

UJI KEKUATAN SKID-FRAME PADA HORIZONTAL PRESSURE VESSEL BERBASIS SIMULASI NUMERIK

Ghea Rizki Amelia¹, Naufal A Prasetyo^{*,1}

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

*Corresponding author: abdurrahman@polibatam.ac.id

Article history

Received:
21 Juni 2019
Accepted:
25 Juni 2019
Published:
29 Juni 2019

Copyright © 2019
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Skid-frame adalah sebuah gabungan struktural yang terdiri dari berbagai macam ukuran atau pun dimensi profile. *Skid-frame* dirancang agar dapat menahan beban yang berada di atas nya. Beban ini berasal dari sebuah pressure vessel bertipe horizontal. *Pressure vessel* merupakan wadah yang digunakan untuk penyimpanan atau laluan fluida baik gas maupun cairan yang bertekanan. Tekanan tersebut bisa lebih besar atau lebih kecil dari tekanan udara luar pressure vessel. Pada studi ini beban dari pressure vessel yang digunakan berasal dari *operating weight*-nya yaitu sebesar 22000 Kg. Beban tersebut diasumsikan sebagai beban statis, baik intensitas maupun gaya kerjanya. Material yang diaplikasikan pada *skid-frame* dalam studi ini yaitu berjenis S275JR dengan nilai yield strength sebesar 275 N/mm². Untuk mengetahui kemampuan *skid-frame* dalam menahan beban, dilakukan sebuah simulasi numerik menggunakan perangkat lunak berbasis metode elemen hingga. Hasil yang diharapkan berupa nilai stress, displacement dan safety factor. Setelah dilakukan pemodelan dan simulasi menggunakan program perangkat lunak simulasi, didapatkan nilai stress maksimum sebesar 150,795 Mpa, displacement maksimum sebesar 15,21 mm dan safety factor pada rentang nilai 1,7 – 2,28.

Kata Kunci: *Skid frame, Horizontal, Pressure Vessel, Statis, Elemen Hingga*

Abstract

Skid-frame is a structural assembly that consist of various profile size and dimension. The skid is designed to resist the load above her. The load came from a horizontal pressure vessel. Pressure vessel is a vessel used to store fluid or as a fluid pass, rather for gases or pressurized fluid. The pressure inside the vessel can be higher or lower than the outside of the vessel. In this study, the load used came from the operating weight, which is 22000 Kg. The load is assumed as a static load, whether it is the intensity or the force. The material applied for the skid-frame is S275JR with yield strength value 275 N/mm². To find out how capable the skid-frame to resist the impact of load, a numerical simulation need to be done using a software based on finite element method. The expected results are stress value, displacement value and safety factor. After doing the test and the simulation using application program, we obtained the value of maximum stress 150,795 Mpa, maximum displacement value 15,21 mm, value of factor of safety between 1,7 – 2,28.

Keywords: *Skid Frame, Horizontal, Pressure Vessel, Static, Finite Element*

1.0 PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas atau seringkali disebut migas merupakan salah satu sektor industri yang membutuhkan kehandalan material dan komponen untuk menunjang operasional serta produksi. Salah satu komponen yang sering kali dijumpai pada operasional industri migas adalah *pressure vessel* (bejana tekan).

Pressure vessel merupakan wadah yang digunakan untuk penyimpanan atau laluan fluida baik gas maupun cairan yang bertekanan. Tekanan tersebut bisa lebih

besar atau lebih kecil dari tekanan udara luar pressure vessel [1].

Dalam penempatannya, pressure vessel memerlukan dudukan berupa *skid-frame* yang berperan sebagai konstruksi penopangnya. Untuk itu, diperlukan perencanaan *skid-frame* yang mampu menahan beban tanpa mengalami kegagalan konstruksi. Kegagalan konstruksi merupakan sebuah kondisi penyimpangan, kesalahan atau kerusakan hasil pekerjaan konstruksi yang dapat mengakibatkan kegagalan konstruksi [2]. Kegagalan konstruksi harus dihindari, sebab akan

menimbulkan kerugian materiil maupun non-materiil.

