah Wahyu A.F.C.
Teknik Keselamatan Otomotif-
PKTJ
Jln. Semeru No. 3, Tegal, 52125
Telp: (0283) 351061
firmaryahwahyu14@gmail.com

Farida Nur Fadhilah
Manajemen Keselamatan
Transportasi Jalan-PKTJ
Jln. Semeru No. 3, Tegal, 52125
Telp: (0283) 351061
faridanoefadhilah@gmail.com

Abstract

Fatality rate of accidents on motorcycles and light vehicles due to high safety devices roadblock (guardrail) kind of rigid by 46% (FARS and GES, 2005). Breakthrough roller guardrail barrier as modifications are widely applied in developed countries than in developing countries such as Indonesia. Therefore we have been doing research on the simulation test materials on roller barrier natural rubber as an alternative material roller barrier. Using quantitative descriptive analysis through Finite Element method using SolidWorks application. Assuming the amount of weight used AAHSTO research based on Vehicle Impact with Curb-and-Guardrail Systems in the amount of 100,000 N, 125,000 N, 150,000 N, 200,000 N, 225,000 N and 250,000 N. After calculating the load voltage obtained load of 13.770 MPa, 13.774 MPa, 16.669 MPa, MPa 22.278 MPa, 25.147 MPa and 27.540 MPa. So that the results of the simulation the use of materials of natural rubber can be applied in the design of roller barrier.

Keywords: Roller, Roller barrier, Natural rubber, SolidWorks, Guardrail

Abstrak

Tingkat fatalitas kejadian kecelakaan pada kendaraan sepeda motor dan kendaraan ringan yang tinggi akibat alat pengaman pembatas jalan (*guardrail*) jenis rigid sebesar 46% (FARS dan GES, 2005). Terobosan roller barrier sebagai modifikasi *guardrail* banyak diterapkan di negara maju dibandingkan di negara berkembang seperti di Indonesia. Oleh karena itu kami telah melakukan penelitian tentang simulasi uji bahan material natural rubber pada *roller barrier* sebagai bahan alternatif *roller barrier*. Analisa menggunakan deskriptif kuantitatif melalui metode *Finite Element* dengan menggunakan aplikasi SolidWorks. Asumsi besaran beban yang dipakai berdasarkan penelitian AAHSTO tentang *Vehicle Impact with Curb-and-Guardrail Systems* yaitu sebesar 100.000 N, 125.000 N, 150.000 N, 200.000 N, 225.000 N dan 250.000 N. Setelah dilakukan perhitungan beban diperoleh tegangan beban sebesar 13,770 MPa, 13,774 MPa, 16,669 MPa, 22,278 MPa, 25,147 MPa dan 27,540 MPa. Sehingga dari hasil simulasi tersebut pemakaian bahan material dari natural rubber dapat diaplikasikan dalam desain *roller barrier*.

Kata Kunci: Roller, Roller barrier, Natural rubber, SolidWorks, Guardrail

PENDAHULUAN

Kejadian kecelakaan pada kendaraan sepeda motor dan kendaraan ringan terjadi akibat tabrakan alat pengaman jalan (*guardrail*) sebesar 46% (FARS dan GES, 2005). Mayoritas pagar pengaman yang digunakan di Indonesia adalah jenis rigid. Salah satu alasan dipilihnya jenis tersebut karena harga lebih ekonomis dari pada yang lain, selain itu karena

pemasangan yang mudah. Dapat disimpulkan bahwa pemilihan *guardrail* tersebut hanya mementingkan dari segi ekonomi dan pemenuhan fasilitas perlengkapan jalan saja, namun tidak memperhatikan pada fungsi dari pagar pengaman dan memperhatikan dari segi keselamatan pengguna jalan.

Keberadaan *guardrail* yang dipasang pada tepi jalan seharusnya dapat melindungi pengendara agar menghindari kondisi cedera maupun terluka dan mengurangi kerugian materiil pada kendaraan yang tertabrak itu sendiri. Namun hal sebaliknya dapat terjadi akibat desain *guardrail* yang tidak sesuai yang menyebabkan pengendara mengalami luka berat maupun meninggal dunia saat tertabrak *guardrail*. Adanya terobosan teknologi *roller barrier* masa kini turut mengurangi fatalitas kecelakaan akibat desain *guardrail* yang tidak berkeselamatan bagi pengendara.

