

Perancangan Rak Penyimpanan Oli untuk Meningkatkan Kapasitas Warehouse

Mazidah Alfarah Syawalyah^{1*}, Bayu Wiro Karuniawan¹, dan Widya Emilia
Primaningtyas¹

¹ Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri
Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia
Email: mazidahalfarah@student.ppons.ac.id

Abstract

UT Surabaya has a warehouse for storing spare parts needed either during heavy equipment maintenance work or customer demand in purchasing spare parts. This warehouse still does not maximize the existing capacity, seen from the many spare parts that are not arranged. This is due to the lack of shelf storage capacity due to the demand for many spare parts. In addition, the placement of spare parts that are not organized according to their group creates one of the problems, namely oil leaks that hit other spare parts. Seeing these problems, it is necessary to design a warehouse rack supported using the Ulrich Method by making three design concepts for selecting the most appropriate concept and in accordance with warehouse needs. Making design and structural strength analysis using Fusion 360 Software based on Finite Element Methods. The selected concept is design concept 2 with structural strength analysis of the rack frame obtained the results of allowable deformation of 1.37 mm for manual calculation and software displacement analysis obtained the maximum value that occurs 0.3670 mm with ASTM A36 material deformation allowance of 23.87 mm. The maximum stress value of 45.82 MPa in software analysis and 45.64 Mpa in manual calculations with ASTM A36 material allowable stress limit of 166.667 MPa. Then the maximum safety factor value of 5 is obtained, which means the machine frame is safe to use. total

Keywords: Warehouse, Ulrich Methods, Oil Storage, Finite Element Methods, Static Stress

Nomenclature

σ_y	yield strength material
sf	safety factor
I _{xx}	momen inersia
E	modulus young
σ	tegangan
σ_{ijin}	tegangan ijin
M _{max}	momen maksimum
Δ	deformasi
W _{req}	modulus yang harus dimiliki profil
q	beban merata
P	beban terpusat
L	panjang lengan

1. Pendahuluan

Warehouse adalah bagian penting dalam sistem logistik perusahaan yang menyimpan berbagai produk dari titik sumber hingga titik konsumsi, serta memberikan informasi tentang status dan disposisi item yang disimpan. UT Surabaya, memiliki jaringan layanan yang luas dan beragam di berbagai sektor industri, termasuk mesin konstruksi dan alat berat.

Pada PT. United Tractors, kegiatan maintenance merupakan bagian krusial untuk menjaga kinerja alat berat. Oleh karena itu, diperlukan *warehouse* yang efisien untuk menyimpan berbagai kebutuhan *maintenance* seperti oli, *sparepart*, dan sebagainya.

Namun, *warehouse* di UT Surabaya memiliki ukuran yang terbatas, sehingga kapasitas penyimpanan belum maksimal. Banyaknya *sparepart* yang tidak tertata menyebabkan kebocoran oli dan kerugian bagi perusahaan. Desain rak yang tinggi di *warehouse* yang sempit menyulitkan pengambilan barang dan berisiko bagi pekerja. Dalam mengatasi hal ini, perlu dilakukan penelitian dan perancangan rak penyimpanan oli yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

Perancangan rak penyimpanan oli ini difokuskan pada oli pail, karena kebutuhannya lebih mendesak dalam kegiatan *maintenance*. Penggunaan sistem rotary pada rak dapat memaksimalkan kapasitas penyimpanan dan mempermudah distribusi dan pengambilan oli, bahkan dari tempat yang tinggi. Selain itu, wadah yang disediakan dalam rak dapat mengantisipasi terjadinya kebocoran oli.