Skid-frame berupa gabungan struktur yang terdiri dari berbagai macam ukuran atau pun dimensi profil. Bagian-bagian *skid-frame* dapat memiliki dimensi ataupun penampang yang sama, namun sistem kombinasi pun dapat diterapkan guna mendapatkan kekuatan yang lebih optimal [3].

Skid-frame dalam studi ini direncanakan untuk menahan beban yang berasal dari sebuah *pressure vessel*. *Pressure vessel* terdiri dari 2 tipe yaitu vertikal dan horizontal. Jenis yang dibahas pada penelitian ini adalah horizontal *pressure vessel* (lihat Gambar 1). Seperti namanya, horizontal vessel diposisikan secara datar dan horizontal. *Pressure vessel* jenis horizontal disangga oleh dua kaki yang disebut dengan saddle. Saddle ini biasanya terdiri dari dua bagian kanan dan kiri yang simetris [4].

Berdasar pada latar belakang yang sudah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai stress, displacement dan safety factor *skid-frame* dari *pressure vessel* menggunakan bantuan dari salah satu program perangkat lunak simulasi. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini yaitu berupa nilai stress, displacement dan safety factor.



Gambar 1: Horizontal Pressure Vessel

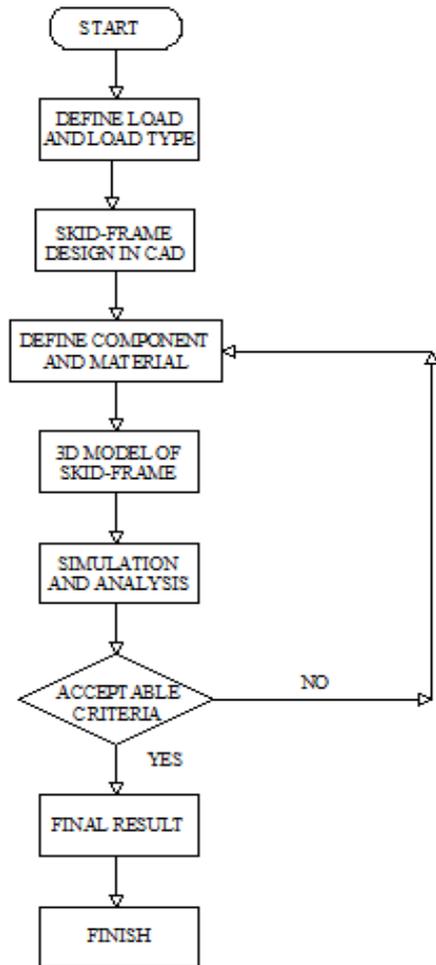
2.0 METODE

Obyek studi berada di salah satu perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur industri migas. Metode penelitian yang digunakan adalah metode simulasi menggunakan program perangkat lunak. Penelitian dengan metode simulasi merupakan bentuk penelitian yang bertujuan mencari gambaran melalui sebuah model sederhana yang mana kemudian dilakukan kontrol maupun simulasi pada model tersebut untuk melihat pengaruhnya.

Pada penelitian ini, *skid-frame* akan diasumsikan sebagai sebuah model sederhana, beban yang berasal dari *pressure vessel* akan diestimasi sebagai beban statis baik intensitas dan gaya kerjanya, sementara seluruh penampang disemua struktur akan diasumsikan homogen.

Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 2. Sebelum membuat rancangan model skid, tentukan beban dan jenisnya (lihat tabel 1). Setelah mengetahui jumlah beban dan membatasinya pada analisis beban statis pada rangka, dilanjutkan dengan perancangan sketsa awal menggunakan program CAD. Tahap selanjutnya yaitu pembuatan modelling *skid-frame* menggunakan program perangkat lunak 3D & simulasi sesuai dengan desain awal skid. Setelah model

jadi, kemudian dilanjutkan ke proses inti yaitu melakukan simulasi pengujian kekuatan sesuai dengan data utama vessel yang dijabarkan pada tabel 1.



