

PERANCANGAN LIFTER REFUELER 25 KL di PT. UNITED TRACTOR PANDU ENGINEERING

Adies Rahman Hakim, S.S.T

Dosen Polman Negeri Bandung, Telp. 02270336892. e-mail: adies@polman-bandung.ic.id

ABSTRAK

Refueler merupakan suatu unit bantu darat dalam hal aviasi / penerbangan. Fungsi dari unit ini adalah untuk melakukan proses pengisian bahan bakar (avtur) ke *fuel tank* pesawat. Salah satu elemen penting dari *refueler* ini adalah lifter. Lifter berfungsi untuk memberikan akses operator ke bagian *fuel tank* pesawat. Selain memberikan akses operator ke *fuel tank* pesawat, lifter harus dapat bergerak naik-turun dan mampu menumpu beban yang berat.

Dalam proyek *refueler* dimana konsumen menginginkan 11 unit *refueler*. Untuk itu PT. UTE berniat membuat sendiri lifter dari pada membeli dari supplier. Dalam hal perancangannya perlu dipertimbangkan kekuatan konstruksi dan hal keamanannya. Karena lifter ini menumpu beban yang yang berat dan adanya *live load* / beban hidup (manusia) di atas lifter tersebut.

Metodologi yang digunakan dalam perancangan *Lifter Refueler* ini mengacu pada tahapan perancangan yang dirumuskan VDI 2222.

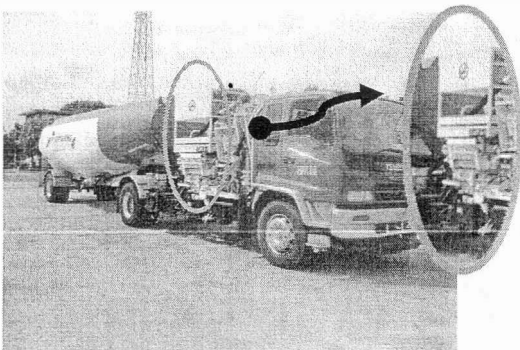
Lifter Refueler yang telah dirancang telah memenuhi seluruh tuntutan konsumen dan terbukti kuat saat dilakukan pengontrolan kekuatan bahan. Dengan demikian, produk *lifting device* hasil rancangan mempunyai spesifikasi yang sangat baik.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. United Tractors Pandu Engineering (UTE) merupakan sebuah perusahaan besar Indonesia yang bergerak di bidang *heavy equipment transportation and attachment*. Produk yang dibuat meliputi sektor pertambangan, kehutanan, *special vehicle*, dan jasa (*assembling* dan *service*). Produk dari UTE berupa satu unit penuh (*cargo truck, lube truck, concrete mixer, tower light*) dan beberapa komponen dari suatu unit (*bucket, rotary log grapple, blade*).

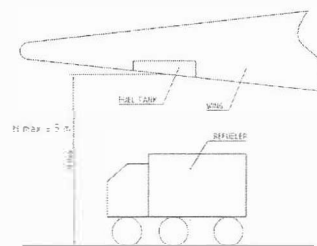
Salah satu *project* yang pernah berlangsung adalah *project refueler*. *Refueler* ini merupakan pesanan dari UJB yang merupakan distributor PT. Pertamina. *Refueler* adalah suatu unit khusus untuk mendukung operasi darat dalam suatu penerbangan (*ground support unit*). Fungsinya adalah untuk proses pengisian bahan bakar (avtur) ke pesawat. Unit ini terdiri dari *head truck, modul unit, lifter, unit & tank accessories*, dan *trailer tank* sebagai tempat penampungan bahan bakar.



Gambar 1.1 Salah satu model *Refueler* 25 KL

Salah satu komponen penting dalam unit ini adalah *lifter*. *Lifter* ini berfungsi untuk membantu operator menjangkau *fuel tank* pesawat. Hal tersebut sulit dilakukan tanpa menggunakan *lifter* karena adanya perbedaan ketinggian dari unit *refueler* dengan posisi *fuel tank*. Sedangkan posisi *fuel tank* pesawat tersebut berada di bagian sayap pesawat. Selain itu, *lifter* pun harus dapat menahan beban dari *lift basket* sebagai tempat para operator, dan beberapa perlengkapan yang dibutuhkan dalam pengisian bahan bakar pesawat.

Gambar 1.2 *Problem lay-out*



Pada dasarnya, komponen ini dapat dibeli di pasaran. Hanya saja, komponen ini hanya dapat dibeli di pasaran luar negeri di pasaran lokal tidak tersedia. Dikarenakan waktu yang tidak cukup banyak dan pertimbangan yang lainnya maka diputuskan untuk membuat *lifter* sendiri. Ditambah akan memberi kemudahan jika nantinya akan ada *project Refueler* lagi.

1.2 Rumusan Masalah

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian masalah di atas, maka penulis merumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Kesulitan operator dalam menjangkau *fuel tank*, dengan ketinggian maksimum yang dicapai 5 m.
2. Beban yang diangkat dan ditumpu berat, dengan berat total dari *lift basket*, dua orang operator, dan perlengkapan lainnya \pm 500 kg.
3. Keinginan perusahaan untuk membuat sendiri karena waktu yang tidak mencukupi.

1.3 Batasan Masalah

Karya tulis ini membahas mengenai perancangan *lifter refueler*. Agar permasalahan terfokus pada pemecahan masalah diatas, maka penulis membatasi ruang lingkup kajian sebagai berikut:

1. Perancangan sistem mekanisme untuk pergerakan naik-turun.
2. Perhitungan kekuatan bahan berdasarkan beban yang terjadi.
3. Perhitungan dalam penentuan aktuator yang akan digunakan.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan karya tulis ini adalah sebagai berikut:

1. Didapatkannya suatu konstruksi yang cukup mampu mengangkat dan menahan beban yang cukup berat.
2. Perusahaan dapat membuat *lifter* sendiri.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Aerial Work Platform

Aerial Work Platform (AWP) atau *Elevating Work Platform* (EWP) adalah suatu peralatan mekanikal untuk memberi akses ke tempat yang sulit dicapai, biasanya di tempat yang lebih tinggi. *Mobile Elevating Work Platform* (MEWP) adalah suatu tipe AWP yang dapat dipindah-pindahkan. AWP/EWP biasanya disebut juga sebagai *lift table*, *lift platform*, atau *cherry picker*.