^{1*} Penulis korespondensi

Dengan implementasi perancangan rak

Perhitungan deformasi ijin
 $Deformasi\ ijin = L$

(8)

penyimpanan oli yang sesuai, UT Surabaya dapat

mengoptimalkan kapasitas warehouse, meningkatkan

2.6 Safety Factor

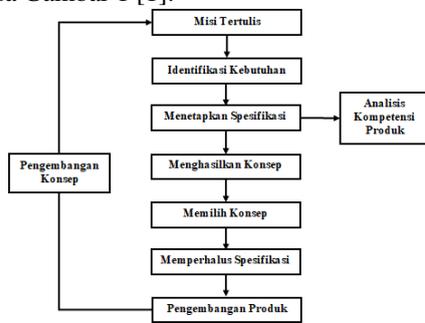
200

efisiensi, dan mengurangi kerugian akibat kebocoran oli. Hal ini akan membantu mendukung kegiatan maintenance dan kinerja perusahaan secara keseluruhan.

2. Metode Penelitian

2.1 Perancangan dan Pengembangan Produk

Perancangan produk adalah proses kegiatan yang dimulai dari timbulnya presepsi bahwa ada kesempatan di pasar dan berakhir dengan produksi, penjualan, dan pengiriman. Proses perancangan produk mempertimbangkan peluang-peluang pengembangan produk. perancangan produk sendiri harus dilakukan secara matang, karena proses ini akan mempengaruhi proses selanjutnya. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dalam perancangan dan pengembangan produk dapat dilihat pada Gambar 1 [1].



Gambar 1. Diagram Pengembangan Konsep

2.2 Perhitungan Beban

Rumus momen maksimal untuk beban merata pada suatu batang dengan tumpuan sederhana di kedua ujungnya

Nilai *safety factor* berdasarkan jenis beban [3] dapat diketahui pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai *Safety factor* berdasarkan jenis beban

Jenis beban	Safety factor
Beban statis	1,25 – 2,0
Beban dinamis	2,0 – 3,0
Beban kejut	3,0 – 5,0

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Penyusunan Daftar Kebutuhan

Penyusunan daftar kebutuhan ini dilakukan dengan mengidentifikasi apa saja kebutuhan yang diperlukan oleh pihak konsumen dengan cara melakukan wawancara dengan karyawan *warehouse* UT Surabaya. Berdasarkan wawancara dengan diperoleh beberapa keinginan dan kebutuhan karyawan terkait dengan desain rak penyimpanan oli tersebut dan akan dirumuskan daftar kebutuhan sebagai berikut.

Daftar Kebutuhan Produk		
S/H	Aspek	Penanggung Jawab
S	Kekuatan	Tim Desain
S	a. Rangka mampu menahan beban rak b. Rangkan aman digunakan	
S	Kapasitas	Tim Desain
S	a. Kapasitas yang dimuat lebih dari 81 buah oli pail	
S	b. Rak memiliki wadah sebagai antisipasi kebocoran oli	
S	c. Rak dapat digunakan sebagai penyimpanan <i>sparepart</i> lainnya	
S	Dimensi	Tim Desain
S	a. Ukuran mesin sesuai dengan <i>layout</i> rak yang disediakan pada <i>warehouse</i>	
S	Biaya	Tim Desain dan Manufaktur
S	a. Biaya produksi relative murah	

Tabel 2. Daftar Kebutuhan Produk

$$M_{max} = \frac{q \cdot L^2}{8} \tag{1}$$

Rumus momen maksimal untuk beban terpusat pada suatu batang dengan tumpuan sederhana di kedua ujungnya

$$M_{max} = \frac{P \cdot L}{8} \tag{2}$$

2.3 Modulus Rencana

Modulus adalah rangka yang digunakan untuk mengukur objek atau ketahanan bahan untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada benda.

$$W_{req} = \frac{M_{max}}{\sigma_{ijin}} \tag{3}$$

Keterangan:
S (Syarat) ; H (Harapan)

2.4 Perhitungan Tegangan

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I_{\sigma}} \tag{4}$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{y}{s_f} \tag{5}$$

3.2 Pembuatan Konsep Desain Pembuatan konsep desain rak penyimpanan oli

melibatkan 3 konsep utama untuk memenuhi kebutuhan.

