PERENCANAAN PORTABLE CRANE KAPASITAS ANGKAT 1000 KG

Dudung Hermawan [1)], Arief Rahman Hakim [2)],
Syahrul Anwar [3)], Dody Prayitno [4)]
[1,2,3)]Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam As-Syafi'iyah, Jakarta
[4)]Jurusan Teknik mesin, Universitas Trisakti
Corresponding author: dudung6234@gmail.com

Diterima: 15 Oktober 2023	*Revisi: 31 Oktober 2023*	*Disetujui: 3 November 2023*	*Terbit: 26 Februari 2024*

ABSTRAK

Peralatan pengangkat dewasa ini sangat beragam baik bentuk model alatnya maupun fungsinya.Proses pemindahan barang kesuatu tempat yang relatif sempit masih langsung diangkat oleh tenaga manusia,sehingga hanya akan memperlambat proses produksi dan bisa menimbulkan rawan kecelakaan.Maka dari kendala yang ada direncanakanlah alat yang lebih simpel dan sederhana dengan kapasitas yang tidak terlalu besar dengan nama portable crane dengan kapasitas angkat maksimal 1000 kg.Alat ini digunakan secara manual dengan sangat mudah digunakan dengan media sistem hidrolik. Penyusuna skripsi ini bertujuan untuk mempelajari mekanisme kerja portable crane yang menggunakan cara manual dalam pengoperasiannya. Dalam melakukan perencanaan portable crane ini dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung ke tempat pembuatannya. Hasil dari pengamatan tersebut terbuatlah perencanaan alat angkat yang sangat kokoh untuk mengangkat beban berat dengan kapasitas angkat 1000 kg.

Kata Kunci : *Portable Crane, Sistem Hidrolik, Alat Angkut, Pemindahan Barang*

I PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Kemajuan teknologi itu tidak terlepas dari dukungan dunia industri manufaktur yang telah banyak menghasilkan kreasi yang bertujuan untuk memudahkan pekerjaan manusia,serta dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Dewasa ini banyak sekali alat angkat dan angkut yang diproduksi dalam berbagai bentuk.Pemilihan alat yang tepat tidak hanya memerlukan pengetahuan khusus tentang desain dan karakteristik operasi suatu mekanisme mesin tetapi juga memerlukan pengetahuan yang menyeluruh tentang peralatan tersebut dalam suatu lokasi tertentu. Alat yang direncanakan Portable Crane dapat mempermudah pada pengangkatan beban berat dari satu tempat ketempat yang dituju,mempermudah dalam hal penyimpanan dan menambah pengetahuan didalam perencanaan mesin-mesin yang bermanfaat bagi dunia industri manufaktur maupun di lingkungan masyarakat.

II STUDI PUSTAKA

Portable Crane adalah termasuk dalam kelompok crane tipe winch,dimana gerakanny dibantu dengan 4 roda untuk berjalan dan menggunakan tenaga hidrolik untuk membantu naik/turunnya lengan boom.Portable Crane ini digunakan pada

bengkel industri produksi perancangan alat-alat hidrolik / maintenance peralatan industri di PT.X untuk memindahkan beban berat pada ruang yang tidak terlalu besar.Portable Crane dirancang dengan ketinggian tertentu dengan lengan boom yang dapat di panjangkan, crane ini akan digunakan untuk membantu memudahkan pekerja mengangkat alat-alat yang tidak mungkin dapat diangkat oleh tenaga manusia seperti block mesin dll.



Gambar 1. Desain Portable Crane

2.1 Pemilihan Material

Portable Crane ini direncanakan menggunakan material baja karbon (carbon steel) yang memiliki kekuatan luluh/yield strength (σ yield) = 620422000 N/m^2 / 620.422 N/mm^2. Baja ini memiliki ketahanan korosi yang sangat baik,terutama pada kondisi atmosfer.Unsur utama yang meningkatkan ketahana korosi adalah Cr dengan komposisi paling sedikit 11% (berat).Ketahanan korosi dapat juga ditingkatkan dengan penambahan unsur Mo/Molybdenum yang akan memperbaiki baja karbon menjadi tahan terhadap suhu tinggi,liat,dan kuat.

