

PERANCANGAN JIG DAN LIFTER UNTUK MENGANGKAT EXHAUST SYSTEM MOBIL BMW DI PT. XYZ

Muhammad Fadhil Abdullah

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila
Jl. Raya Lenteng Agung No.56-80, Jagakarsa, Jakarta Selatan
e-mail : muhfadab@gmail.com

Abstrak. Ada berbagai macam kondisi dalam kegiatan manufaktur yang harus secara terus menerus diperbaiki untuk mendapatkan efisiensi, salah satunya adalah masalah pemborosan waktu dalam pengangkutan material. Beberapa faktor yang berperan di antaranya adalah tidak adanya alat angkut yang tepat, dalam kasus ini pemilihan *jig* dan *lifter* sebagai alat angkut dalam proses pengangkutan material produksi yaitu *exhaust system* atau knalpot mobil. Pengangkutan tersebut maksudnya adalah proses *assembly* knalpot pada mobil di bagian pos *over head*. *Exhaust system* tersebut diangkut dengan cara meletakkannya pada *jig locator* yang sudah dimodifikasi dengan *lifter pneumatic* sehingga dapat diangkat ke atas atau *over head*. Selain beresiko mengurangi waktu operator juga beresiko membuat operator terkena sakit terutama di bagian pinggang, keterbatasan alat bantu juga membuat waktu penggantian menjadi lama. Masalah di atas dapat dipecahkan dengan cara menciptakan alat angkut atau mesin tambahan yang dapat menggantikan tugas operator sehingga operator hanya melakukan pengangkutan *exhaust system* dari rak ke *Jig*. Dengan metodologi penelitian *concept selection* alat bantu ini mengambil bentuk dasar *lifter scissor*, dengan dibuatnya *jig & lifter* diharapkan pengangkut barang dapat mengurangi waktu proses cukup besar sehingga produksi dapat tercapai secepat mungkin.

Kata kunci : *Jig, Lifter, Exhaust System, dan Scissor*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan *material handling* disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaannya. Salah satunya di proses *assembly exhaust system*, didalam proses tersebut terdapat aktifitas mengangkat dan memindahkan knalpot mobil yang dilakukan secara manual menggunakan *man power* 2-3 orang dengan berat knalpot sekitar 30 – 40 kg. Dikarenakan proses pemasangan *exhaust system* tersebut memerlukan bantuan dari operator pos lain, maka dapat mengganggu *cycle time* operator dari pos lain yang mana setiap pos sudah memiliki *cycle time* yang ditentukan. Dari analisis diatas, untuk menghilangkan kondisi tersebut dibutuhkan *material*

handling yang mampu mengangkat *exhaust system* yang dapat dioperasikan oleh satu orang. Sehingga dibuatlah perancangan alat bantu berupa *Jig* dan *Lifter* untuk mengangkat *exhaust system* mobil di PT XYZ.

2. DASAR TEORI

2.1. *Lifter*

Lifter adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengangkat dan menurunkan benda ataupun manusia yang berada di atasnya. *Lifter* pada umumnya menggunakan sistem penggerak seperti ulir, tali besi dengan beban, hidrolik, dan pneumatik. *Lift* pneumatik adalah jenis mesin yang menggunakan peralatan

pneumatik untuk mengangkat atau memindahkan objek menggunakan gaya yang dibuat ketika tekanan diberikan oleh udara dalam piston. Gaya tersebut menghasilkan “*Lift*” dan “*Work*”. [1]

2.2. Mekanika Teknik

Salah satu masalah utama mekanika bahan ialah menyelidiki tahanan dalam dari sebuah benda, yaitu hakekat gaya-gaya yang ada di dalam suatu benda yang mengimbangi gaya-gaya luar terpakai. [2]

2.2.1. Tegangan (*stress*)

Suatu tegangan tertentu yang dianggap benar-benar bertitik tangkap pada sebuah titik. Tegangan normal yang menghasilkan tarikan (*traction atau tension*) pada permukaan sebuah potongan biasa disebut tegangan tarik (*tensile stress*). Di pihak lain, tegangan normal yang mendorong potongan tersebut disebut tegangan tekan (*compressive stress*). [2]

2.2.2. Tegangan geser rata-rata

Dalam semua kasus gaya yang diantarkan dari sebuah bagian benda kepada yang lainnya adalah dengan menimbulkan tegangan-tegangan dalam bidang yang sejajar dengan gaya terpakai. [2]