Gambar 2 : Flow Chart Penelitian

2.1. Spesifikasi Pressure Vessel

Tabel 1 menunjukkan data utama dari vessel. *Pressure vessel* memiliki volume 16 m³. Pada penelitian ini, berat yang akan di ambil sebagai beban pada *skid-frame* adalah pada bagian *operating weight*. Pada *operating weight* tersebut dapat diketahui massa benda nya, dengan mengetahui massa bendanya maka sesuai Hukum Newton III yang berbunyi “Setiap aksi akan menimbulkan reaksi, jika suatu benda memberikan gaya pada benda yang lain maka benda yang terkena gaya akan memberikan gaya yang besarnya sama dengan gaya yang diterima dari benda pertama, tetapi arahnya berlawanan“. Berat benda yang berperan sebagai gaya berat dapat dicari dengan persamaan (1).

Tabel 1: Data Horizontal Pressure Vessel

Code	ASME VIII DIV.1 2017 ED
Volume	16 m ³
Operating pressure	15 (psi) to 3000 (psi)
Empty weight	6000 kg
Operating weight	22000 kg
Test weight	22800 kg

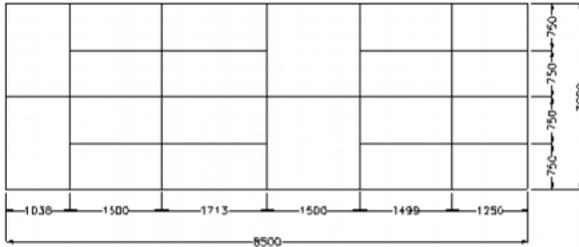
$$\text{Rumus berat benda (N)} = w = m \times g \dots (1)$$

Dimana,

- m = massa benda (kg)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)

Dengan adanya gaya berat yang memiliki arah gaya kebawah, maka akan ada gaya perlawanan yang timbul ke atas dengan jumlah yang sama besarnya.

2.2. Ukuran Skid-Frame



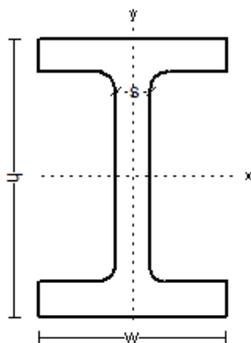
Gambar 3 :Desain 2D Skid-frame

Perencanaan desain awal *skid-frame* ini dilakukan di aplikasi CAD dengan ukuran seperti gambar 3. Panjang total senilai 8500 mm.

2.3. Pemilihan Profile

Baja merupakan jenis logam yang paling umum digunakan dalam bidang industri manufaktur sebab memiliki kekuatan yang cukup besar, keuletan yang baik serta kemudahan dalam hal fabrikasi [5]. Baja memiliki kekuatan volume lebih tinggi dari bahan lainnya, hal ini memungkinkan perencanaan konstruksi baja dapat memiliki beban mati yang lebih kecil untuk bentang lebih panjang, sehingga menyebabkan struktur nya lebih ringan dan efektif [6].

Profile baja yang digunakan pada penelitian ini yaitu bertipe profile H beam. Pemilihan profile H beam tersebut karena merupakan profil yang sering digunakan dalam pembuatan struktur atap maupun lantai. Gambar 4 menampilkan profile yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berdasarkan EN 10025-2:2004 berukuran 203 mm x 203 mm x46 mm. Penggabungan komponen *skid-frame* dapat dilakukan dengan mudah menggunakan pengelasan, penggunaan sambungan keling (*riveting*) maupun dengan pemasangan baut (*bolting*).



Gambar 4 : Profile H Beam

2.4. Pemilihan Material

Pengaplikasian material menggunakan baja khusus untuk struktur. Hal ini dipilih karena pemakaiannya yang banyak digunakan dibandingkan baja jenis lain dikarenakan kualitas nya yang memadai dan harga nya yang relatif lebih rendah. Tipe yang dipakai adalah tipe yang paling sering digunakan pada perusahaan yaitu material S275.