2.2 Komponen Portable Crane

Sistem Hidraulik bekerja berdasarkan hukum pascal dimana crane dapat mengangkat beban yang berat dengan menggunakan penggerak (actuator) yang kecil dengan media oli hidrolik yang bertekanan tinggi .

Untuk mengangkat dan menurunkan boom serta memanjangkan lengan boom,crane menggunakan sistem jalur hidraulik (hydraulic circuit) yang terdiri dari: Pompa Hidraulik yang membangkitkan pressure hidraulic cylinder, motor,dan directional control valve sebagai pengontrol gerakan actuator.Sistem hidrolik pada dasarnya menyatakan dalam suatu bejana yang tertutup yang ujungnya terdapat beberapa lubang yang sama maka akan dipancarkan kesegala arah dengan tekanan dan jumlah aliran yang sama.Dimana tekanan dalam fluida statis harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

a. Tekanan bekerja tegak lurus pada permukaan bidang
b. Tekanan disetiap titik sama untuk semua arah
c. Tekanan yang diberikan kesebagian fluida dalam tempat tertutup,merambat secara seragam kebagian lain fluida.

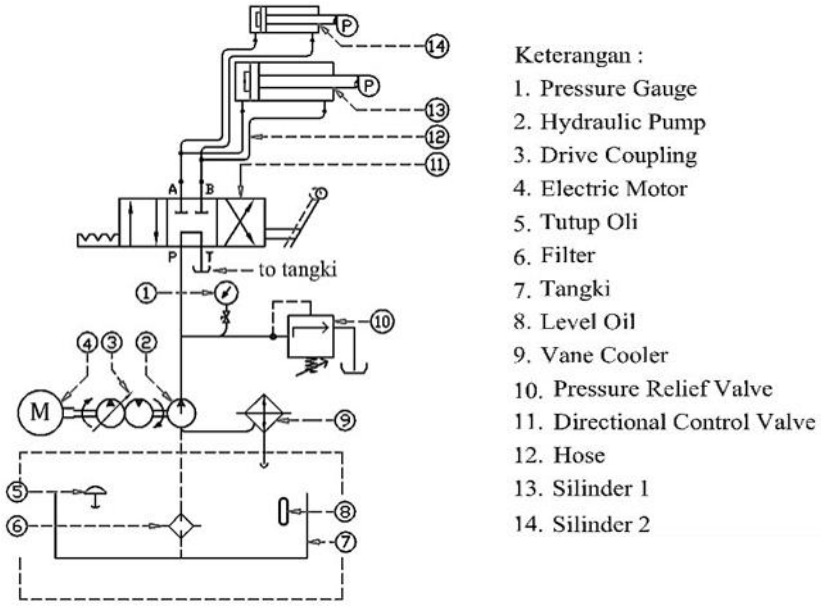
Dalam sistem hidrolik,fluida cair berfungsi sebagai penerus gaya.Dengan prisnsip mekanika fluida yakni hidrostatik (mekanika fluida yang diam/statis,teori kesetimbangan dalam cairan),hidrolik diterapkan.Prinsip dasar dari hidrolik adalah

karena sifatnya yang sangat sederhana.Zat cair tidak mempunya bentuk yang tetap,zat cair hanya dapat membuat bentuk menyesuaikan dengan yang ditempatinya.Zat cair pada praktiknya memiliki sifat tak dapat dikompresi (incompressible).Karena fluida yang digunakan harus bertekanan,akan diteruskan kesegala arah secara merata dengan memberikan arah gerakan yang halus ,ini didukung dengan sifatnya yang selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya dan tidak dapat dikompresi.