2.2.3. Tegangan izin ; faktor keamanan

Penentuan tegangan tidak akan berarti tanpa melakukan pengujian fisis bahan yang memberikan keterangan mengenai ketahanan suatu bahan terhadap tegangan. Untuk desain bagian struktur tingkat tegangan disebut tegangan izin (*allowable stress*) dibuat benar-benar lebih rendah daripada kekuatan ultimat yang diperoleh dari yang disebut pengujian "statis" tersebut. Ini penting untuk beberapa pertimbangan. [2]

2.2.4. Lenturan

Tegangan-tegangan yang berada di bawah permukaan netral ditentukan

menurut hubungan yang sama, tanda dari tegangan tersebut secara otomatis berlawanan dengan tanda y yang diukur ke bawah dari sumbu netral. Tanda yang berlawanan ini sesuai dengan tegangan yang berlawanan antara gaya tekan dengan tarik. [2]

2.2.5. Momen inersia

Langkah pertama untuk mengevaluasi momen inersia suatu area adalah mendapatkan titik berat dari area tersebut. Kemudian suatu integrasi $y^2 dA$ dapat dilakukan terhadap sumbu horizontal yang melalui titik berat dari luas area tersebut. Integrasi yang sesungguhnya terhadap area luas hanya diperlukan untuk beberapa bentuk dasar seperti persegi panjang, segitiga dan seterusnya. Untuk mendapatkan momen inersia suatu luas yang terdiri dari beberapa bentuk sederhana maka diperlukan teorema sumbu sejajar. [2]

3. METODOLOGI PENELITIAN

Concept selection adalah suatu metode untuk memutuskan konsep mana yang akan terus dikembangkan hingga akhirnya menjadi produk jadi dari beberapa konsep yang telah dimunculkan. Tahapan ini adalah salah satu bagian dari proses pengembangan suatu produk baru. [3]

3.1 Penyaringan konsep (*concept screening*)

Konsep ini bertujuan untuk mempersempit jumlah konsep secara cepat dan meningkatkan (*improve*) konsep yang ada. [3]

Dari konsep desain alternatif yang dipilih, dilakukan penyaringan 1 konsep desain yang akan dikembangkan (*improve*) untuk dijadikan *lifter* yang sesuai dengan kebutuhan proses.

Tabel 3.1 Penyaringan Konsep Desain Alternatif

KRITERIA	A	B	C
	Sistem Hidrolik	Sistem Ulir	Sistem Pneumatic
Desain sederhana	-	+	+
Mudah digunakan	+	+	+
Kekuatan material	+	-	+
Kapasitas beban	+	-	+
Keamanan	-	+	-
<i>Movable</i>	-	+	+
Total +	3	4	5
Total 0	0	0	0
Total -	3	2	1
Net Total	0	2	4
Rank	3	2	1

3.2 Penilaian konsep (*concept scoring*)

Konsep ini bertujuan untuk memilih satu konsep dengan merefleksikan hasil dan proses. Dari tabel 3.2 desain yang memiliki rank tertinggi adalah tipe *scissor pneumatic* dengan total skor sebesar 4.

3.3 *Morphology chart*

Berdasarkan kriteria penyaringan konsep maka dapat ditentukan kebutuhan

komponen *lifter* yang sesuai dengan proses *assembly* knalpot mobil.

Dari kombinasi *morphology chart* yang terdapat pada tabel 3.3 dihasilkan varian-varian sebagai berikut :





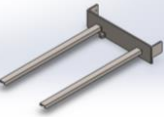
Varian 1 : 1-3, 2-3, 3-1, 4-3

Varian 2 : 1-3, 2-1, 3-2, 4-2

Varian 3 : 1-3, 2-2, 3-3, 4-1

Varian terpilih untuk desain *lifter* yang sesuai dengan kebutuhan adalah varian no 1.

Tabel 3.2. Pemilihan Komponen dan Lifter

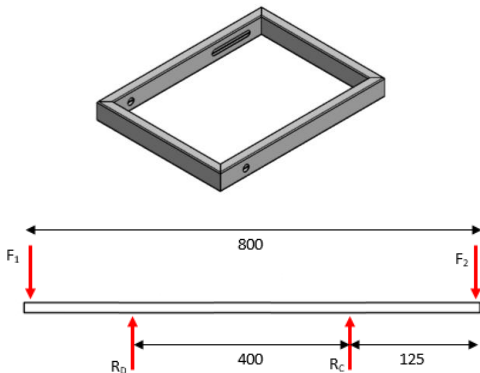
No	Sub Komponen	Varian yang mungkin dipilih		
		1	2	3
1	Profil tiang	 Profil L	 Profil U	 Profil Hollow
2	Tenaga penggerak	 Motor listrik	 Sistem hidrolik	 Sistem pneumatik
3	Sistem transmisi	 Scissor	 Sistem ulir	 <i>Pulley and Chain</i>
4	Dasar pengangkat	 Garpu fork	 Garpu rel	 Base plate