Berdasarkan standard dari EN 10027, terdapat 3 grade dari material ini, yaitu JR, J0 dan J2. Dalam penelitian ini, grade yang dipakai adalah S275 JR, sebab material ini memiliki nilai ekonomi lebih rendah dan lebih banyak ketersediaannya di pasaran dibandingkan kedua jenis lainnya. Tabel 2 menyajikan karakteristik material S275JR yang digunakan pada penelitian.

Tabel 2: Karakteristik Material S275JR

Property	Value	Unit
Elastic Modulus	$2,10 \times 10^5$	N/mm ²
Shear Modulus	$7,90 \times 10^4$	N/mm ²
Mass Density	7800	kg/m ³
Tensile Strength	410	N/mm ²
Yield Strength	275	N/mm ²

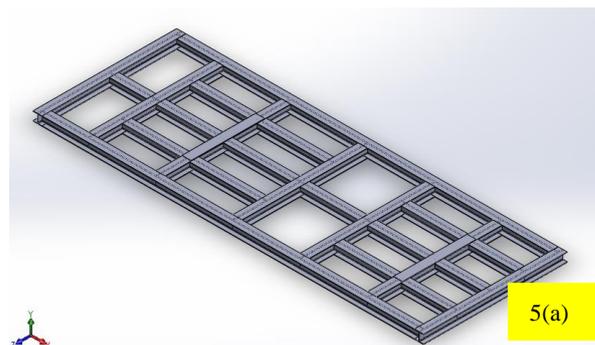
3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

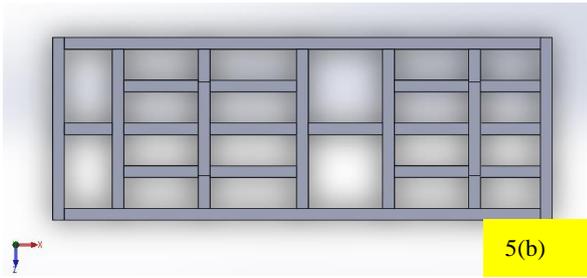
Setelah mendapatkan berbagai data yang diperlukan, langkah selanjutnya yaitu membuat model 3D sesuai dengan rencana design 2D *skid-frame*. Dengan bantuan program perangkat lunak didapatkan model 3D seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5 (a) tampak isometric dan 5 (b) tampak atas. Setelah mendapatkan model yang diinginkan, kita dapat beralih ke proses selanjutnya yaitu melakukan simulasi pembebanan pada *skid-frame*.

Untuk melakukan simulasi, langkah awal yang harus dilakukan yaitu mengaplikasikan material S275 pada benda. Pemberian beban disesuaikan dengan peletakan saddle dari horizontal pressure vessel. Total beban yang dikenai oleh *skid-frame* berjumlah $19,6 \times 10^4$ N, jadi masing-masing saddle diasumsikan memberikan beban yang sama besar ke *skid-frame* dengan nilai pada persamaan (2).

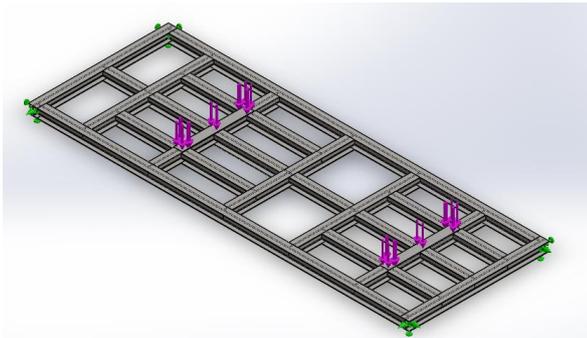
$$W = 21,56 \times 10^4 \text{ N} / 2 = 10,78 \times 10^4 \text{ N} \dots\dots\dots (2)$$

Maka masing-masing beban memiliki nilai sebesar $10,78 \times 10^4$ N. Arah gaya penekanan adalah 100% kearah bumi. Bagian-bagian yang akan dikenai beban ditampilkan pada Gambar 6.



