

Perancangan *Tire Blast Cover* Sebagai Alat Pengaman Bagi Pekerja Dalam Proses Pengisian Ban Angin *Head Truck* di Perusahaan Jasa Maintenance Alat Berat

Muhammad Hamzah Habbiburrahman

Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo – Surabaya

Email : Hamzahhabib@yahoo.com

Abstrak

Bermula dari *accident report* dari Perusahaan maintenance Alat Berat, pernah terjadi ledakan dari ban angin *headtruck* pada kegiatan perawatan dan penggantian ban angin *headtruck* yang menyebabkan timbulnya korban jiwa dan tuntutan perbaikan *HIRA*. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha melakukan perancangan sebuah desain alat yang mampu menahan dari ledakan ban angin *head truck* untuk mengurangi tinggi resiko kecelakaan kerja yang ditimbulkan akibat ledakan ban. Tujuan penelitian ini adalah membuat perancangan desain *tire blast cover* yang mampu menahan tekanan ledakan dan efek serta dampak yang ditimbulkan dengan melakukan uji simulasi *numerik*. Uji simulasi *numerik* ini akan diawali dengan mencari data material lalu merancang desain diantaranya *tire blast* dengan ketebalan lapisan 2.54 mm dan 5.08 mm kemudian mendapatkan data efek dan dampak ledakan dari hasil wawancara untuk menentukan apa saja yang diperlukan dalam perancangan dan simulasi. Simulasi dilakukan dua jenis yaitu simulasi pada lapisan pelindung dan keseluruhan desain keseluruhan *tire blast cover*. Kemudian setelah dilakukan simulasi untuk mendapatkan data *equivalent stress* untuk kemudian dilakukan perbandingan dan perhitungan dengan teori kegagalan material *von misses*. Hasil dari penelitian ini yaitu berdasarkan hasil simulasi dan pendekatan teori *von mises* bahwa desain *tire blast cover* dengan ketebalan lapisan 5.08 mm yang dikatakan aman dan mampu menahan dari ledakan ban angin *head truck*.

Kata kunci: teori *von misses*, simulasi *numeric*, *Hazard Identification and risk analysis*

1. PENDAHULUAN

Kecelakaan dan kesehatan kerja adalah upaya pencegahan dari kecelakaan dan melindungi pekerja dari mesin, peralatan kerja dan kegiatan pekerjaan yang dapat menyebabkan *traumatic injury*. Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) didefinisikan sebagai ilmu dan penerapan teknologi tentang pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Dengan memberi perlindungan K3 diharapkan pekerja dapat bekerja dengan aman, sehat dan produktif (Sulaksmono, 1997).

Perusahaan maintenance Alat Berat memiliki kegiatan perbaikan berat pada mesin unit alat angkat dan angkut seperti perbaikan transmisi *head truck*, perbaikan sambungan *chasis*, perbaikan *spider* pada unit RS dan SL dan lain sebagainya. Perusahaan maintenance Alat Berat juga memasukan kegiatan perawatan dan penggantian ban pada divisi *maintenance*, perawatan dan penggantian ban dilakukan pada unit *head truck* dan *chasis* juga pada ban RS dan SL. Terdapat bahaya ledakan dari kegiatan pengisian angin pada ban yang dapat mengakibatkan terlepasnya *ring velg* dan *velg* terlepas dan terhempas dari ban serta hampasan angin yang keluar dari ban akibat ledakan tersebut. Kasus ledakan ban ini pernah terjadi pertama pada tahun 2012, kemudian terjadi kembali pada tahun 2014 dan pertengahan tahun 2015 dengan mengakibatkan kerusakan pada atap *workshop* yang terhantam oleh *rig velg* ban *head truck* pada tahun 2012, setelah itu pada tahun 2014 ledakan yang terjadi mengakibatkan pekerja terhempas secara *horizontal* sejauh 1,5 meter dan pekerja mengalami luka berat pada tangan akibat terhantam *ring velg headtruck* pada pertengahan tahun 2015.