Spesifikasi standar bahan *guardrail* menggunakan lempengan besi mengacu pada KM Nomor 3 Tahun 1994 Tentang Alat Pengendalian dan Pengaman Pemakai Jalan sedangkan standar bahan produk *roller barrier* dari KSI menggunakan EVA-Ethylene Vinyl Acetate. Adapun perbedaan bentuk *guardrail* dan *roller barrier* dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbedaan Bentuk *Roller Barrier* dan *Guardrail*

Dengan pengaplikasian bahan natural rubber sebagai bahan alternatif *roller barrier*, maka dapat dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui cara dan permodelan kekuatan beban bahan natural rubber sebagai inovasi bahan material dari *roller barrier* tersebut.

KAJIAN PUSTAKA

Roller Barrier

Roller Barrier merupakan inovasi produk desain alat pengaman pembatas jalan terbaru masa kini yang berfungsi untuk melindungi pengendara kendaraan dari dampak buruk akibat kecelakaan dengan mencegah pengemudi dan penumpang dari kecelakaan fatal yang tidak hanya menyerap energi kejut, namun juga mengubah energi kejut menjadi energi rotasi. Perangkat keselamatan ini juga mereduksi kecepatan kendaraan agar terhenti dan tidak keluar dari badan jalan setelah tertabrak alat pengaman pembatas jalan dengan menyerap energi kejut dan menghindari kondisi terluka bahkan meninggal dunia pada pengendara akibat desain *guardrail* yang tidak sesuai.

Natural Rubber

Natural rubber merupakan campuran dari senyawa organik polyisoprene dan sejumlah kecil komponen organik lain termasuk air. Polimer polyisoprene (C₅H₈)_n merupakan komponen paling utama. Natural rubber diklasifikasikan sebagai elastomer (polimer elastis). Natural rubber dibuat dengan mengolah latex (getah) yang dihasilkan dari tanaman *Hevea brasiliensis*.

Proses kristalisasi yang cepat pada saat karet ditarik membuat karet memiliki tensile strength, tear strength, dan sifat ketahanan abrasi yang sangat baik. *Tensile strength* dari karet vulkanat tanpa bahan pengisi berkisar dari 2500 hingga 3500 psi, dimana bahan pengisi dapat meningkatkan tensile strength hingga lebih dari 4500 psi (35 MPa). Gaya pegas atau kekenyalan dari natural rubber sangat baik. Pada strain atau tegangan tinggi, umur fatik dari natural rubber lebih tinggi dari Styrene (SBR).

Tegangan

Apabila sebuah batang atau benda dibebani suatu gaya maka akan terjadi gaya reaksi yang sama dengan arah yang berlawanan. Gaya tersebut akan diterima sama rata oleh setiap molekul pada bidang penampang batang tersebut. Jadi tegangan adalah suatu ukuran intensitas pembebanan yang dinyatakan oleh gaya dan dibagi oleh luas ditempat gaya tersebut bekerja. Tegangan ada bermacam – macam sesuai dengan pembebanan yang diberikan. Komponen tegangan pada sudut yang tegak lurus pada bidang ditempat bekerjanya gaya disebut tegangan langsung. Pada pembebanan tarik akan terjadi tegangan tarik maka pada beban tekan akan terjadi tegangan tekan

SolidWorks

SolidWorks adalah 3D mekanik CAD (computer-aided design) program yang berjalan pada Microsoft Windows dan sedang dikembangkan oleh Dassault Systèmes SolidWorks Corp , anak perusahaan dari Dassault Systèmes, SA (Vélizy , Prancis). SolidWorks saat ini digunakan oleh lebih dari 2 juta insinyur dan desainer di lebih dari 165.000 perusahaan di seluruh dunia.

SolidWorks memanfaatkan fitur berbasis parametrik pendekatan untuk membuat model dan rakitan. File SolidWorks menggunakan Microsoft Structured Penyimpanan format file. Ini berarti bahwa terdapat berbagai file tertanam dalam setiap SLDDRW (menggambarkan file), SLDPRT (bagian file), SLDASM (perakitan file) file, termasuk bitmap pratinjau dan metadata sub-file.