Pada umumnya lifter digunakan hanya sementara dengan tujuan tertentu, seperti pekerjaan pemadam kebakaran sebagai jalur darurat. Ini didesain untuk menumpu berat beban tertentu (biasanya kurang dari satu ton, meskipun beberapa memiliki *safe working load* yang lebih tinggi). Biasanya lifter dapat dioperasikan oleh satu orang operator saja.

2.1.1 Lifting Mechanism

Ada beberapa tipe dari AWP ini, dimana tiap tipenya memiliki beberapa fitur tertentu untuk aplikasi yang berbeda. Perbedaan tiap tipenya

terdapat di mekanisme untuk mengangkat lifter tersebut.

2.1.1.1 Articulated Lift

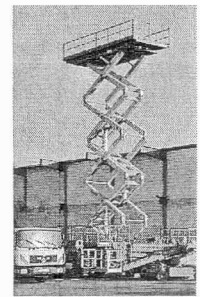
Articulated Lift atau dapat diketahui juga sebagai *boom lift* atau *hydraulic platform* menggunakan kekuatan hidrolik sebagai sistem penggerakannya. Ini terdiri dari beberapa *section* yang berhubungan, yang dimana *section* ini dapat dikendalikan untuk mengangkat *lifter*. Beberapa *Articulated Lift* memiliki keterbatasan jarak yang dikarenakan panjang tiap *boom arm*, tapi dengan menggunakan *telescoping section*, jarak angkatnya dapat ditambah.



Gambar 2.1 Spider Articulated Lift

2.1.1.2 Scissor

Scissor Lift adalah jenis platform yang hanya bergerak ke arah vertikal saja. Mekanismenya menggunakan *link* yang berhubungan dengan susunan "X". Cara kerja lifter ini dengan memberi gaya luar ke bagian penumpu paling bawah, bentukan "X" akan mengembang, dan *platform* akan naik keatas.



Gambar 2.2 Scissor Lift

2.2 Kekuatan Bahan

Ilmu kekuatan bahan merupakan ilmu dasar yang mempelajari kekuatan suatu konstruksi. Kekuatan bahan digunakan untuk menghitung kekuatan, penentuan bahan, dan ukuran dimensi yang optimal, serta pengontrolan kekuatan bahan padasebuah elemen dari suatu konstruksi.

Dalam kekuatan bahan. Hal yang mendasar adalah jenis pembebanan dan kasus pembebanannya. Beban dapat didefinisikan sebagai gaya luar yang bekerja pada suatu bahan. Pada setiap struktur, semua gaya yang bekerja pada struktur tersebut haruslah seimbang (kesetimbangan pada

2.3 Silinder (aktuator)

Merupakan bagian penggerak dari sistem hidrolik atau pneumatik. Silinder mempunyai peranan yang berarti sebagai unit pengendali. Ada dua macam silinder yang umum digunakan di berbagai proses pengerjaan:

1. Silinder tunggal (*single-acting cylinder*)

Silinder dengan jenis ini hanya bergerak ke satu arah saja yaitu arah maju, sedangkan untuk gerakan mundurnya digerakan oleh pegas,

dengan arah kembali yang cepat tanpa beban. Karena itu hanya ada satu input angin yang diberikan pada silinder di bagian belakang.

2. Silinder ganda (*double-acting cylinder*) Prinsip konstruksi dari silinder ganda ini tidak jauh berbeda dari silinder tunggal, hanya saja tidak ada pengembalian menggunakan pegas. Kedua lubang pada silinder dapat digunakan sebagai suplai ataupun pembuangan (*exhaust*). Silinder ganda mempunyai keuntungan yang lebih mudah atau sesuai untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan gerakan lurus, karena gerakan arah maju dan mundur dapat dikontrol sesuai pergerakan yang diinginkan.

2.4 Metode Perancangan

Metode perancangan adalah proses berpikir sistematis untuk menyelesaikan suatu masalah, sehingga mendapatkan hasil penyelesaian yang maksimal untuk mencapai sesuatu yang diharapkan. Metode perancangan dapat juga dikatakan sebagai proses pengambilan keputusan.

2.4.1 Tahapan Perancangan

Tahapan perancangan konstruksi adalah langkah-langkah yang sistematis untuk menghasilkan sebuah rancangan yang maksimal. Dalam buku metode perancangan dijelaskan bahwa tahapan perancangan berdasarkan VDI 2222 (Persatuan Insinyur Jerman) adalah sebagai berikut :