4. PERANCANGAN DESAIN

4.1 Rangka Atas Scissor

Rangka atas yang dirancang untuk *lifter* ini sebanyak 4 buah. Dimana setiap lengannya menerima beban kerja masing-masing

Tabel 4.1. Spesifikasi dan Dimensi Rangka Atas



No	Spesifikasi	Dimensi
1	Tipe	Tube Rectangular
2	Bahan	AISI 1020
3	Kekuatan Tarik (τ_{ijin})	350 N/mm ²
4	Jumlah	4
5	Momen Maksimum (M_{maks})	62786,075 Nmm
6	Massa	19,5 kg

Gambar 4.1. Perancangan dan spesifikasi rangka atas

Material yang dipakai pada profil konstruksi baja adalah AISI 1020 atau S20C dengan tegangan lentur ijin (σ_{ijin}) = 116,6 N/mm² dan tegangan tekan (τ_{ijin}) = 140 N/mm². Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 3$.

a. Tegangan lentur di batang

$$\begin{aligned} \sigma_{beban} &= \frac{M_{max}}{I} \times c \\ &= \frac{62786,075}{23900,66875} \times 17,5 \\ &= 45,972 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Karena $\sigma_{beban} < \sigma_{ijin}$ maka desain aman.

b. Tegangan tekan di batang

$$\begin{aligned} \tau_{beban} &= \frac{V_{max}}{A} \\ &= \frac{313,930375}{239,04} \\ &= 1,3133 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

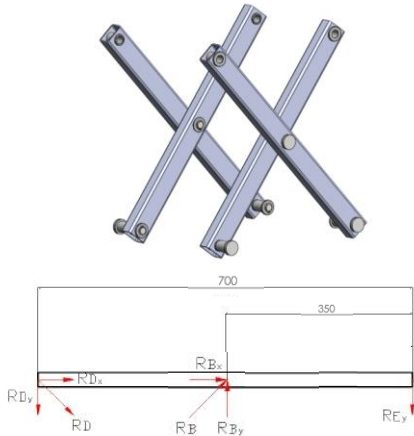
Karena $\tau_{beban} < \tau_{ijin}$ maka desain aman.

Dari hasil yang telah diperhitungkan, tegangan terbesar yang dialami oleh rangka atas berasal dari tegangan lentur, maka untuk keamanan konstruksinya ditinjau dari tegangan lentur izin bahan.

Tegangan lentur izin yang didapat nilainya lebih besar daripada tegangan yang terjadi pada rangka atas sehingga rangka aman untuk digunakan.

4.2 Rangka Tengah Atas

Tabel 4.1. Spesifikasi dan Dimensi Tengah Atas



No	Spesifikasi	Dimensi
1	Tipe	Tube Rectangular
2	Bahan	AISI 1020
3	Kekuatan Tarik (τ_{ijin})	350 N/mm ²
4	Jumlah	4
5	Momen Maksimum (M_{maks})	62786,075 Nmm
6	Massa	19,5 kg

Gambar 4.2. Perancangan dan spesifikasi rangka tengah atas

Material yang dipakai pada profil konstruksi baja adalah AISI 1020 atau S20C dengan tegangan lentur ijin (σ_{ijin}) = 116,6 N/mm² dan tegangan tekan (τ_{ijin}) = 140 N/mm². Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 3$.

a. Tegangan lentur di batang

$$\begin{aligned} \sigma_{beban} &= \frac{M_{max}}{I} \times c \\ &= \frac{77693,805}{130578,41853} \times 30 \\ &= 17,8499 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Karena $\sigma_{beban} < \sigma_{ijin}$ maka desain aman

b. Tegangan tekan di batang

$$\begin{aligned} \tau_{beban} &= \frac{V_{max}}{A} \\ &= \frac{443,9646}{253,24} \\ &= 1,753 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