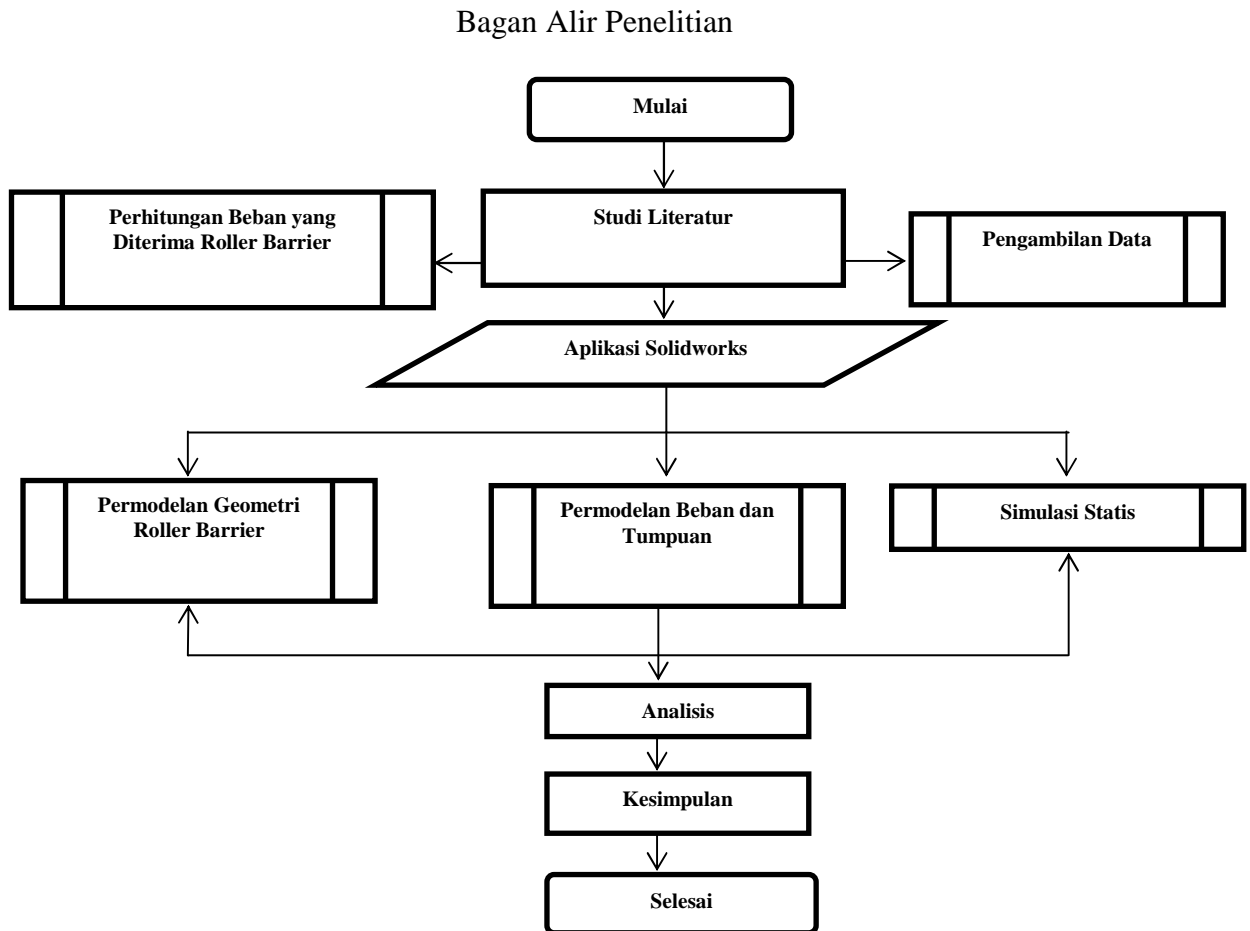
Finite Element Method

Analisis Finite Element (FEA) adalah teknik numerik berbasis komputer untuk menghitung kekuatan dan perilaku struktur teknik meliputi lendutan, stres, getaran, perilaku tekuk dan banyak perlakuan lainnya. Selain itu rendah biaya serta modern. Finite Element Analysis tersedia untuk berbagai disiplin ilmu dan perusahaan. Dalam Finite Element method, struktur dipecah menjadi banyak kecil blok sederhana atau elemen. Perilaku elemen individu dapat dijelaskan dengan relatif sederhana set persamaan. Sama seperti set elemen bergabung bersama untuk membangun seluruh struktur, persamaan menggambarkan perilaku dari unsur-unsur individu bergabung ke dalam set yang sangat besar persamaan yang menggambarkan perilaku seluruh struktur.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelusuran pustaka penelitian yang meliputi tentang analisis kekuatan roller barrier dengan metode *Finite Element*.
2. Melakukan pengambilan data berupa dimensi dari *roller barrier*
3. Melakukan perhitungan beban yang diterima *roller barrier*.
4. Melakukan permodelan geometri *roller barrier*.
5. Melakukan pemodelan beban dan tumpuan *roller barrier* menggunakan SolidWorks.
6. Melakukan simulasi statis menggunakan SolidWorks.
7. Melakukan pembahasan hasil analisis.



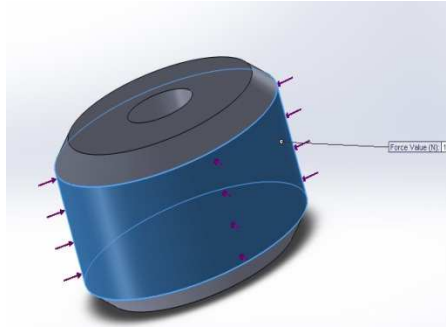
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

ANALISIS