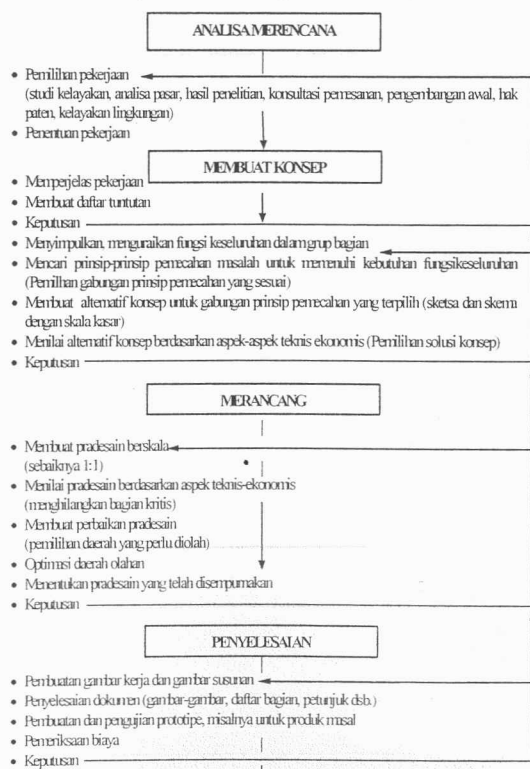


Diagram 2.1. Proses Perancangan menurut VDI 2222

III. PERANCANGAN LIFTER REFUELER

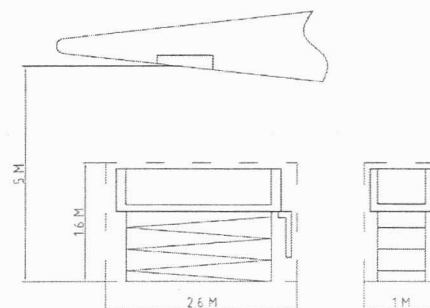
3.1 Pendahuluan

3.2 Menganalisa

Customer di project ini adalah UJB yang merupakan distributor dari PT. Pertamina. Refueler adalah suatu unit khusus untuk mendukung operasi darat dalam suatu penerbangan (*ground support unit*). Fungsinya adalah untuk proses pengisian bahan bakar (avtur) ke pesawat. Unit ini terdiri dari *head truck*, modul unit, *lifter*, unit & tank accessories, dan *trailer tank* sebagai tempat penampungan bahan bakar. Salah satu komponen terpenting adalah *lifter*.

Pada *lifter* ini terdapat dua sub-assy, *lifter* itu sendiri dan *lift basket* sebagai tempat dimana operator bekerja. *Lifter* ini akan ditempatkan diatas *chassis* truk. *Lifter* harus dapat menahan beban 500 kg dan mampu mengangkat hingga 5 meter. *Lift basket* harus dibuat dari bahan yang ringan dan kuat agar beban yang ditumpu oleh *lifter* tidak terlalu berat dan tidak goyang pada saat operator naik atau turun menggunakan *lifter*. Panjang *lifter* dan *lift basket* tidak boleh melebihi dari lebar truck itu sendiri. Ruang yang tersedia untuk *lifter* itu sendiri berukuran 2,6m x 1m. Untuk ketinggian *lifter* dan *lift basket* tidak boleh melebihi 1,6m pada saat *lifter* tidak beroperasi.

Gambar 3.1 Analisa Produk



3.3 Mengkonsep

3.3.1 Daftar Tuntutan

Berikut daftar tuntutan dari perancangan *lifter refueler 25 kL*:

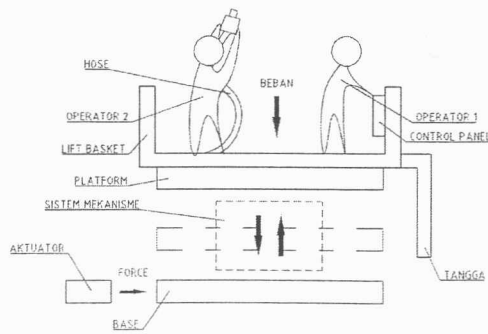
No	Daftar Tuntutan	Kuantifikasi
1	Tuntutan Utama	
	a. Dimensi <i>lifter</i>	2600x1000x1600
	b. Beban yang diangkat	Maksimum 500 kg
	c. Tinggi angkat maksimum	5 meter
	d. Kecepatan angkat	0.5 m/s
	e. Sistem pengangkat	Mekanis
	f. Pengoperasian	Manual
	g. Material <i>lift basket</i>	Aluminium

	h. Lokasi kendali	1 tempat
2	Tuntutan kedua	
	a. Jumlah operator	2 orang
	b. Keamanan	Aman bagi operator
	c. Konstruksi	Mudah dalam pengerjaan
3	Keinginan	
	a. Perawatan	Mudah dalam perawatan
	b. Penggunaan	Mudah dalam penggunaan
	c. Perakitan	Mudah dalam perakitan

Tabel 3.1 Daftar Tuntutan

3.3.2 Skema Rancangan

Fungsi dari *lifter refueler 25 kL* adalah alat untuk mengangkat operator yang posisinya berada di bagian bawah pesawat, agar operator dapat menjangkau *fuel tank* dalam proses pengisian bahan bakar. *Lifter* ini terdiri dari dua sub-susunan, *lifter assy* dan *lift basket assy*. *Lift basket* dipasang di bagian *platform* dari *lifter*. *Lifter* memiliki suatu sistem mekanisme naik-turun yang dimana sistem ini digerakan oleh semacam aktuator. Aktuator tersebut yang nantinya akan memberikan gaya dorong ke mekanisme naik-turun tersebut sehingga *lifter* dapat bergerak naik-turun. Dua orang operator akan berada di dalam *lift basket*. Operator pertama yang akan mengoperasikan *lifter* dan proses pengisian avtur ke dalam pesawat melalui sebuah *control panel*. Operator kedua memasang *hose* ke bagian *fuel tank* pesawat dan memastikan *hose* sudah terpasang dengan baik selama proses pengisian. Berikut adalah skema rancangan dari *lifter refueler 25 kL*:



Gambar 3.2 Skema rancangan

3.3.3 Fungsi Keseluruhan

Pada tahapan ini dilakukan pembagian fungsi pada *lifter refueler 25kL* ini sebagai sarana untuk pencarian alternatif dan pemecahan masalah fungsi tersebut.



Gambar 3.3 Diagram Penguraian Fungsi Keseluruhan

3.3.4 Alternatif Pemecahan Fungsi Bagian

3.3.4.1 Fungsi Sistem Pengangkat

Sistem ini berfungsi dalam proses naik-turun platform *lifter* dalam menumpu beban. Sistem ini harus dapat bergerak ke arah vertikal dan hanya menggunakan satu sumber penggerak.

3.3.4.2 Fungsi Sumber Pengangkat

Fungsi ini merupakan sumber daya dalam proses naik – turunnya *lifter*. Dalam hal ini diperlukan suatu sistem yang otomatis.

3.3.4.3 Fungsi Pemegang

Fungsi ini merupakan pemegang pada saat operator naik ke atas *lift basket*. Material dari fungsi ini harus terbuat dari aluminium.