Didalam jurnal ini, *Tire Blast Cover* akan didesain dan diuji secara *visual* dengan aplikasi ANSYS agar dapat mengetahui rancangan yang tepat dan mampu menahan tekanan yang dihasilkan saat ledakan terjadi. Selain itu juga material baja yang digunakan dalam perancangan *Tire Blast Cover* akan ditentukan dengan menggunakan baja dengan spesifikasi ASTM A240 S30400 atau S30403.

2. METODOLOGI

2.1 Perawatan dan Penggantian Ban Head Truck Perusahaan maintenance Alat Berat

Didalam perawatan dan penggantian ban *head truck* terdapat beberapa kegiatan, diantaranya :

1. Perawatan ban

Pemeriksaan ketebalan ban, pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui beberapa ketebalan ban yang sedang digunakan dan apabila ketebalan telah berkurang dari ketebalan minimum dengan mengacu pada tabel 2.1 maka ban tersebut perlu dilakukan penggantian, serta juga terdapat pemeriksaan tekanan angin serta kekencangan mur roda.

Jenis Ban	Ketebalan Minimum
1000 x 20	1.6 – 0.5 mm
1100 x 20	1.6 – 0.5 mm
Ban mati (<i>Solid Tire</i>)	72.5 mm

(Sumber : *Work Instruction* Perusahaan maintenance Alat Berat, 2016)

Pada pemeriksaan tekanan angin dapat berpedoman pada tabel 2.2 dan pada saat memastikan kekencangan mur roda menggunakan kekencangan sekitar 700 Nm.

Tabel 2.1 Ketebalan Minimum

Tabel 2.2 Tekanan Angin Ban *Head Truck*

Jenis Ban	Tekanan Angin Maksimum
Ban Vulkanisir (<i>Retread Tire</i>)	Maximum 100 Psi
Ban Original Tunggal (<i>Single Original Tire</i>)	Maximum 120 Psi
Ban Original Ganda (<i>Double Original Tire</i>)	Maximum 110 Psi

(Sumber : *Work*

Instruction Perusahaan maintenance Alat Berat, 2016)

2. Penggantian Ban

- a. Proses dongkrak ban
- b. Proses pelepasan mur
- c. Proses melepas dan memasang kembali ban ke velg
- d. Proses pengisian ban
- e. Proses pemasangan dengan roda

2.2 Ledakan Ban Head Truck

Ledakan ban *head truck* sering terjadi pada kegiatan penggantian ban terutama pada saat proses pengisian angin. Saat ledakan diperkirakan menghasilkan energi sebesar 63.000 ft lb, energi ini hampir sama dengan ledakan pada granat atau ranjau darat (Hefny, 2009). Cidera dari ledakan ban dapat disebabkan oleh beberapa efek, diantaranya :

- a. Efek Primer : disebabkan oleh gelombang ledakan awal, dapat merobek jaringan lunak serta menghancurkan tulang kaku.
- b. Efek Sekunder: disebabkan oleh fragmen dan bahan dorong pada gambar 2.1 akibat kekuatan ledakan dengan kecepatan 100 mil/jam, dapat menyebabkan trauma tumpul dan tembus.
- c. Efek Tersier : disebabkan oleh hempasan dari ledakan, dapat menyebabkan tubuh terhempas serta cedera patah tulang dan kerusakan mata atau organ vital lainnya (Hefny, 2009).