Untuk menjamin bahwa komponen hidrolik harus aman dalam operasinya,dapat dipenuhi oleh sifat zat cair yang tidak dapat dikompresi.Gambar menunjukkan,apabila gaya itu ditekan ke arah silinder yang tertutup rapat maka pada silinder itupun akan terjadi tekanan dipermukaan dalam tempat-tempat terjadinya tekanan itu tentu akan merata keseluruh kulit dalam silinder,disebabkan sifat zat cair yang meneruskan gaya ke segala arah.

2.3 Diagram Cirkuit Hidrolik Portable Crane

Dari posisi silinder maka diperoleh gerakan posisi netral,gerakan maju/(naik) dan mundur/(turun)



Gambar 2 .Rangkaian Hidrolik Portable Crane Posisi Netral

2.4 Posisi Netral

Pada posisi netral dan motor listrik telah bekerja tetapi silinder hidrolik belum melakukan gerak maju /mundur,karena control valve belum dioperasikan sehingga katup belum terbuka dan fluida belum bisa mengalirkan fluida untuk mendorong piston bergerak maju maupun mundur.Setiap kali mesin hidrolik dioperasikan pada langkah maju maupun mundur,sebelum melakukan perpindahan langkah maju maupun mundur pasti directional control valve akan melalui posisi netral terlebih dahulu.Sehingga kita dapat berhenti pada segala posisi dan bebas untuk mengembalikan posisi kerjanya dengan keinginan pengopersaiannya tanpa valve tidak diopersikan maka pada saat itulah mesin dalam keadaan posisi netral.Untuk mencegah

kerusakan pada komponen-komponen pada mesin hidrolik karna tekanan yang sangat kuat maka perlu dipasang pressure relieve valve.

Fluida yang berasal dari tangki yang kemudian dihisap dan ditekan oleh pompa kemudian dialirkan melalui pressure relieve valve yang mana katup belum membuka sehingga fluida tidak dapat mengalir ke silinder sehingga silinder belum bisa bergerak maju maupun mundur.Karena katub belum terbuka maka fluida akan dialirkan kembali melalui saluran pengembali yang terdapat pada pressure relieve valve kembali ke tangki .

III METODE

Dalam perencanaan pembuatan Portable Crane beberapa tahapan perencanaan yang dilakukan:

a Penjabaran tugas (Classification of the task)

Meliputi pengumpulan informasi atau data tentang syarat-syarat data yang dipenuhi oleh portable crane dan juga batasan-batasannya,hasil dari tahap ini berupa syarat-syarat atau spesifikasi.

b Perencanaan dengan konsep (Conceptual Design)

Meliputi informasi struktur-struktur fungsi pencarian prinsip-prinsip pemecahan masalah yang cocok dan mengkombinasikan menjadi konsep varian

c Perencanaan dengan wujud (Embodiment Design)

Sketsa kombinasi prinsip solusi yang telah dibuat merupakan bentuk layout awal.Kemudian pilih yang memenuhi persyaratan yang sesuai dengan spesifikasi yang unggul menurut kriteria teknis dan ekonomis kemudian layout awal dikembangkan menjadi layout difinitif, yaitu yang merupakan wujud dari perancangan yang sesuai dengan kebutuhan.

IV PEMBAHASAN

Portable crane ini dioperasikan secara manual dan direncanakan mampu mengangkat beban maksimal sampai 1000 kg.Alat ini menggunakan sistem hidrolik untuk mengangkat beban dan beroperasi di lantai menggunakan empat buah roda. Karena reaksi luar melibatkan beberapa gaya yang tidak diketahui,maka reaksi dihitung dengan memperhatikan diagram benda bebas dari seluruh rangka.