Pemilihan bahan *roller* berbahan dasar natural rubber pada penelitian ini karena *rubber* jenis ini memiliki kekuatan yang baik dan nilai ekonomis dibandingkan jenis lainnya berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan. Asumsi besaran beban yang diinput berdasarkan penelitian AAHSTO tentang *Vehicle Impact with Curb-and-Guardrail Systems* yaitu sebesar 100.000 N, 125.000 N, 150.000 N, 200.000 N, 225.000 N dan

250.000 N. Kemudian dari kajian tersebut kami analisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang dijelaskan dalam langkah-langkah metode *Finite Element* yaitu :

1. Melakukan perhitungan beban yang diterima roller



Gambar 3. Perhitungan Beban (hasil analisis)

Dari gambar bisa terlihat bahwa beban yang diterima oleh *roller* berasal dari luar yang pada simulasi ini diaplikasikan pada *roller* bagian luar. Asumsi besaran beban berdasarkan penelitian AAHSTO tentang *Vehicle Impact with Curb-and-Guardrail Systems*. Pada beban yang diterima oleh *roller* ini menggunakan variasi beban yaitu 100.000 N ,125.000 N ,150.000 N ,200.000 N, 225.000 N dan 250.000 N. Dengan memvariasikan beban yang diterima oleh *roller* maka akan diketahui perubahan tegangan maksimal yang ada pada *roller* ketika menerima beban.

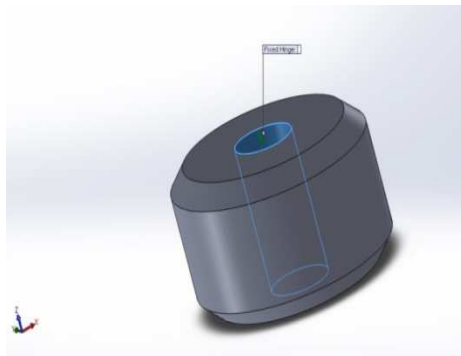
2. Melakukan permodelan geometri roller



Gambar 4. Permodelan Geometri *Roller* (hasil analisis)

Pada gambar bisa terlihat, yang merupakan permodelan geometri *roller*. Permodelan geometri ini dilakukan dengan software SolidWorks ,yang selanjutnya akan digunakan untuk simulasi.