2.5 Deformasi

Perhitungan deformasi aktual pada rangka panjang untuk beban terpusat.

$$\Delta = \frac{P \cdot L^3}{48 \times E \times I_{xx}}$$

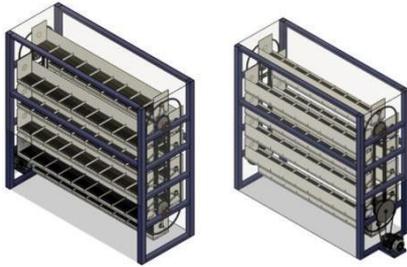
Desain ini berbeda dari yang rak biasa, dimana berdasarkan hasil wawancara dengan pekerja *warehouse*, desain awal sulit digunakan terutama untuk

mengambil oli *pail* dari aman. Desain baru dibuat seperti tempat tinggi dan kurang menggunakan sistem *rotary* Perhitungan deformasi aktual pada rangka panjang parkiran rotary untuk memudahkan pengambilan oli untuk beban merata. pail serta menyesuaikan SOP di *warehouse*. Desain ini juga

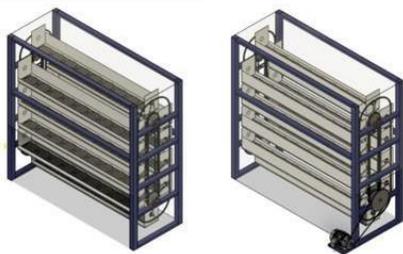
$$\Delta = \frac{5 \times P \times L^4}{384 \times E \times I_{xx}} \quad (7)$$

keamanan pekerja, serta mengurangi penggunaan pesawat angkat. Pada 3 konsep desain yang dibuat

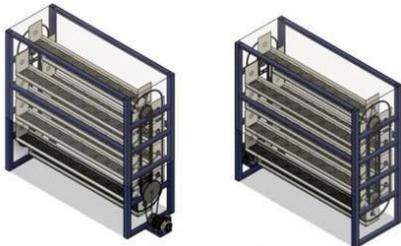
terdapat persamaan dan perbedaan. Untuk persamaannya yaitu pada mekanisme, bentuk rangka, bentuk rel, bentuk *scissor arm*. Perbedaannya ada pada desain palet yang memiliki bentuk benganan sisi yang berbeda dan posisi motornya. Berdasarkan data-data dan Batasan desain yang sudah ditentukan sebelumnya, maka diperoleh 3 konsep seperti pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4 berikut.



Gambar 2. Konsep Desain 1 Tampak Depan dan Belakang



Gambar 3. Konsep Desain 1 Tampak Depan dan Belakang



Gambar 4 . Konsep Desain 1 Tampak Depan dan Belakang

3.3 Analisis *Static Stress* Ketiga Konsep Palet

Setelah ketiga konsep desain dibuat, maka tahap selanjutnya adalah analisa kekuatan keseluruhan struktur menggunakan analisa *static stress*. Kemudian kita von mises stress ketiga konsep kurang dari tegangan ijin ASTM A36 yaitu 166,667 MPa.

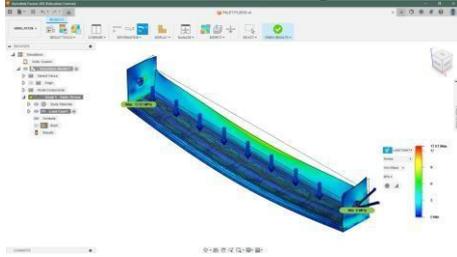
- Analisis *Static Stress* Palet Konsep Desain 1



Gambar 5. Hasil Analisis Stress Palet Konsep Desain 1

Dari hasil analisis *static stress* pada struktur menggunakan material steel ASTM A36 yang memiliki nilai σ ijin ASTM A36 sebesar 166.667 Mpa mendapatkan nilai *static stress* pada konsep desain 1 didapatkan nilai maksimum *stress* pada struktur yaitu 28,28 MPa.