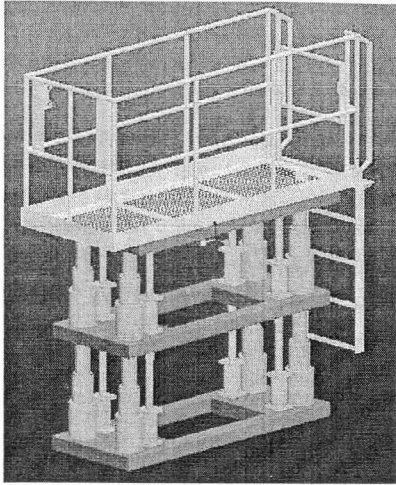
3.3.4.4 Fungsi Landasan

Fungsi ini merupakan landasan untuk operator dalam pengisian bahan bakar. Fungsi ini terdapat di *lift basket*. Material dari fungsi ini harus terbuat dari aluminium.

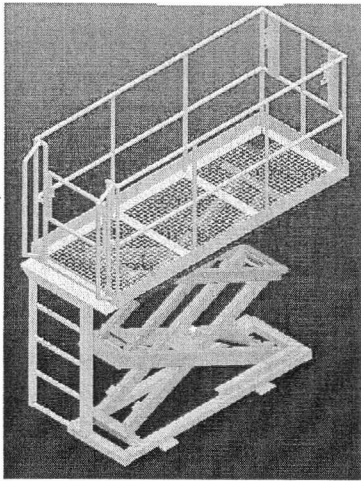
3.3.5 Kotak Morfologi

NO	FUNGSI BAGIAN	ALTERNATIF FUNGSI BAGIAN		
		ALT 1	ALT 2	ALT 3
1	Fungsi Sistem Pengangkat	A-1	A-2	A-3
2	Fungsi Sumber Pengangkat	B-1	B-2	B-3
4	Fungsi Pemegang	C-1	C-2	C-3
5	Fungsi Landasan	D-1	D-2	D-3
AFK		AFK 1	AFK 2	AFK 3

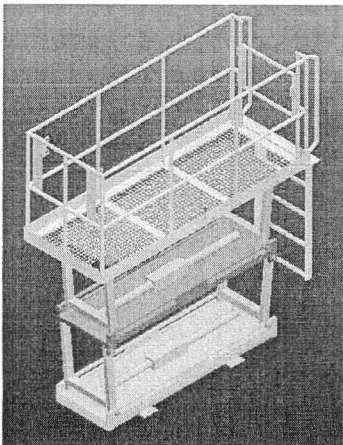
Tabel 3.2 Kotak Morfologi



AFK 1



AFK 2



AFK 3

3.3.6 Penilaian Variasi Konsep Keseluruhan

3.3.6.1 Penilaian dari Segi Teknis

Kriteria penilaian dari segi teknis dapat dilihat dari table dibawah ini:

Penilaian alternatif fungsi keseluruhan dilihat dari segi teknis dapat dilihat dari table dibawah ini:

No	Aspek yang Dinilai	Bobot	AFK						Nilai Teknis Maks	
			AFK1		AFK2		AFK3		Nilai	n*b
			Nilai	n*b	Nilai	n*b	Nilai	n*b		
1	Fungsi	30	4	120	4	120	4	120	4	120
2	Proses pemesinan	20	3	60	3	60	3	60	4	80
3	Penggunaan komponen standar	15	2	30	3	45	2	30	4	60
4	Perakitan	10	2	20	3	30	3	30	4	40
5	Keamanan	10	3	30	3	30	3	30	4	40
6	Perawatan	10	2	20	3	30	3	30	4	40
7	Ergonomis	5	4	20	4	20	4	20	4	20
Jumlah		100		300		335		320		400
Nilai Teknis				75%		83.7%		80%		100%

Tabel 3.3 Penilaian Segi Teknis

3.3.6.2 Penilaian dari Segi Ekonomis

Penilaian alternatif fungsi keseluruhan

No	Aspek yang Dinilai	Bobot	AFK						Nilai Teknis Maks	
			AFK1		AFK2		AFK3		Nilai	n*b
			Nilai	n*b	Nilai	n*b	Nilai	n*b		
1	Biaya Pembuatan	70	3	210	3	210	3	210	4	280
2	Biaya Perawatan	30	3	90	3	90	3	90	4	120
Jumlah		100		300		300		300		400
Nilai Teknis				75%		75%		75%		100%

dilihat dari segi ekonomis dapat dilihat dari table dibawah ini:

Tabel 3.4 Penilaian Segi Ekonomis

3.3.6 Keputusan

Berdasarkan aspek-aspek diatas maka fungsi kombinasi yang paling ideal dari ke 3 alternatif diatas adalah alternatif 2. Keputusan ini didasarkan pada penilaian ketiga alternatif fungsi keseluruhan terhadap aspek teknis dan aspek ekonomisnya. Adapun spesifikasi alternatif 2 dapat dilihat dari kotak morfologi yang telah ditampilkan sebelumnya.

3.4 Merancang

3.4.1 Pradesain

Pada tahapan ini hasil kombinasi yang telah didapat dibuatkan *draft* rancangan dan spesifikasi beberapa *part* kemudian diberikan optimasi rancangan jika memang diperlukan.

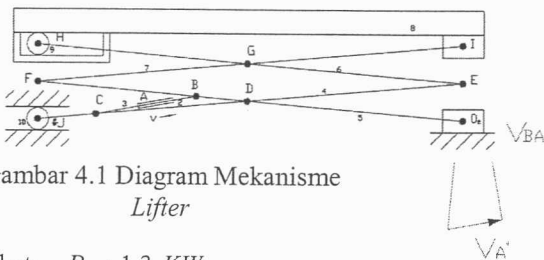
3.5 Penyelesaian

Tahapan penyelesaian akhir yang harus dilakukan adalah melakukan penggambaran gambar kerja dan gambar susunan. Gambar ini akan digunakan sebagai informasi pada proses manufaktur di bagian produksi.

IV. ANALISIS & PEMBAHASAN MASALAH

Pada bab ini akan dibahas mengenai perhitungan dan pengontrolan konstruksi lifter refueler 25kL.