Gambar 2.1 Bahan atau Fragmen yang Terhempas
(Sumber : Hefny, 2009)

2.3 Bahan Pembuatan Tire Blast Cover

Pada penelitian ini digunakan material kromunium dan kromunium nikel plat dan lembaran atau strip *stainless steel* dengan spesifikasi berdasarkan ASTM (*American Society for Testing Material*) dengan jenis ASTM A240 S30400 dan S30403. Tidak ada perbedaan jauh antara S30400 dan S30403 yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Komposisi Kimia S30400 dan S30403

Komposisi Kimia	S30400 (%)	S30403 (%)
Karbon	0.08 maks.	0.03 maks.
Mangan	2.00 maks.	2.00 maks.
Sulfur	0.030 maks.	0.030 maks.
Silikon	0.75 maks.	0.75 maks.
Fosfor	0.045 maks.	0.045 maks.
Kromium	18.00 – 20.00	18.00 – 20.00
Nikel	8.00 – 12.00	8.00 – 12.00
Nitrogen	0.1 maks.	0.1 maks.

(Sumber : AK Steel, 2010)

Tabel 2.4 Mechanical Properties S30400 dan S30403

Material	Tensile Strength (min)		Yield Strength (min)		Elongation in 2" or 5 mm (min) %	Hardness (maxs.)	
	Kpi	Mpa	Kpi	Mpa		Brinell	Rockwell
S30400	75	515	30	205	40	201	92
S30403	70	485	30	205	40	201	92

(Sumber : AK Steel, 2010)

2.4 Ansys

Ansys merupakan *software* berbasis *finite element analysis* yaitu suatu metode perhitungan *numeric* yang bertujuan mendapatkan pendekatan dengan kondisi yang sebenarnya dengan membagi benda ke elemen – elemen kecil (*Meshing*) ataupun tanpa melakukan *meshing*. Penggunaan *software* ini mencakup simulasi struktur, panas, dinamika fluida, akustik dan elektromagnetik.. Secara umum di bagi beberapa langkah dasar penggunaan *ansys* diantaranya :

- a. Geometri : melakukan desain benda yang akan diuji, dapat dari desain CAD
- b. Material Properti : memasukan nilai material properti seperti ASTM, JIS.
- c. Mesh : pembagian elemen menjadi bagian kecil.

- d. Analisa dan Pembebanan : melakukan uji simulasi dengan menentukan gaya atau jenis simulasi yang akan dilakukan.
- e. Hasil : mendapatkan data pemetaan kekuatan, grafik *stress* dan lain sebagainya sesuai keinginan simulasi yang diharapkan (Ansys, 2013)

2.5

Teori

Von Misses

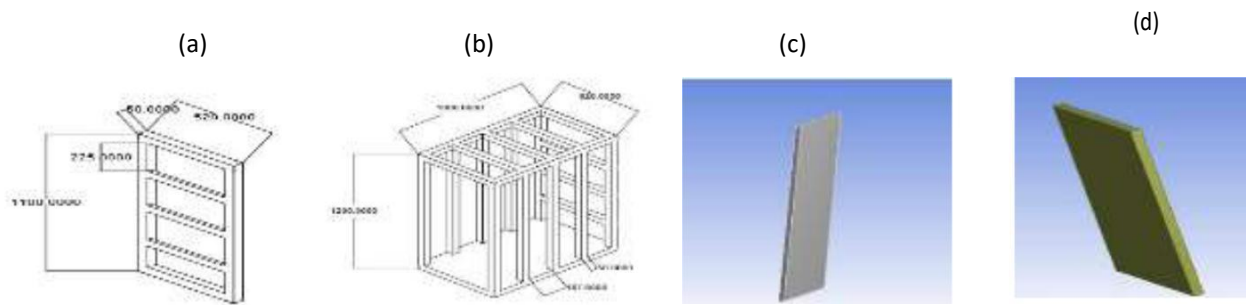
Teori *von misses* merupakan teori kegagalan tegangan octahedral maksimum yang menyatakan bahwa luluh terjadi bila tegangan octahedral maksimum yang terjadi melebihi harga limit yang diketahui dari hasil tes tarik material beban standar (ASTE, 2009). Penggunaan teori ini untuk mengetahui kekuatan material atau desain sudah aman dalam penggunaan atau tidak dengan memperhatikan tegangan maksimum yang terjadi tidak boleh melebihi dari tegangan dari perhitungan *von mises*, berikut ini adalah rumus perhitungan *von misses*

$$\sigma \text{ terjadi} \leq 2 \frac{1}{2} \frac{S_y}{3} \tag{1}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Tire Blast Cover