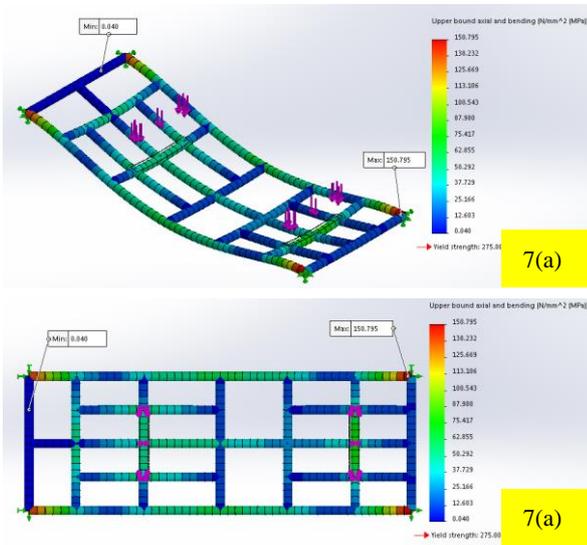


Gambar 5 : Model 3D Skid-frame (a) Tampak Isometric; (b) tampak atas



Gambar 6 : Bagian-bagian yang Diberi Pembebanan

Setelah dilakukan simulasi, didapatkan hasil-hasil pada Gambar 7 (a) dan 7 (b) yang menampilkan analisis stress.



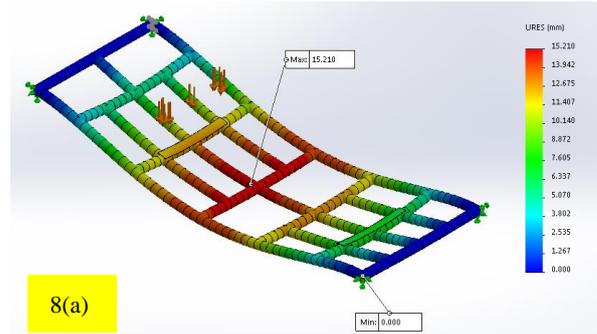
Gambar 7 : Hasil simulasi stress (a) Tampak Isometric; (b) tampak atas

Stress merupakan kumpulan gaya pada permukaan suatu benda. Jika luasannya semakin sempit namun gaya nya tetap, maka tegangan akan semakin besar.

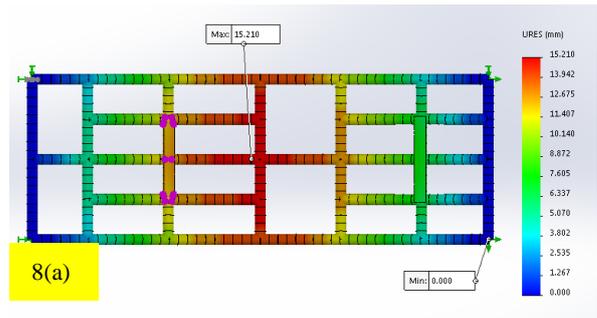
Dari gambar 7 (a) dan 7 (b) dapat dilihat bahwa tegangan terbesar pada skid-frame ditunjukkan oleh nilai maksimum sebesar 150,795 MPa, tegangan ini ditandai dengan area yang berwarna merah. Sementara itu, nilai minimum yaitu sebesar 0,040 MPa ditandai dengan area yang berwarna biru tua. Nilai maksimum dari Stress ini tidak boleh melebihi nilai yield strength nya, karena akan menyebabkan benda tersebut kehilangan sifat elastisnya dan mengalami kegagalan konstruksi.

Diketahui bahwa nilai yield strength material S275JR sebesar 275 N/mm², jadi dapat disimpulkan bahwa tegangan maksimum skid-frame ini dapat dikategorikan aman.

Dari proses analisa stress, dapat diketahui juga nilai displacement-nya. Displacement adalah perubahan bentuk pada benda yang terkena gaya. Dalam hal ini, perubahan bentuk yang terjadi yaitu terjadinya lengkungan akibat pemberian beban statis. Hasil yang didapatkan dari simulasi yaitu bagian yang terkena deformasi terbesar yaitu 15,21 mm pada bagian frame tengah yang berwarna merah (lihat Gambar 8a dan Gambar 8b).