4.1 Penentuan Kecepatan Angkat



Gambar 4.1 Diagram Mekanisme Lifter

Diket: $P : 1,3 \text{ KW}$
 $F_h : 16720,5 \text{ N}$
 $V_A = \frac{P}{F_h} = \frac{1300}{16720,5} = 0,07 \text{ m/s}$

- Persamaan kecepatan relatif V_B

$V_B = V_A \rightarrow V_{BA} \text{ (1)}$

a ? // $AB \perp AB$

b ? 0,07 ?

Persamaan (1) dan (2)

$V_{BO2} = V_A \rightarrow V_{EA}$

a $\perp BO2 // AB \perp AB$

b ? 0,07 ?

$V_{EA} = 26,12 \text{ mm} \times \frac{0,01 \text{ m/s}}{1 \text{ mm}} = 0,26 \text{ m/s}$

$V_{BO2} = 27,04 \text{ mm} \times \frac{0,01 \text{ m/s}}{1 \text{ mm}} = 0,27 \text{ m/s}$

$\omega_B = \frac{V_{BO2}}{BO2} = \frac{0,27}{1,255} = 0,21 \text{ rad/s (CW)}$

- Persamaan kecepatan relatif V_F terhadap V_{O2}

$V_F = V_{O2} \rightarrow V_{FO2}$

$V_F = 0 \rightarrow V_{FO2}$

$V_F = V_{FO2}$

$V_F = \omega_B \times 1,685$

$= 0,21 \times 1,685 = 0,35 \text{ m/s}$

- Persamaan kecepatan relative V_I terhadap V_F

$V_I = V_F \rightarrow V_{FI}$

a $\perp FO2 \perp FI$

b ? 0,35 ?



Gambar 4.3 Poligon Kecepatan

$V_I = 69,73 \times \frac{0,01 \text{ m/s}}{1 \text{ mm}}$

$V_I = 0,69 \text{ m/s}$

∴ Kecepatan angkat lifter adalah 0,69 m/s

4.2 Perhitungan Rangka

4.2.1 Pencarian Ukuran Rangka

Pada perhitungan ini akan dicari ukuran dari profil unequal square tube untuk rangka yang digunakan di lifter. Rangka ini yang akan menumpu beban dari lift basket, operator, dan perlengkapan lainnya.

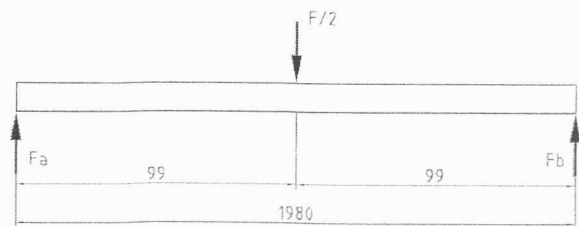
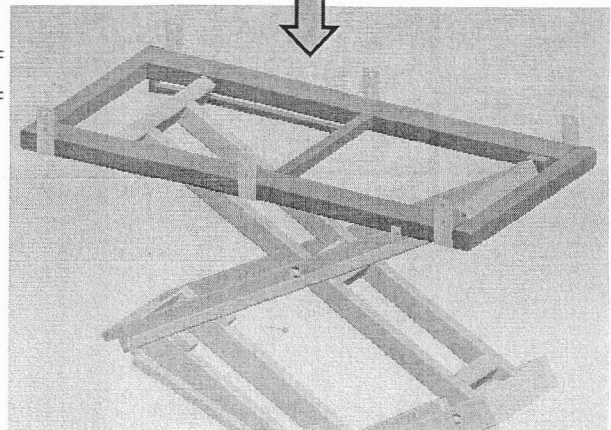
Rincian beban:

- Operator (2 orang) : 200 kg
- Lift basket : 100 kg
- Perlengkapan lainnya : 50 kg
- Beban total : 350 kg

$W = \text{Beban total} \times \text{Faktor kerja}$
 $= 350 \times 1,4$
 $= 490 \text{ kg}$

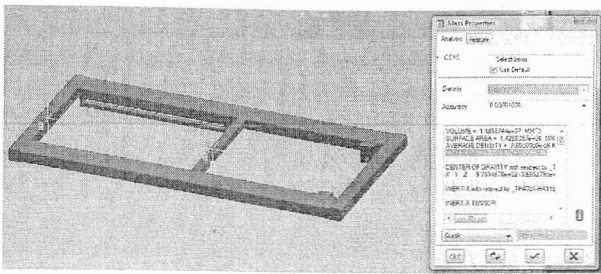
Pada perhitungan ini, beban yang digunakan adalah 500 kg. Hal ini mempertimbangkan masalah keselamatan dalam proses pengisian bahan bakar.

Gambar 4.4 $W = 500 \text{ kg}$



Gambar 4.5 DBB Platform

22 MAR 2017



Gambar 4.6 Massa Platform

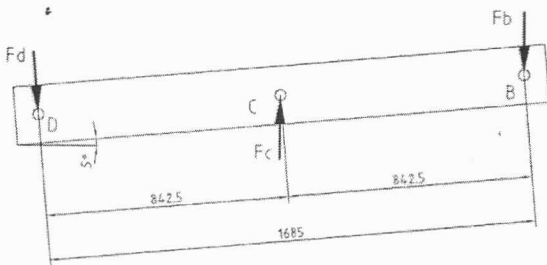
$$F = (W + m_p) \times g$$

$$F = (500 + 117,74) \times 10$$

$$= 6177,4 \text{ N}$$

$$F_a = F_b = F/4 = \frac{6177,4}{4}$$

$$= 1544,35 \text{ N}$$



Gambar 4.7 DBB Batang

$$\Sigma F_x = F_{b_x} - F_{c_x}$$

$$F_{c_x} = F_b \times \sin 5^\circ$$

$$= 1544,35 \times \sin 5^\circ$$

$$= 134,59 \text{ N}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

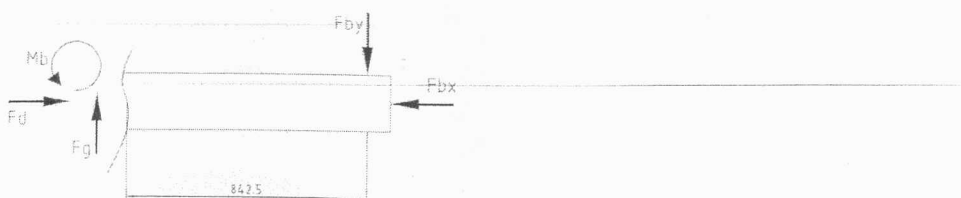
$$0 = F_{b_y} \times 1685 - F_{c_y} \times 842,5$$