Tire Blast Cover yang akan dilakukan uji simulasi ini memiliki desain seperti sangkar yang menggunakan material ASTM A240 S30400 atau S30403. Desain *Tire Blast Cover* ini didesain dengan menggunakan *software autocad* untuk mendapatkan desain yang lebih detail, berikut desain *Tire Blast Cover* yang akan digunakan dengan dua lapisan yang berbeda ukuran :



Gambar 3.1 (a) Rangka Pintu, (b) Rangka Main Body, (c) Pelapis 2.54 cm, (d) Pelapis 5.08 cm

3.2 Hasil Simulasi Tire Blast Cover

Simulasi dilakukan dengan bantuan *software ansys explicit dynamics*. Sebelum melakukan simulasi diperlukan memasukan data material kedalam *engineering data* serta menentukan tekanan uji dan waktu simulasi dilakukan diantaranya :

1. Material Data
 - a. *Density* : 8.03 gram cm⁻³
 - b. *Young Modulus* : 2.8E + 07 Psi
 - c. *Poisson Ratio* : 0.29
 - d. *Tensile Yield Strength* : 485 Mpa
2. Tekanan Uji

Pada tekanan uji simulasi menggunakan tekanan 180 Psi.
3. Waktu Uji

Waktu uji ini menentukan estimasi waktu yang dibutuhkan sebuah *fragmen* atau benda yang terhempas dimana dalam pengujian ini adalah *velg* yang terhempas dari ban menuju dinding pelapis dan rangka *tire blast cover* dengan perhitungan sebagai berikut :

$$t = \frac{s}{v} \tag{2}$$

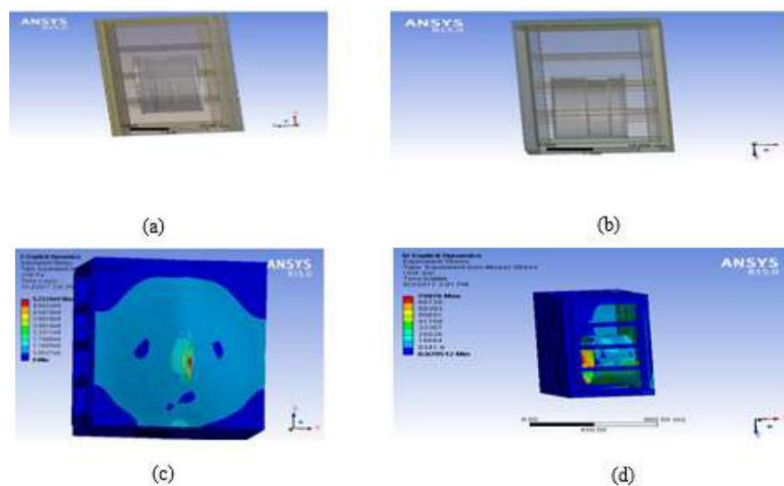
Diketahui :

- a. Jarak *velg* dan dinding *tire blast cover* (s) = 0.26 m
- b. Kecepatan *velg* terhempas = 100 mil/jam atau 44.074 m/s

Maka :

$$t = \frac{s}{v} = \frac{0.26 \text{ meter}}{44.074 \text{ meter/detik}} = 0.0005 \text{ detik}$$