8(a)

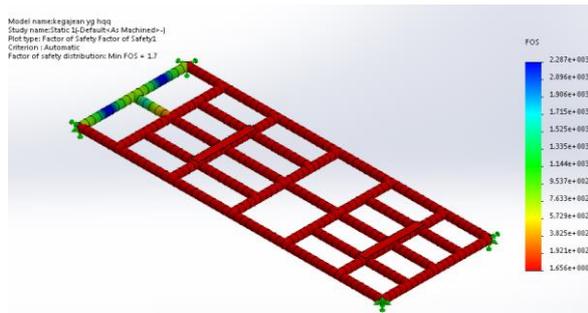


8(a)

Gambar 8 : Hasil Simulasi Displacement (a) Tampak Isometric; (b) tampak atas

Parameter yang menjadi pokok kajian terakhir yaitu factor of safety yang merupakan faktor penting dalam menentukan kualitas suatu produk. Jika suatu produk memiliki nilai kurang dari 1 maka produk tersebut tidak layak untuk digunakan. Hal ini juga berarti bahwa jika suatu produk memiliki nilai 1, maka produk tersebut hanya dapat menahan beban material dan konstruksinya sendiri, jika produk mendapati beban tambahan maka dapat menyebabkannya mengalami kegagalan konstruksi. Jika factor of safety memiliki nilai jauh lebih tinggi dan mencapai 3 digit atau lebih, dapat dikatakan bahwa produk tersebut aman namun terlalu banyak pemborosan material.

Pada referensi [5] disebutkan jika faktor of safety kurang dari 1,0 maka suatu struktur dapat mengalami deformasi plastis yang memiliki efek pada ketidakmampuan struktur dalam mempertahankan fungsinya. Dari hasil simulasi pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa nilai safety factor minimum sebesar 1,7 dan maksimum 2,287 yang berarti skid-frame ini cukup aman untuk digunakan.



Gambar 9 : Hasil simulasi safety factor

4.0 KESIMPULAN

Skid-frame direncanakan untuk menopang pressure vessel dengan bobot 22000 kg, sehingga harus memiliki kehandalan struktur yang mumpuni. Setelah melakukan serangkaian proses studi perencanaan *skid-frame* didapatkan hasil nilai stress paling rendah 0,04 dan paling tinggi 150,795 Mpa. Nilai displacement paling tinggi 15,21 mm. Sedangkan *factor of safety* dalam rentang nilai 1,7 - 2,287 sehingga aman untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] C. Sutowo and H. wawan, "Perancangan Pressure

Vessel Kapasitas 0,017 m³ Tekanan 1 Mpa untuk Menampung Air Kondensasi Boge Screw Compressor," JURNAL MESIN TEKNOLOGI , vol. 5, no. 2, pp. 14–26, 2017.

- [2] Sumardjito, "Cacat dan Kegagalan Konstruksi," Staff Site Universitas Negeri Yogyakarta, 2011. [Online]. Available: <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/ModulAjar-CGK-1.pdf>. [Accessed: Jan-2019].
- [3] Pandhare A.P., Chaskar S.T., Patil J.N., Jagtap A.S., Bangal P.M., "Design, Analysis And Optimization Of Skid Base Frame", in International Journal Of Technology Enhancements And Emerging Engineering Research, Vol 2, Issue 7 110 ISSN 2347-4289, Smt. Kashibai Navale College of Engineering, Pune, India, 2014.
- [4] Dricant, "Memahami Horizontal Pressure Vessel Lebih Dalam," Indonesian Piping Knowledge, 29-Sep-2014. [Online]. Available: <http://www.idpipe.com/2014/09/memahami-horizontal-pressure-vessel-lebih-dalam.html>. [Accessed: Jan-2019].
- [5] Ichlas Imran, Al, Kadir, "Simulasi Tegangan Von Mises dan Analisa Safety Factor Gantry Crane Kapasitas 3 Ton", Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 2017