$$F_{c_y} = \frac{F_b \times \cos 5^\circ \times 1685}{842,5}$$

$$F_{c_y} = \frac{1544,35 \times \cos 5^\circ \times 1685}{842,5}$$

$$= 3076,94 \text{ N}$$

Penentuan ukuran batang
Mb max di potongan C



Gambar 4.8 Potongan di Titik C

$$M_{b_c} = F_{b_y} \times 842,5$$

$$= 1538,47 \times 842,5$$

$$= 1296160,97 \text{ Nmm}$$

$$F_d = F_{b_x} = 134,59 \text{ N}$$

$$F_g = F_{b_y} = 1538,47 \text{ N}$$

Bahan St.37, $R_m = 240 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{iz} = \frac{F_m}{s_f} = \frac{240}{2,5} = 96 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \Rightarrow W_b = \frac{M_b}{\sigma_b}$$

$$= \frac{1296160,97}{96}$$

$$= 13501,67 \text{ mm}^3 = 13,501 \text{ cm}^3$$

Dari tabel *unequal square tube* didapatkan *unequal square tube* berukuran 90x50 mm. Dengan nilai $A = 846 \text{ mm}^2$, $I = 35,5 \text{ cm}^4$, dan $W = 19,9 \text{ cm}^3$.

4.2.2 Kontrol Kekuatan Rangka

- Tegangan bengkok

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{1296160,97}{19900} = 65,13 \text{ N/mm}^2$$

- Tegangan tekan

$$\sigma_a = \frac{F_d}{A} = \frac{134,59}{846} = 0,15 \text{ N/mm}^2$$

- Tegangan geser

$$\tau_g = \frac{F_g}{A} = \frac{1538,47}{846} = 1,81 \text{ N/mm}^2$$

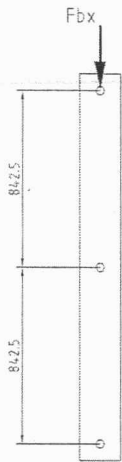
- Tegangan gabungan

$$\Sigma F_y = F_{b_y} + F_d \Rightarrow \sigma_{gab} = \sqrt{(\sigma_b + \sigma_a)^2 + 3 \times \tau_g^2}$$

$$F_d = F_{c_y} - F_{b_y} = \sqrt{(65,13 + 0,15)^2 + 3 \times 1,81^2}$$

$$= 65,35 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{iz} \sim \text{kuat}$$

- Tegangan tekuk (kasus 2)



Gambar 4.9 Buckling pada Batang

$$l_k = l/2 = 842,5 \text{ mm}$$

$$I = 35,5 \text{ cm}^4 = 355000 \text{ mm}^4$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad A = 846 \text{ mm}^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{355000}{846}} = 20,48$$

$$\lambda = \frac{842,5}{20,48} = 40,25 \rightarrow \text{kemungkinan terjadi buckling}$$

Dari tabel dapat ditemukan nilai ω .
Dikarenakan nilai ω bernilai desimal,
maka nilai ω dicari menggunakan
interpolasi.

$$\omega = 1,14 - \left(\frac{41 - 40,25}{41 - 40} \right) \times (1,14 - 1,14)$$

$$= 1,14 - (0,75 \times 0)$$

$$= 1,14$$

$$\sigma_{\omega iz} = \frac{\sigma_d}{\omega} = \frac{96}{1,14}$$

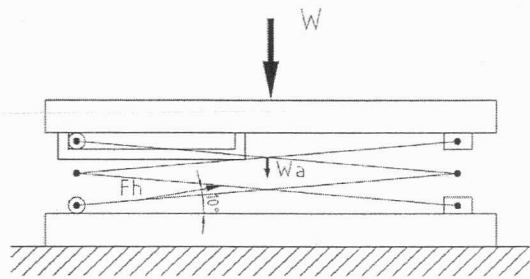
$$= 84,21 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\omega} = \frac{F_d}{A} \leq \sigma_{\omega iz}$$

$$\sigma_{\omega} = \frac{134,59}{846} = 0,15 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\omega iz} \sim \text{aman}$$

4.3 Perhitungan Diameter Silinder

Pada perhitungan ini akan dicari diameter silinder hidrolik yang akan digunakan. Silinder yang berfungsi untuk menggerakkan mekanisme lifter. Gaya yang dihasilkan oleh silinder harus mampu mengangkat beban yang ditumpu oleh lifter.