3. Melakukan permodelan tumpuan *roller*



Gambar 5. Permodelan Tumpuan *Roller* (hasil analisis)

Pada simulasi yang dilakukan ini digunakan pemodelan tumpuan Fixed Hinge yang ada pada software SolidWorks. Pemilihan pemodelan tumpuan ini lebih akurat dikarenakan pada tumpuan ini jika diaplikasikan, masih bisa bergerak seperti roller yang ini akan menunjukkan keadaan sebenarnya yang terjadi pada *roller* ketika bekerja menerima beban.

4. Pemilihan material

Pemilihan material konstruksi *roller barrier* dilakukan dengan penggambaran menggunakan SolidWorks. Sebelumnya sudah ditentukan untuk jenis *roller* yang akan digunakan yaitu sebagai berikut :

Model type : Linear Elastic Isotropic
 Units : SI-N/m² (Pa)
 Category : Rubber
 Name : Natural Rubber
 Default failure criterion : unknown
 Sustainability : Defined

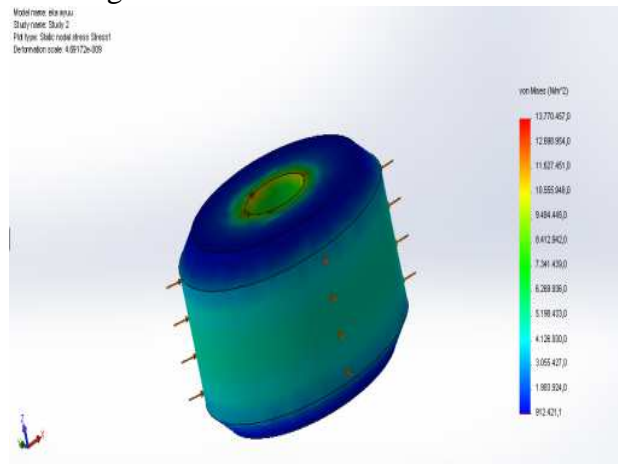
Tabel 1 Spesifikasi Material *Roller Barrier*

No.	Property	Value	Units
1	Elastic Modulus in X	10000	N/m ²
2	Poisson's Ration in X Y	0.45	N/A
3	Mass Density	960	Kg/m ³
4	Tensile Strength in X	20000000	N/m ²

5. Pembahasan hasil analisis simulasi pada *roller*

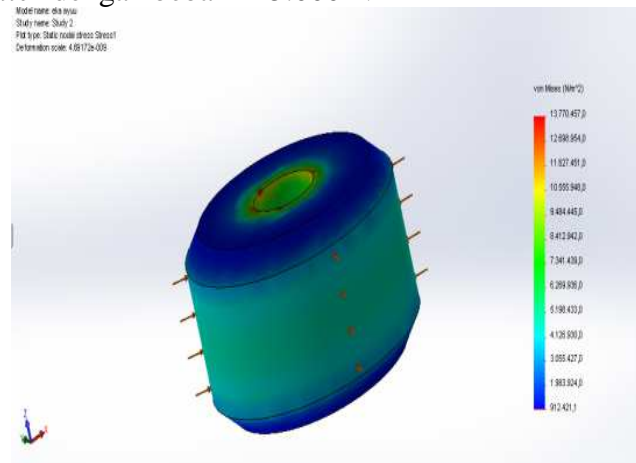
Hasil analisis dihitung berdasarkan tegangan maksimal yang terjadi pada *roller*. Tegangan maksimal yang terjadi berada pada bagian dalam *roller* yang bersinggungan dengan baja penahan *roller barrier*. Berikut hasil tegangan maksimal dengan variasi beban sebagai berikut :

a. Pemodelan *roller* dengan beban 100.000 N



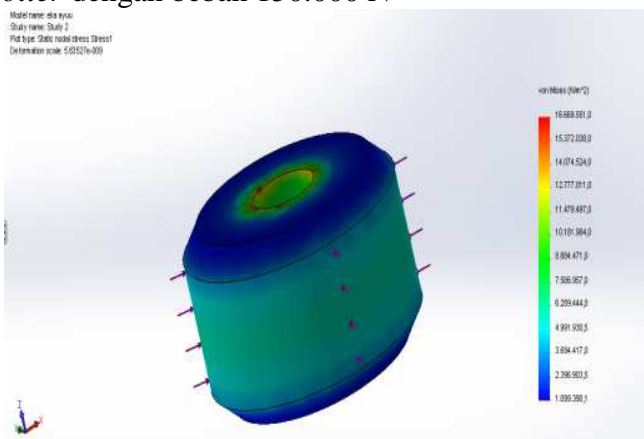
Gambar 6. Hasil Pemodelan *Roller* dengan Beban 100.000 N (hasil analisis)