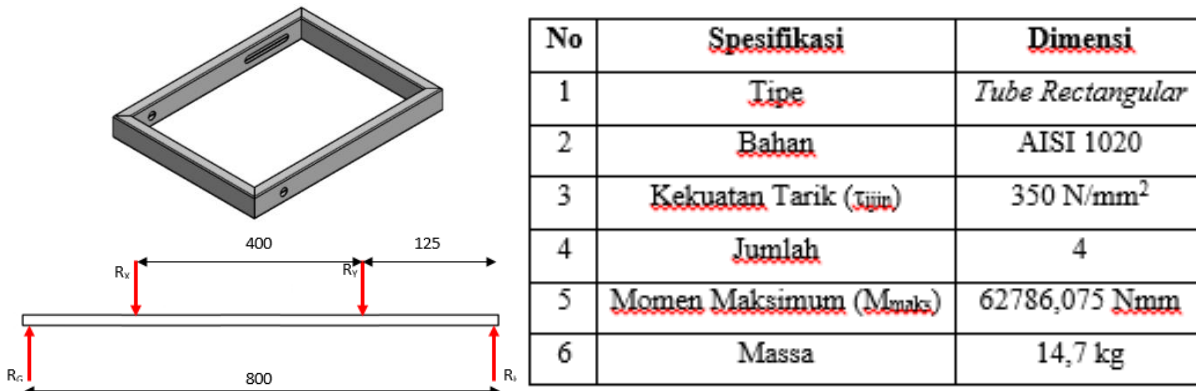
Karena $\tau_{beban} < \tau_{ijin}$ maka desain aman.

Dari hasil yang telah diperhitungkan, tegangan terbesar yang dialami oleh rangka tengah berasal dari tegangan lentur, maka untuk keamanan konstruksinya ditinjau dari tegangan lentur izin bahan.

Tegangan lentur izin yang didapat nilainya lebih besar daripada tegangan yang terjadi pada rangka tengah sehingga rangka aman untuk digunakan..

4.3 Rangka Bawah Scissor

Tabel 4.2 Spesifikasi dan Dimensi Rangka Bawah



Gambar 4.3. Perancangan dan spesifikasi rangka bawah

Material yang dipakai pada profil konstruksi baja adalah AISI 1020 atau S20C dengan tegangan lentur ijin (σ_{ijin}) = 116,6 N/mm² dan tegangan tekan (τ_{ijin}) = 140 N/mm². Nilai dari σ_{ijin} dan τ_{ijin} tersebut sudah termasuk angka keamanan sebesar $S_F = 3$.

a. Tegangan lentur di batang

$$\begin{aligned} \sigma_{beban} &= \frac{M_{max}}{I} \times c \\ &= \frac{62786,075}{130578,41853} \times 30 \\ &= 14,425 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Karena $\sigma_{beban} < \sigma_{ijin}$ maka desain aman.

b. Tegangan tekan di batang

$$\begin{aligned} \tau_{beban} &= \frac{V_{max}}{A} \\ &= \frac{313,930375}{253,24} \\ &= 1,2397 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Karena $\tau_{beban} < \tau_{ijin}$ maka desain aman

Dari hasil yang telah diperhitungkan, tegangan terbesar yang dialami oleh rangka bawah berasal dari tegangan lentur, maka untuk keamanan konstruksinya ditinjau dari tegangan lentur izin bahan.

Tegangan lentur izin yang didapat nilainya lebih besar daripada tegangan yang terjadi pada rangka bawah sehingga rangka aman untuk digunakan.

4.4 Bearing

Dipilih bearing tipe 6203 karena dilihat dari gaya yang bekerja bearing hanya menerima beban statis secara vertikal.



Gambar 4.4. Penampang rel tempat bearing

Keterangan :

- A = 57,4 mm
- B = 37,4 mm
- C = 12,5
- t = 1,3 mm

Dimensi utama bearing $D = 40$ mm, $d = 17$ mm, $b = 12$ mm, $C_o = 4,55$ KN

Keterangan :

- D = Diameter luar bearing
- d = Diameter dalam bearing
- b = Tebal/lebar bearing
- C_o = Batas beban nominal statik

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan, *bearing* yang sesuai dengan kebutuhan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Perhitungan batas beban nominal static :

- $C_o = P_o \times F_x$
- P_o = Beban ekuivalen static (N)
- F_s = Angka keamanan topan static

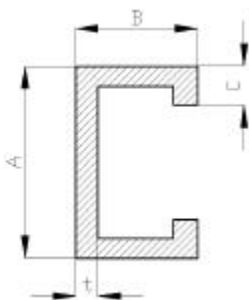
Beban static maksimum yang diterima bearing = 313,930375 N

$$C_{O_{\text{beban}}} = P_o \times F_s$$

$$= 313,930375 \times 1$$

$$= 313,930375 \text{ N}$$

Karena $C_{O_{\text{beban}}} < C_{O_{\text{ijin}}}$, maka pemilihan sudah selesai