Gambar 4.13 DBB Rangka dengan Silinder

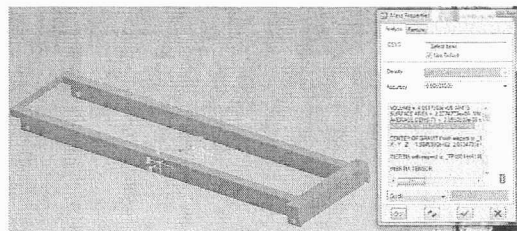
4.3.1 Perhitungan Gaya Hidrolik

$$W = 6177,4 \text{ N}$$

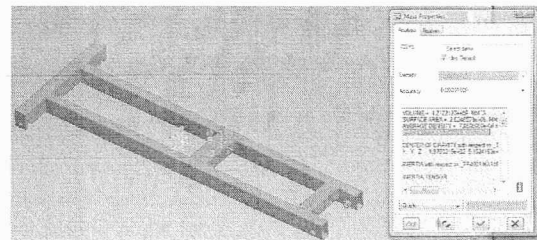
$$L_{\text{batang}} = 1685 \text{ mm}$$

$$m_{\text{batang}} = 69,64 \text{ kg/m}$$

$$W_a = W_{\text{btg}}$$



Gambar 4.14 Massa Batang 1

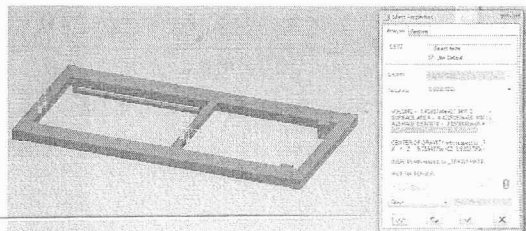


Gambar 4.15 Massa Batang 2

$$W_a = W_{\text{btg1}} + W_{\text{btg2}}$$

$$= (m_{\text{btg1}} + m_{\text{btg2}}) \times g$$

$$= (31,8 + 33,1) \times 10 = 649 \text{ N}$$



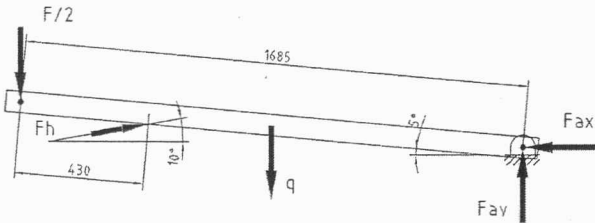
Gambar 4.16 Massa Batang 3

$$F = W + W_a = 6177,4 + 649$$

$$= 6826,4 \text{ N}$$

$$q = \frac{(m_{btg3} \times g)}{2}$$

$$= \frac{(117,3 \times 10)}{2} = 586,5 \text{ N}$$



Gambar 4.17 DBB Batang Bawah

$$\Sigma F_x = Fh_x - Fa_x = 0$$

$$\Sigma F_y = F/2 + q - Fh_y - Fa_y = 0$$

$$\Sigma Mb_a = 0$$

$$0 - \frac{F}{2} \times 1685 \times \cos 5^\circ + q \times 842,5 \times \cos 5^\circ - Fh \times 1255 \times \sin 15^\circ$$

$$Fh = \frac{3088,7 \times 1685 \times \cos 5^\circ + 293,25 \times 842,5 \times \cos 5^\circ}{1255 \sin 15^\circ}$$

$$= \frac{5430987,75}{324,81}$$

$$= 16720,5 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = Fh_x - Fa_x = 0$$

$$\Sigma F_y = F/2 + q - Fh_y - Fa_y = 0$$

$$Fa_x = Fh \cdot \cos 10^\circ$$

$$Fa_y = F/2 + q - 16720,5 \cdot \sin 10^\circ$$

$$Fa_x = 16720,5 \times \cos 10^\circ = 16466,47 \text{ N}$$

$$Fa_y = 3963,2 + 293,25 - 16720,5 \times \sin 10^\circ$$

4.3.2 Perhitungan Diameter Aktuator

$$Fh = p \times A - R$$

$$R = 10\% \cdot Fh = 10\% \times 16720,5 = 1672,05 \text{ N}$$

$$Fh = p \times \frac{\pi}{4} d^2 - R$$

$$p = 2500 \text{ psi} = 175,76 \text{ kg/cm}^2 = 17,24 \text{ N/mm}^2$$

$$d^2 = \frac{Fh + R}{p \times 0,786}$$

$$= \frac{16720,5 + 1672,05}{17,24 \times 0,786}$$

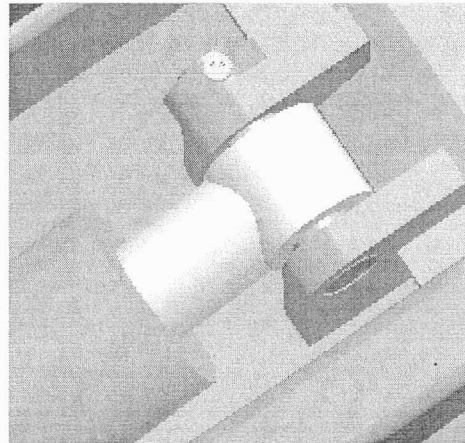
$$d = \sqrt{1357,31}$$

$$= 36,8 \text{ mm} \approx 40 \text{ mm}$$

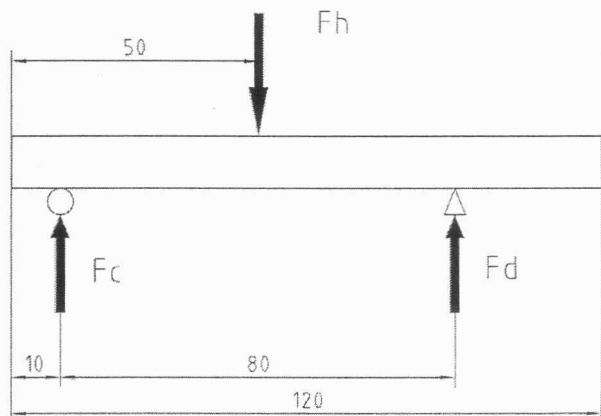
∴ Didapat ukuran silinder hidrolik berdiameter 45 mm.

4.4 Perhitungan Poros Silinder Hidrolik

Pada perhitungan ini akan dicari ukuran poros yang menjadi pivot dari silinder hidrolik. Poros ini yang akan menerima beban hidrolik dari silinder.