b. Pemodelan *roller* dengan beban 125.000 N



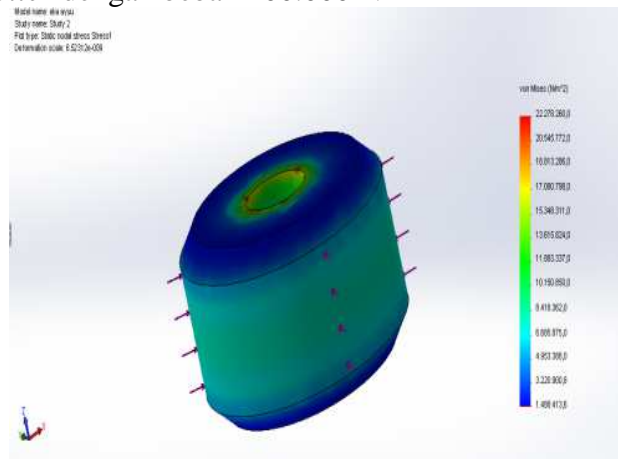
Gambar 7. Hasil Pemodelan *Roller* dengan Beban 125.000 N (hasil analisis)

c. Pemodelan *roller* dengan beban 150.000 N



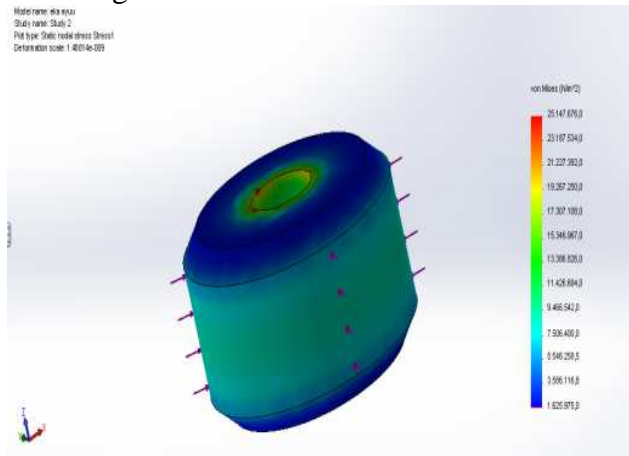
Gambar 8. Hasil Pemodelan *Roller* dengan Beban 150.000 N (hasil analisis)

d. Pemodelan *roller* dengan beban 200.000 N



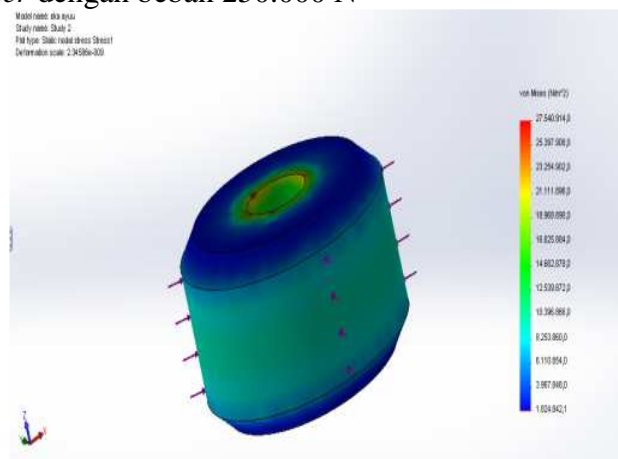
Gambar 9. Hasil Pemodelan *Roller* dengan Beban 200.000 N (hasil analisis)

e. Pemodelan *roller* dengan beban 225.000 N



Gambar 10. Hasil Pemodelan *Roller* dengan Beban 225.000 N (hasil analisis)

f. Pemodelan *roller* dengan beban 250.000 N



Gambar 11. Hasil Pemodelan *Roller* dengan Beban 250.000 N (hasil analisis)