Syarat kesetimbangan gaya

$+\uparrow \Sigma F_y = 0$ [1]

$-P + F_{Ey} + F_{Gy} = 0$ [2]

$F_{Ey} + F_{Gy} = P$ [3]

$+ \circlearrowright \Sigma M_E = 0$ [4]

$P\ (x_1 + x_2) - F_{Gy}\ (x_3)$ [5]

$F_{Gy} = \frac{(P) \times (x_1 + (x_2)}{(x_3)}$ [6]

$Jadi \quad R_{AH} = \frac{P_1 \,.\, a}{L}$ [7]

$= \frac{1000\ kg\ .\ 740\ mm}{1700\ mm}$

$= \frac{740.000\ kg\ mm}{1700\ mm}$

$= 435\ kg$

$$R_{AH1} = \frac{P_2 \,.\, a \,.\, \sin 60°}{L} \quad [8]$$
$$= \frac{640.840 \text{ kg mm}}{1700 \text{ mm}}$$
$$= 377 \text{ kg}$$
$$AV = \frac{P_1 \,.\, a \,.\, \sin 85°}{L} \quad [9]$$
$$= \frac{1000 \text{ kg} \,.\, 1040 \text{ mm} \,.\, 0{,}966}{1930 \text{ mm}}$$
$$= 520 \text{ kg}$$

$$EV - AV = EH\ 1000 \text{ kg} = 0 \quad [10]$$
$$EH = -1000 \text{ kg} \quad [11]$$
$$FEV = P_1 \,.\, 100 \text{ mm} + P_2 \,.\, 1280 \text{ mm} \,.\, FGV\ 1380 \text{ mm} \quad [12]$$
$$FGV = \frac{1000 \text{ kg} \,.\, 100 \text{ mm} + 1000 \text{ kg} \,.\, 1280 \text{ mm}}{1380 \text{ mm}} \quad [13]$$
$$= \frac{1.380.000 \text{ kg mm}}{1380 \text{ mm}}$$
$$= 1000 \text{ kg}$$

Reaksi tumpuan dapat ditentukan dengan cara sbb :

$\Sigma M_B = 0$ maka semua gaya di momenkan ke titik B

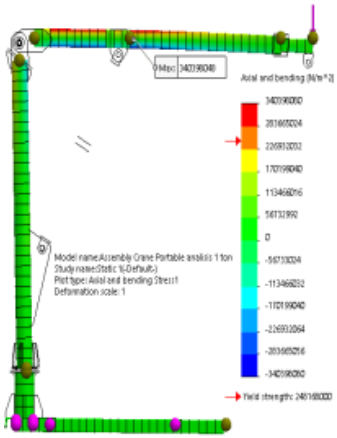
$$R_A = P - \left(\frac{P \,.\, a}{L}\right) \quad [14]$$
$$R_A = 1000 \text{ kg} - \left(\frac{1000 \text{ kg} \,.\, 0{,}74 \text{ m}}{1{,}7 \text{ m}}\right)$$
$$R_A = 1000 \text{ kg} - 435 \text{ kg} = 564 \text{ kg}$$
$\Sigma M_A = 0$ maka semua gaya di momenkan ke titik A [15]
$$R_B = \frac{-P \,.\, a}{L} \quad [16]$$
Jadi, $$R_B = \frac{-P \,.\, a}{L}$$
$$R_B = \frac{-1000 \text{ kg} \,.\, 0{,}74 \text{ m}}{1{,}7 \text{ m}}$$
$$R_B = -435 \text{ kg}$$
$\Sigma M_C = 0$ maka semua gaya di momenkan ke titik C [17]
Jadi, $RC = R_B$ [18]
$$= -435 \text{ kg} \,.\, 0{,}96 \text{ m}$$
$$= -417 \text{ kg m} \quad [19]$$

4.1 Simulasi Rangka Portable Crane

Adalah kumpulan gaya pada suatu permukaan benda.Semakin sempit luasan permukaan namun gaya tetap, maka tegangan semakin besar. Presentasi perbandingan antara perhitungan simulasi dengan standar material yang digunakan adalah pada hasil perhitungan simulasi didapat von mises maksimumnya sebesar 34,0398 N/mm² sedangkan yield strength material sebesar 620,42220 N/mm².