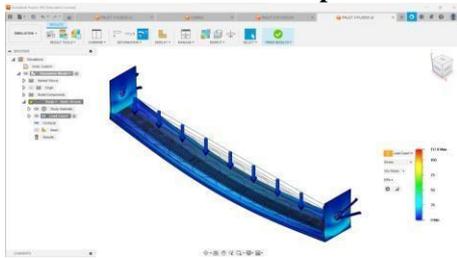
- Analisis *Static Stress* Palet Konsep Desain 2



Gambar 6. Hasil Analisis Stress Palet Konsep Desain 2

Dari hasil analisis *static stress* pada struktur menggunakan material steel ASTM A36 yang memiliki nilai σ ijin ASTM A36 sebesar 166.667 Mpa mendapatkan nilai *static stress* palet pada konsep desain 1 didapatkan nilai maksimum *stress* pada struktur yaitu 12,81 MPa.

- Analisis *Static Stress* Palet Konsep Desain 3



Gambar 7. Hasil Analisis Stress Palet Konsep Desain 3

Dari hasil analisis *static stress* pada struktur menggunakan material steel ASTM A36 yang memiliki nilai σ ijin ASTM A36 sebesar 166.667 Mpa mendapatkan nilai *static stress* palet pada konsep desain 1 didapatkan nilai maksimum *stress* pada struktur yaitu 117,6 MPa.

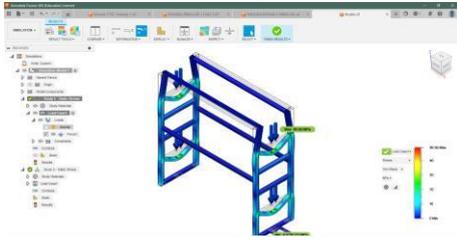
Analisis <i>Static Stress</i> Palet	Software (MPa)	Tegangan Ijin (MPa)	(Keterangan)
Palet Konsep Desain 1	28,28 MPa	166,667 MPa	Ok
Palet Konsep Desain 2	12,81 MPa	166,667 MPa	Ok
Palet Konsep Desain 3	117,6 MPa	166,667 MPa	Ok

Tabel 3. Hasil Analisis *Static Stress* Palet

3.4 Analisis *Static Stress* Ketiga Konsep Rangka Rak

Setelah ketiga konsep desain dibuat, maka tahap selanjutnya adalah analisa kekuatan keseluruhan struktur menggunakan analisa *static stress*. Kemudian kita von mises stress ketiga konsep kurang dari tegangan ijin ASTM A36 yaitu 166,667 MPa.

- **Analisis *Static Stress* Konsep Desain 1 Rangka Rak**



Gambar 8. Hasil Analisis Stress Konsep Desain 1 Rangka Rak

Dari hasil analisis *static stress* pada struktur menggunakan material steel ASTM A36 yang memiliki nilai σ ijin ASTM A36 sebesar 166.667 Mpa mendapatkan nilai *static stress* pada konsep desain 1 pada rangka rak didapatkan nilai maksimum *stress* sebesar 48,98 MPa.

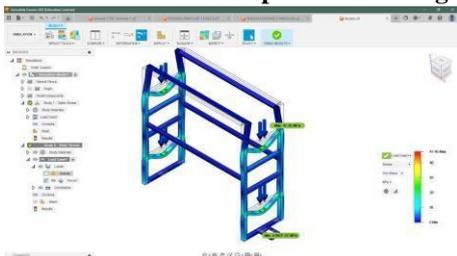
- **Analisis *Static Stress* Konsep Desain 2 Rangka Rak**



Gambar 9. Hasil Analisis Stress Konsep Desain 2 Rangka Rak

Dari hasil analisis *static stress* pada struktur menggunakan material steel ASTM A36 yang memiliki nilai σ ijin ASTM A36 sebesar 166.667 Mpa mendapatkan nilai *static stress* pada konsep desain 1 pada rangka rak didapatkan nilai maksimum *stress* sebesar 46,98 MPa.