Gambar 4.18 Poros Silinder



Gambar 4.19 DBB Poros Silinder Hidrolik

$$Fh = 16720,5 \text{ N}$$

$$F_c = F_d = \frac{1}{2} Fh = 8360,25 \text{ N}$$

$$Mb = Fc \times 40$$

$$= 8360,25 \times 40$$

$$= 334410 \text{ Nmm}$$

$$Fg = Fc = 8360,25 \text{ N}$$

Bahan St.37, Re = 240 N/mm²

$$\sigma_{iz} = \frac{Re}{sf} = \frac{240}{2} = 120 \text{ N/mm}^2$$

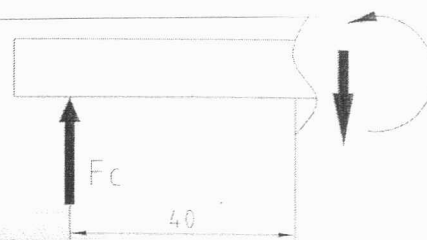
$$\sigma_b = \frac{Mb}{W} \leq \sigma_{iz}$$

$$\sigma_{iz} = \frac{Mb}{\pi/32 \times d^3}$$

$$d^3 = \frac{Mb \times 32}{\pi \times \sigma_{iz}} = \frac{334410 \times 32}{\pi \times 120} = 28385,6 \text{ mm}^3$$

$$d = \sqrt[3]{28385,6} = 30,5 \text{ mm} \approx 35 \text{ mm}$$

Kontrol



Gambar 4.20 Potongan Kritis

$$\sigma_b = \frac{Mb}{W} = \frac{334410 \times 32}{\pi \times 35^3} = 79,45 \text{ N/mm}^2$$

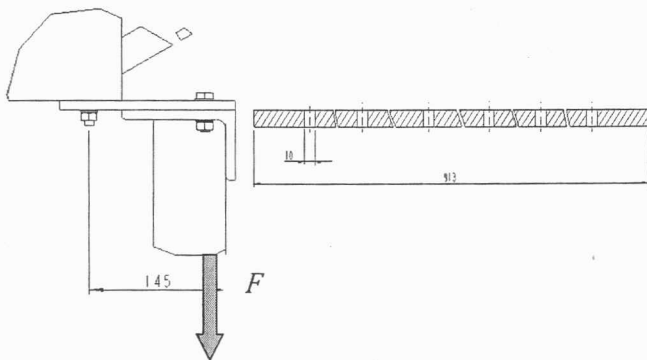
$$\tau_g = \frac{Fg}{A} = \frac{8360,25}{\pi/4 \times 35^2} = 8,68 \text{ N/mm}^2$$

- Tegangan gabungan

$$\sigma_{gab} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau_g^2} = \sqrt{79,45^2 + 3 \times 8,68^2} = 80,91 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{iz} \sim \text{kuat}$$

4.5 Perhitungan Plat Tangga

Pada perhitungan ini akan dicari ketebalan plat yang digunakan. Plat menahan beban pada saat operator naik ke lift basket.



Gambar 4.21 DBB Plat Tangga

$$F = (m_{\text{tangga}} + m_{\text{orang}}) \times g$$

$$= (3 + 70) \times 10$$

$$= 730 \text{ N}$$

Bahan SS400 setara dengan ST.37

$$Re = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{iz} = \frac{Re}{sf} = \frac{240}{5} = 48 \text{ N/mm}^2$$

$$Mb = F \times l = 730 \times 145 = 105850 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{Mb}{W} \leq \sigma_{iz}$$

$$\sigma_{iz} = \frac{Mb}{W} = \frac{Mb}{B^2 \times H - 6(B^2 \times h)/12} = \frac{105850 \times 12}{B^2(913 - 6 \times 10)}$$

$$B^2 = \frac{105850 \times 12}{853 \times 48} = 31,02 \text{ mm}^2$$

$$B = \sqrt{31,02} = 5,56 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}$$

Kontrol

- Tegangan bengkok

$$\sigma_b = \frac{Mb}{W} = \frac{Mb}{H^2 \times B - 6(H^2 \times b)/12}$$

$$\frac{105850 \times 12}{6^2(913 - 6 \times 10)}$$

$$= \frac{105850 \times 12}{30708}$$

$$= 41,35 \text{ N/mm}^2$$

- Tegangan geser

$$\tau_g = \frac{F}{A} = \frac{F}{B \times H - 6(b \times H)}$$

$$= \frac{730}{730}$$

$$= 0,14 \text{ N/mm}^2$$

- Tegangan gabungan

$$\sigma_{gab} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau_g^2} = \sqrt{41,35^2 + 3 \times 0,14^2}$$

$$= 41,36 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{iz} \sim \text{kuat}$$

V. KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil proses perancangan konstruksi *Lifter Refueler* ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dihasilkan rancangan konstruksi *lifter refueler* sesuai dengan tuntutan fungsi.
2. Didapat rancangan *lifter* yang dapat mengangkat dan menumpu beban berat sebesar 500 kg.
3. Perusahaan mendapatkan rancangan konstruksi *lifter refueler* untuk diproduksi pada project *refueler* lainnya.
4. Rancangan *lifter refueler* dengan dimensi 2560 x 912 x 1588 dapat dioperasikan secara manual.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil karya tulis yang telah dibuat oleh penulis, maka penulis memberikan beberapa saran :

1. Hasil rancangan yang dibuat penulis hendaknya dapat direalisasikan.
2. Untuk komponen-komponen yang standar sebaiknya tidak dibuat di *workshop* PT. UTE. Sebaiknya komponen tersebut di datangkan dari supplier.
3. Untuk kedepannya, hasil rancangan dapat dioptimalisasikan untuk project lain, tidak hanya project *refueler* saja.

DAFTAR PUSTAKA

Muhs/Matek.1994.*Roloff/Matek Maschinelemente-Tabellen.*.Germany.Vieweg .

POLMAN.2000.*STANDAR POLMAN SERI 0.*Bandung. Politeknik Manufaktur Bandung.

POLMAN. 1992. *Elemen mesin 3* . Bandung . Politeknik Manufaktur Bandung

Ruswandi,Ayi 2004. *Metode Perancangan 1.*Bandung . Politeknik Manufaktur Bandung.

Westermann. *Western Tables for The Metal Trade.*

Wikipedia. 7 April 2009. Aerial Work Platform.
http://en.wikipedia.org/wiki/Aerial_work_platform. 17 Juni 2009.

51 MAR 2011
107 MAR 2011
107 MAR 2011