Gambar 6 s.d Gambar 11 merupakan hasil permodelan dari gaya yang diterima oleh *roller barrier* terhadap tumbukan benda lain yang kami simulasikan dengan input masing-masing beban pada aplikasi SolidWork . Pada **Tabel 2** diperoleh hasil simulasi sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Simulasi SolidWork Pada *Roller* Berbahan Natural Rubber

Gaya Tumbukan Pada <i>Roller</i> (Newton)	Hasil Tegangan Maksimal Pada <i>Roller</i> (MPa)
100.000	13,770
125.000	13,774
150.000	16,669
200.000	22,227
225.000	25,100
250.000	27,500

Dalam SolidWorks terdapat indikator warna yang menyatakan kuat lemahnya tegangan suatu benda. Jadi, dalam roller tersebut tersebar tegangan mulai dari daerah yang memiliki tegangan rendah yang ditandai dengan indikator warna biru tua hingga daerah yang mengalami titik kritis yaitu yang ditandai dengan indikator warna merah. Dalam percobaan tersebut, didapat hasil bahwa semakin besar gaya yang ditumbukan maka tegangan maksimal yang dihasilkan semakin besar pula. Seperti yang diketahui, *tensile strength maximal* dari natural rubber berkisar 4500 psi (35 MPa) sedangkan hasil maksimal dari simulasi SolidWorks pada Roller berbahan natural rubber adalah 27,500 MPa .Sehingga dari simulasi ini didapatkan Roller berbahan natural rubber masih aman digunakan dan diinstalasikan sebagai alternatif desain infrastuktur alat pengaman pembatas jalan (*guardrail*).

KESIMPULAN

Simulasi kekuatan bahan roller berbasis SolidWorks dilakukan dengan permodelan tumpuan fixed hinge pada variasi pemberian beban pada roller yaitu sebesar 100.000 N, 125.000 N ,150.000 N ,200.000 N, 225.000 N dan 250.000 N. Setelah dilakukan perhitungan beban diperoleh tegangan beban sebesar 13,770 MPa, 13,774 MPa , 16,669 MPa , 22,278 MPa , 25,147 MPa dan 27,540 MPa. Diketahui pula tegangan maksimal pada bahan masih berada dibawah *tensile strength* bahan sebesar 35 MPa. Sehingga dari hasil simulasi tersebut pemakaian bahan material dari natural rubber dapat diaplikasikan sebagai bahan alternatif dalam desain *roller barrier* sebagai alat pengaman pembatas jalan (*guardrail*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami panjatkan kehadiran Allah SWT dan kedua orang tua kami, tak lupa kepada Bapak M. Reza Prisman selaku dosen PKTJ yang telah membimbing dalam penulisan ini , kepada Bapak Bambang Istiyanto yang telah memberi inspirasi pada penulisan ini dan teman-teman Korps Taruna XXIII yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrute , Ashish V., Karlus , Edward Nikhil dan Rathore, R.K.. 2013.*Design and Assessment of Multi Leaf Spring*. International Journal Of Research In Aeronautical and Mechanical Engineering.hal 115-124. ISSN (Online): 2321-3051
- Fadhilah, Farida N., Nugraha, A., Solahudin, F., dan Alfian, M. Nurul. 2015. Analisis Pagar Pengaman. Tegal.Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan. hal 34-38.
- Gabler, Hampton C. and Douglas J. Gabauer. 2007. *Opportunities for Reduction of Fatalities in Vehicle-Guardrail Collisions*. 51st Annual Proceedings Association For The Advancement of Automotive Medicine (Blacksburg,October 15 – October 17, 2007)
- Groover, M.P. 2002. Fundamentals of Modern Manufacturing. New Jersey, USA. John Wiley & Sons.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 3 Tahun 1994 Tentang Alat Pengendalian dan Pengaman Pemakai Jalan
- Plaxico, CA .2002. Vehicle Impact with Curb-and-Guardrail Systems.USA.AAHSTO.hal 254-282.
- S.P, Sari dan Puguh Santoso .2014. Analisis Tegangan Statik Pada Rangka Sepeda Motor Jenis Matic Menggunakan Software Catia P3 V5R14. Jakarta.Universitas Gunadarma.