- **Analisis *Static Stress* Konsep Desain 3 Rangka Rak**



Gambar 10 . Hasil Analisis Stress Konsep Desain 3 Rangka Rak

Dari hasil analisis *static stress* pada struktur menggunakan material steel ASTM A36 yang memiliki nilai σijin ASTM A36 sebesar 166.667 Mpa mendapatkan nilai *static stress* pada konsep desain 1 pada rangka rak didapatkan nilai maksimum *stress* sebesar 47,45 MPa.

Tabel 4. Hasil Analisis *Static Stress* Rangka Rak

Analisis <i>Static Stress</i> Rangka Rak	Software (MPa)	Tegangan Ijin (MPa)	(Keterangan)
Konsep Desain 1	48,98 MPa	166,667 MPa	Ok
Konsep Desain 2	46,98 MPa	166,667 MPa	Ok
Konsep Desain 3	47,45 MPa	166,667 MPa	Ok

3.5 Pemilihan Konsep

Tahapan ini memilih salah satu dari ketiga konsep desain yang terbaik dengan kriteria penilaian sebagai berikut:

1. Kekuatan
2. Kapasitas
3. Dimensi
4. Biaya

3.5.1 Kekuatan

Kriteria kekuatan pada konsep desain yang akan dipilih dilihat dari konsep rangka rak yang dapat menumpu beban keseluruhan rak. Hasil yang didapatkan telah dianalisis pada sub bab analisis kekuatan, dimana ketiga konsep aman saat menandatangani beban keseluruhan pada rak.

Tabel 5. Hasil Kriteria Kekuatan

Konsep Desain	Kekuatan (Mpa)		
	Hasil Analisis Software	Batasan (Tegangan Ijin)	(Keterangan)
Konsep Desain 1	48,98	166,667	Ok
Konsep Desain 2	46,98	166,667	Ok
Konsep Desain 3	47,45	166,667	Ok

3.5.2 Kapasitas

Kriteria kapasitas pada pemilihan konsep desain dimaksudkan agar konsep desain rak oli pada *warehouse* yang terpilih memiliki kapasitas melebihi rak oli awal, dimana ketiga konsep desain yang telah dibuat memiliki kapasitas maksimal oli yang dapat dimuat sama yaitu ketiganya dapat menampung oli *pail* sebanyak 90 buah. Angka tersebut sudah melebihi kapasitas rak awal dan

kapasitas yang dimiliki desain yang telah dibuat meningkat sebanyak 10% dari kapasitas awal.

3.5.3 Dimensi

Kriteria Dimensi pada pemilihan konsep dimaksudkan agar konsep desain yang terpilih memiliki dimensi yang tidak melebihi pada *layout oil floor* yang telah direncanakan yaitu sebesar 3500 x 1600 x 3500 mm.

Tabel 6. Hasil Kriteria Dimensi

Dimensi Rak Warehouse			
Rak warehouse	Hasil pengukuran sesuai desain	Batasan	Keterangan
Konsep Desain 1	3632 x 1250 x 3200 mm	3500 x 1600 x 3500 mm	-
Konsep Desain 2	3032 x 1550 x 3200 mm		OK
Konsep Desain 3	3632 x 1250 x 3200 mm		-

3.5.4 Biaya

Kriteria biaya pada pemilihan konsep dimaksudkan untuk mengetahui estimasi biaya suatu konsep desain dengan cara mengakumulasi biaya kebutuhan seluruh komponen dan jasa pembuatan sehingga didapatkan total biaya tai konsep sebesar.

Tabel 7. Hasil Kriteria Biaya

Konsep Desain	Biaya (Rp)
Konsep Desain 1	59.502720,-
Konsep Desain 2	58.548.920,-
Konsep Desain 3	57.139.920,-

Setelah melakukan ulasan dari beberapa konsep diatas, terdapat matrik penilaian untuk memberikan penilaian dan kesimpulan konsep yang sudah terpilih. Berikut merupakan ulasan dan tabel matrik dari penilaian konsep. Pembobotan pada tabel tersebut ditentukan sesuai dengan konsep desain yang dibuat berdasarkan dari wawancara yang telah dilakukan dengan karyawan pada perusahaan yang bersangkutan.