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa von misses maksimum nilainya masih dibawah yield strength.Jadi material alloy steel yang digunakan pada portable crane aman digunakan

Name	Type	Min	Max
Stress1	TXY: Shear in Y Dir. on YZ Plane	0 N/m^2 Element: 9240	34,0398e+008 N/m^2 Element: 9170



Gambar 3.Tegangan Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi diatas, nilai tegangan yang paling besar yaitu pada bagian yang berwarna merah (bagian yang mendapatkan beban dari pengguna secara langsung) sebesar 34,0398 N/mm²

Tegangan Geser : $\tau_g = \frac{F \cdot l}{2 \cdot A \cdot t}$ [20]

A = Luas penampang (mm²)

A = p x l [21]

A = 1.700mm x 1.000mm

A = 1.700.000 mm²

Jadi $\tau_g = \frac{F \cdot l}{2 \cdot A \cdot t}$ [22]

$$= \frac{9806\ N \times 1.700\ mm}{2 \times 1.700.000\ mm^2 \times 5mm}$$

$$= 0{,}9806\ N/mm^2$$

Untuk mengetahui nilai dari tegangan normal. menggunakan persamaan sebagai berikut

$\sigma = \frac{M \cdot y}{I}$ [23]

$\sigma = \frac{0{,}9806\ N/mm^2 \cdot 1.930\ mm}{50{,}1196\ mm}$

$\sigma = 37{,}7608\ N/mm^2$

Untuk proses Von Mises dapat dilihat bahwa rangka yang berfungsi untuk menopang berat dari berbagai komponen hanya rangka bagian atas yang mengalami tegangan maksimum 37,7608 N/mm², maka persentasi alat hasil perhitungan simulasi dengan hasil teoritis adalah

$\eta = \frac{\text{Von Mises Simulasi} - \text{Von Mises Teori}}{\text{Von Mises Simulasi}} \chi\ 100\ \%$ [24]

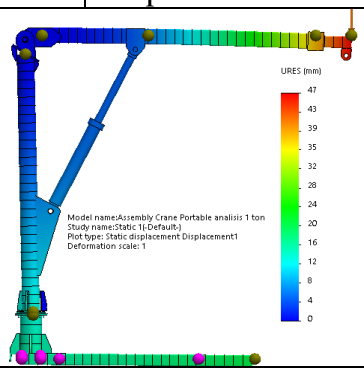
$\eta = \frac{34{,}0398 \frac{N}{mm}^2 - 37{,}7608 \frac{N}{mm}^2}{34{,}0398 \frac{N}{mm}^2} \chi\ 100\ \%$

$\eta = 100 - 8 = 92\ \%$

4.2 Perubahan Bentuk (*Displacement*)

Displacement adalah perubahan bentuk pada benda yang dikenai gaya.Bagian yang mengalami displacement paling besar dari rangka ini adalah daerah berwarna paling merah,dan bagian yang mengalami displacement paling kecil adalah bagian yang paling berwarna biru,hasil displacement dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Name	Type	Min	Max
Displacement	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 6896	47,2921 mm Node: 8926



Gambar 4. Perubahan Bentuk Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi diatas,nilai displacement yang paling besar yaitu pada bagian yang berwarna merah bagian yang mendapatkan beban dari pengguna secara langsung sebesar 47,2921 mm