Gambar 4.5. Perancangan dan spesifikasi bearing

Tabel 4.3. Spesifikasi dan Dimensi Bearing

No	<u>Spesifikasi</u>	<u>Dimensi</u>
1	<u>Tipe</u>	No. <u>Bantalan</u> 6203
2	<u>Jumlah</u>	4
3	<u>Diameter dalam / luar</u>	17 / 40
4	<u>Beban statik</u>	313,930375 N

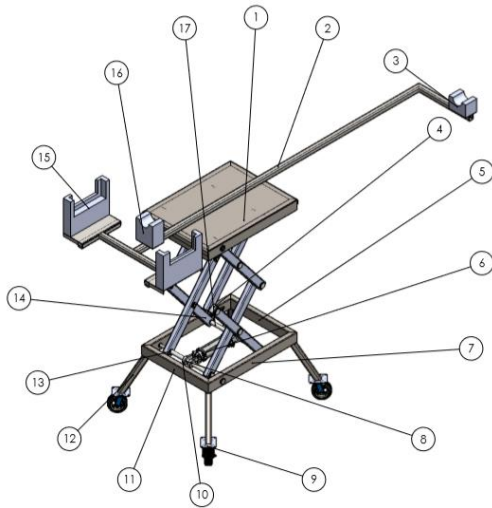
4.5 Pemilihan Roda *Lifter*

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan, roda *lifter* yang sesuai dengan kebutuhan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4.4. Spesifikasi dan Dimensi Roda *Lifter*

No	Spesifikasi	Dimensi
1	Tipe	Hamilton S-H-3P
2	Jumlah	4
3	Total Beban	146,5 kg
4	Beban Tiap Roda	36,25 kg

4.6 Desain Rancangan *Lifter*



Gambar 4.6. Perancangan desain *lifter*

Tabel 4.5. Bill of Material Desain Jig & *Lifter*

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Top		1
2	Assem Rangka Atas Baru		1
3	Jig Kecil Pendek		1
4	End cap		16
5	Rangka Base Belakang		1
6	Cilinder Pneumatic		1
7	Rangka Base Samping		1
8	Shaft Bawah		1
9	Roda/caster		4
10	ROD		1
11	Rangka Base Depan		1
12	Kolom		4
13	Bushing		24
14	Scissor ukuran 700		8
15	Jig Besar		1
16	Jig Kesil Tinggi		1
17	Shaft Bearing Bawah		1

5. KESIMPULAN

Dari perhitungan yang sudah dibuat penggerak dirancang untuk mengangkat beban knalpot seberat 40 kg, ditambah dengan rangka tengah dan atas seberat 72,6 kg.

Berdasarkan analisis dan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsep perancangan yang dibuat untuk proses pengangkatan knalpot mobil BMW adalah *lifter* dengan sistem *scissor* yang kapasitas ± 150 kg (dari perhitungan beban yang diterima oleh penggerak/pneumatik).
2. Rancangan desain berdasarkan pemilihan varian dari *morphology chart* memiliki komponen utama yaitu *Jig*, Rangka Atas *Scissor*, *Scissor*, Rangka Bawah *Scissor*, Roda.
3. Dari hasil perhitungan rancangan teruji aman dan *lifter* mampu mengangkat *exhaust system* sehingga dapat dioperasikan oleh satu operator.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Osprey Court. (2014). *Lifting Equipment Engineers Association*. United Kingdom.
2. E.P. Popov, Zainul Astamar. (1984). **Mekanika Teknik**. Jakarta.
3. Erlinda Muslim, MEE., **power point konsep seleksi**.
4. Wijiyanto, S., “Kenyamanan Lift bagi Kaum Difable Studi Kasus di R.S Kasih Ibu, R.S Islam Yarsis dan R.S Moewardi Surakarta”. *Sinektika*, Vol.2, No.2, 2015.
5. Irvan, M., “Fase Pengembangan Konsep Produk dalam Kegiatan Perancangan dan Pengembangan Produk”. *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta*, Vol. 4, No. 3, September 2011
6. Subhan, M. & Satmoko, A., “Penentuan Dimensi dan Spesifikasi Silinder Pneumatik untuk Pergerakan Tote Iradiator Gamma Multiguna Batan”. *Jurnal Perangkat Nuklir*, Volume 10, Nomor 02, Nopember 2016.