Kriteria Seleksi	Bobot (%)	Keterangan
Kekuatan	30%	Porsi 30% diberikan karena kekuatan dari suatu alat merupakan hal yang berhubungan saat alat dioperasikan
Kapasitas	35%	Porsi 35% diberikan karena tujuan dari pembuatan alat ini yaitu untuk meningkatkan kapasitas

Tabel 8. Ulasan Matrik Penilaian Konsep

		penyimpanan oli dari kapasitas awal.
Dimensi	25%	Porsi 25 % diberikan karena keberadaan produk dapat membantu menyelesaikan persoalan perusahaan ini dan sesuai dengan ruang yang tersedia perusahaan.
Biaya	10%	Porsi 10% dikarenakan faktor biaya masuk ke dalam daftar kebutuhan dan menjadi harapan bahwa biaya kedua alat bisa terjangkau, maka dari itu faktor biaya juga perlu untuk dipertimbangkan.

Tabel 9. Matriks Pemilihan Konsep Produk

Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep Produk							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Produk Existing	
		Rate	skor	Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor
Kekuatan	30%	5	1,5	5	1,5	5	1,5	3	0,9
Kapasitas	35%	5	1,75	5	1,75	5	1,75	3	1,05
Dimensi	25%	2	1,25	4	1	2	1	3	0,75
Biaya	10%	4	0,4	4	0,4	5	0,5	3	0,3
Nilai <i>absolute</i>		4,15		4,65		4,25		3	
Nilai Relatif		25,85		28,97		26,47		18,69	

4. Kesimpulan

Dari pembahasan Penelitian dengan judul Perancangan Rak Warehouse untuk meningkatkan kapasitas ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan rak *warehouse* yang terpilih adalah konsep desain 2 seperti yang disajikan pada lampiran 7 dengan dimensi keseluruhan 3032 x 1550 x 3200 mm dan material utama yang digunakan adalah ASTM A36. Spesifikasi utama rak yaitu dapat memuat kapasitas oli sebanyak 90 buah oli, kapasitas tersebut bertambah sebanyak 10% dari kapasitas awal. Sistem penggerak dari mesin ini adalah Motor listik AC dan rantai sebagai penggeraknya. Daya yang dibutuhkan pada mesin ini adalah sebesar 2,2 Kw.
2. Analisis kekuatan struktur keseluruhan pada konsep desain 2 diperoleh hasil hasil analisis tegangan (*von mises stress*) maksimum sebesar 45,64 MPa dan pada analisis software dan sebesar 144,801 Mpa pada perhitungan manual dimana nilai tegangan tersebut dibawah tegangan izin material ASTM A36 sebesar 166,667 MPa. Nilai maksimum *safety factor* yang telah didapatkan yaitu sebesar 5 yang artinya rangka dapat menerima beban maksimal sebesar 5x beban rata-rata. Hasil analisis diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa rangka mesin aman untuk digunakan.
3. Estimasi anggaran biaya dalam proses pembuatan Rak Oli untuk meningkatkan kapasitas *Warehouse* sebesar Rp. 58.548.920,-

Daftar Pustaka

- ANSI/AISC, 2005. Specification. Chicago: American Institute of Steel Construction, Inc..
- Mulyadi, S., 2011. Analisa Tegangan-Regangan Produk Tongkat Lansia dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Rotor*, Volume 4, pp. 50-58.
- Mulyanto, I., 2011. Analisa Kekuatan Konstruksi *Car Deck* Pada Kapal KM. Dharma Ferry 3 dengan Metode Elemen Hingga. *Jurnal KAPAL*, p. 8.
- Sasongko, N. D., 2018. *Perencanaan dan Analisa Struktur Parkir Rotari Kapasitas Delapan Mobil*. Penelitian ed. Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945.
- Ulrich, K. & Eppinger, S., 2001. *Perencanaan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Vidosic, J. P., 1957. *Machine Design Projects*. New York: The Ronald Press Company.