Setelah memasukan beberapa data diatas, maka dapat dipilih hasil simulasi berupa data *equivalent stress* untuk mendapatkan nilai *von misses* dari simulasi yang dilakukan. Pada gambar 3.2 didapatkan hasil pengujian *tire blast cover* dengan lapisan setebal 2.54 cm memiliki nilai *equivalent (von misses) stress* sebesar 7.5745e5 Psi dan memiliki penyebaran node – node di beberapa area *tire blast cover* serta terdapat retakan pada lapisan luar *tire blast cover* yang ditunjukan pada gambar 3.2 (b), sedangkan pada gambar 3.3 didapatkan hasil pengujian *tire blast cover* dengan lapisan setebal 5.08 cm memiliki nilai *equivalent (von misses) stress* sebesar 75076 Psi dan memiliki penyebaran node – node di beberapa area *tire blast cover* untuk melihat dimana titik tegangan maksimal dan minimal pada gambar 3.3 (b).



Gambar 3.2 (a) Desain Pelapis 2.54 cm Sebelum Simulasi, (b) Desain Pelapis 5.08 cm Sebelum Simulasi, (c) Desain Pelapis 2.54 cm Sesudah Simulasi, (d) Desain Pelapis 5.08 cm Sesudah Simulasi

3.4 Pembahasan

Setelah didapatkan hasil uji simulasi dan nilai *von misses* simulasi maka perlu dilakukan perbandingan antara nilai *von misses* simulasi dan *von misses* dari perhitungan seperti berikut :

$$2 \frac{S_y}{3} = 1.4142 \frac{205}{3} = 97.37 \text{ Mpa}$$

S_y merupakan nilai *yield strength* dari material ASTM A240 S30400 atau S30403. Maka didapatkan nilai *von misses* dari perhitungan sebesar 16122.35 Psi. Jika dilakukan perbandingan maka Desain *tire blast cover* dengan pelapis 2.54 cm melebihi nilai *von misses* dari perhitungan yaitu 7.5745e5 Psi, sedangkan desain *tire blast cover* dengan pelapis 5.08 cm memiliki nilai *von misses* dari simulasi sebesar 12513 Psi. Maka didapatkan desain *tire blast cover* dengan pelapis 5.08 cm merupakan desain yang aman untuk menahan efek ledakan ban angin yang terjadi.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian simulasi desain *tire blast cover* ini didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Uji simulasi pada desain *tire blast cover* dengan ketebalan 2.54 cm menghasilkan nilai *equivalent (von misses) stress* sebesar 7.5745e5 Psi dengan keadaan desain setelah simulasi mengalami retakan pada lapisan luar desain. Pada desain *tire blast cover* dengan ketebalan 5.08 cm menghasilkan nilai *equivalent (von misses) stress* sebesar 12513 Psi dengan keadaan desain setelah simulasi tidak mengalami cacat ataupun kerusakan akibat menahan *velg* yang terhempas akibat ledakan.

2. Setelah dilakukan perbandingan antara *von misses* simulasi dengan *von misses* perhitungan didapatkan bahwa desain *tire blast cover* dengan pelapis 5.08 cm memiliki nilai *von misses* simulasi sebesar 12513 Psi dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan nilai *von misses* dari perhitungan sebesar 16122.325 Psi yang berarti desain tersebut dikatakan aman dan mampu menahan ledakan serta efek dari ledakan ban angin *head truck*.

5. DAFTAR NOTASI

σ = tegangan [Psi]

S_y = yield strength [Mpa]

t = waktu [detik]

s = jarak [meter]

v = kecepatan [meter/detik]

6. DAFTAR PUSTAKA

ANSYS, 2013. *ANSYS Mechanical APDL Introductory Tutorials*. Canonsburg.

AK Steel, 2010. *Product Data Sheet 304/304L Stainless Steel*.

ASTE, 2009. *Heavy Vehicles Tire Blowout And Explosion*. IRSST.

Hefny, 2009. *Severe Tyre Blast Injuries During Servicing*. Arab Saudi.

Sulaksmo, 1997. *Manajemen Keselamatan Kerja*. Unair, Surabaya.

Work Instruction PT. X, 2016.