Momen yang terjadi

$$I = \frac{b \cdot h^3}{P} \quad [25]$$

$$I = \frac{500\text{mm} \cdot (500\text{mm})^3}{32.2\ \text{kg}}$$

$$I = 1.940{,}993\ \text{mm}^4/\text{kg}$$

Nilai untuk defleksi yang terjadi pada rangka portable sebagai berikut;

$$\delta = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad [26]$$

$$\delta = \frac{9806\ \text{N} \cdot (1.000\text{mm})^3}{48 \cdot 21.0000\ \text{N/mm}^2 \cdot 1.736.111\ \text{mm}}$$

$$\delta = 50{,}1196\ \text{mm}$$

Jadi proses displacement dapat dilihat bahwa rangka yang berfungsi untuk menopang berat dari berbagai komponen hanya rangka bagian atas yang mengalami displacemet maksimum 50,1196 mm, maka persentasi alat hasil perhitungan simulasi dengan hasil teoritis adalah;

$$\eta = \frac{\text{Disp. Simulasi} - \text{Disp. Mises Teori}}{\text{Displacement Simulasi}} \chi\ 100\ \% \quad [27]$$

$$\eta = \frac{47{,}2921\ \text{mm} - 50{,}1196\ \text{mm}}{47{,}2921\ \text{mm}}\ X\ 100$$

$$\eta = 100 - 6 = 94\ \%$$

V KESIMPULAN

1. Analisa yang digunakan adalah pada hasil perhitungan simulasi didapat von mises maksimumnya sebesar 34,0398 N/mm² sedangkan yield strength material sebesar 620,4220 N/mm² dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa von misses maksimum nilainya masih dibawah yield strength.Jadi material alloy steel yang digunakan pada portable crane aman digunakan .
2. Portable Crane ini direncanakan menggunakan material baja karbon (carbon steel) yang memiliki kekuatan luluh/yield strength (σ yield) = 620422000 N/m²/620.422N/mm².
3. Baja ini memiliki ketahanan korosi yang sangat baik,terutama pada kondisi atmosfer.Unsur utama yang meningkatkan ketahana korosi adalah Cr dengan komposisi paling sedikit 11% (berat).Ketahanan korosi dapat juga ditingkatkan dengan penambahan unsur Mo/Molybdenum yang akan memperbaiki baja karbon menjadi tahan terhadap suhu tinggi,liat,dan kuat.
4. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dilapangan,dengan menggunakan Drill Pipe 4-1/2" dengan tekanan yang dibutuhkan 100 Bar,dengan panjang Drill pipe 9 meter dan berat 350 kg.Drill Pipe digunakan sebagai bahan penelitian karena merupakan pipa dengan ukuran paling besar yang biasanya digunakan.
5. Direncanakan kait dengan jenis kait tunggal dengan tegangan aman tidak boleh melebihi 1500 kg/cm² untuk baja 20.Dan perhitungan tegangan tekan dan Tarik di nyatakan aman karena tidak melebihi batas maksimum tegangan aman.

DAFTAR PUSTAKA

Joseph E. Shigley and Larry D. Mitchell. 1984. Perencanaan Teknik Mesin. Jakarta, Erlangga

Rudenko N. 1969. Materials Handling Equipment. Translated, Moscow by: Nicholas Weinstein. MIR Publisher..

Hartono,Sugi Drs.1988. Sistem Kontrol dan Pesawat Tenaga Hidrolik. Bandung:Tarsito.

Ach. Muhib Zainuri,ST,MT. 2008-2010. Books Mesin Pemindah Bahan – Material Handling Equipment. Jakarta : CV ANDI OFFSET

Wesli , 2010. Books Mekanika Rekayasa – Edisi Pertama –Yogyakarta: Graha Ilmu

Sularso,dan Kiyokatsu Suga.1987. Dasar Perencanaan Elemen Mesin. Jakarta : PT.PRANDNYA PARAMITA.

Atmaja,Shandra. 2013. Analisis Waktu Langkah Naik dan Turun Silinder Hidrolik Mesin Pencetak Paving Dengan sistem Hand Control. Jakarta : Universitas Islam As-syafi'iyah.

Zainal Arif,ST.MT. 2008 . Buku Ajar Mekanika Kekuatan Material Jilid 1,Jakarta : Erlangga.

N. RUDENKO.1964 . Mesin Pengangkat. Jakarta : Erlangga.