

Rancang Bangun Konstruksi Pada *Crane* Portabel

¹⁾Eko Bakti Yuana, ²⁾Gunarko, ³⁾Wawan Setiawan

Program Studi Diploma IV Otomotif Kendaraan Tempur, Jurusan Mesin Poltekad Kodiklatad

e-mail: ebakti24@yahoo.com

ABSTRAK

Pada era Perkembangan teknologi sekarang telah banyak menghasilkan kreasi yang bertujuan untuk memudahkan pekerjaan manusia, serta dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Terutama untuk bagian konstruksi dan industri yang dikenal suatu alat yang dinamakan dengan *Crane*. *Crane* sangat dibutuhkan dalam bidang perawatan dan pemeliharaan untuk mengangkat serta memindahkan suatu barang dari satu tempat ke tempat lainnya. *Crane* adalah gabungan mekanisme pengangkat secara terpisah dengan rangka untuk mengangkat atau sekaligus mengangkat dan memindahkan muatan yang dapat digantung secara bebas atau diikatkan pada *Crane*. Pada perancangan *Crane* tersebut juga membutuhkan konstruksi yang kokoh dan kuat, maka dapat mengangkat beban dengan baik. Hasil perancangan yang tepat akan memberikan keamanan dan kenyamanan pada saat mengangkat beban. Sehingga *Crane* tersebut diharapkan mampu beroperasi dengan sempurna sesuai dengan kebutuhan yang ada.

Kata Kunci : Konstruksi, *Crane*

ABSTRAC

In this developing technooogy now on there are various creativeness that aims to facilitate work, also able to increase quality and quantity of some productions. The highligh point in this study are construction and industrial section which there is some tools are knows Crane. This tool is mostly needed in care and maintenance section for lift up and carry over contents in one to another place. Crane is lifting consolidate mechanism seperatedly which that frame used for lift up and also move the contents could be able hang up or tied up on the Crane. The design of Crane needs to make a sturdy and strong construction, so it could lift up the contents properly. The result of this design gives a safe and comfort when it is lifting the contents up. So that the Crane will be able to be operated as what is needed perfectly.

Keywords Construction, Crane.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sekarang telah banyak menghasilkan kreasi yang bertujuan untuk memudahkan pekerjaan manusia, serta dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Terutama untuk bagian konstruksi dan industri yang dikenal suatu alat yang dinamakan dengan *crane*. *Crane* sangat dibutuhkan untuk mengangkat serta memindahkan suatu barang dari satu tempat ke tempat lainnya. *Crane* adalah gabungan mekanisme pengangkat secara terpisah dengan rangka untuk mengangkat atau sekaligus mengangkat dan memindahkan muatan yang dapat digantung secara bebas atau diikatkan pada *crane*.

Konstruksi yang ada pada alat tersebut kurang memadahi dalam pengangkatan dengan kapasitas lebih besar. Biasanya konstruksi pada *crane* hanya dapat bergerak secara elevasi saja. Pada *Crane* terbuat dari komponen pendukung yang lebih kuat dalam menerima beban lebih besar. Hasil perancangan memberikan kemudahan dalam melakukan perawatan pada satuan yang membutuhkan. Sehingga pada *crane* yang dirancang dapat memenuhi kebutuhan dalam perawatan kendaraan karena dapat bergerak secara elevasi dan azimuth.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Hukum Gravitasi. Gravitasi adalah suatu massa yang menarik massa yang lain dengan gaya segaris yang menghubungkan kedua inti massa. Besar gaya tarik yang terjadi berbanding lurus dengan perkalian dari kedua Massa. Berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua titik massa tersebut. Berikut definisi massa dan berat.

a. Massa. Adalah jumlah materi yang terkandung dalam tubuh tertentu dan tidak berbeda dengan perubahan posisi di permukaan bumi. Masa permukaan diukur dengan perbandingan langsung dengan standar masa dengan menggunakan keseimbangan tuas. (Sumber: R.S. Khurmi "*Machine Design*" hal 8).

b. Berat. Berat merupakan jumlah tarikan, yang diberikan bumi pada permukaan tertentu. Karena tarikannya bervariasi dengan jarak permukaan dari pusat bumi. Oleh karena itu, berat akan bervariasi berdasarkan dengan posisinya di permukaan bumi dengan demikian jelas bahwa

berat adalah sebuah gaya. (Sumber: R.S. Khurmi “Machine Design” hal 8).

Dalam statika maupun dinamika seringkali menghitung berat suatu benda. Tarikan gravitasi bumi pada suatu benda diketahui sebagai berat benda. Karena tarikan ini merupakan suatu gaya maka berat benda dinyatakan dalam *Newton*. Gaya ini terjadi baik pada benda dalam keadaan diam maupun bergerak. Untuk suatu benda yang bermassa (*m*) pada permukaan bumi, yang mempunyai percepatan akibat gravitasi (*g*). Gaya gravitasi atau beratnya sebagai *w*. (Sumber: R.S. Khurmi “Machine Design” hal 9).

$$F = m \cdot g \quad \text{atau} \quad m = \frac{F}{g} \dots \dots \dots (1)$$

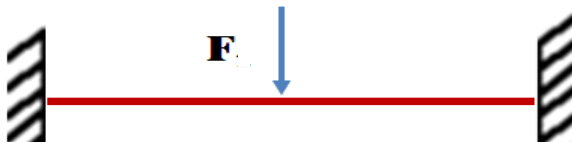
Dimana :

F : Gaya (N)

m : Massa (kg)

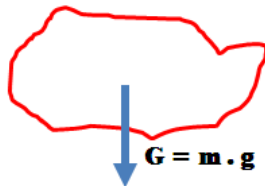
g : Percepatan gravitasi (*m/s²*)

2. *Beam*. Gelagar / *Beam* yaitu suatu batang yang dibebani gaya atau momen yang bekerja pada bidang-bidang yang dibentuk oleh sumbu batang tersebut. *Beam* yang reaksi-reaksinya dapat dihitung dengan metode statik (persamaan kesetimbangan) disebut dengan statis tertentu (*Statically determinate*). Sedangkan *beam* yang didukung oleh dukungan yang lebih dari yang diperlukan untuk kesetimbangan tersebut statis tak tentu (*Statically indeterminate*). (Sumber: TEDC “Stasika” Hal 43)



Gambar 1. Beban Titik
(Sumber: TEDC “Stasika” Hal 44)

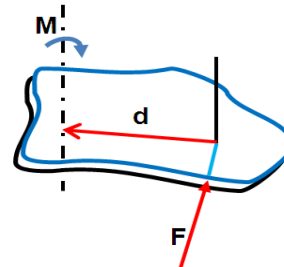
3. *Free Body Diagram*. Yaitu suatu bentuk penyajian secara diagram dari benda (sistem) yang menggambarkan semua gaya yang bekerja pada benda (sistem) tersebut, baik yang di akibatkan benda itu sendiri maupun benda lain. Tujuan perhitungan *Free Body Diagram* yaitu untuk memudahkan dalam mencari gaya-gaya yang tidak di ketahui. (Sumber: TEDC “Stasika” Hal 27).



Gambar 2. *Free Body Diagram*
(Sumber: TEDC “Stasika” Hal 37)

4. Momen. Adalah sebuah gaya yang bermaksud untuk menggerakkan dan memutar benda. Momen juga sering disebut

torsi. sebuah gaya yang bekerja pada sebuah benda yang digunakan untuk memutar benda. Besarnya momen merupakan jumlah gaya dikali dengan jarak. Tanda momen yang searah dengan jarum jam diberi tanda positif (+) dan yang berlawanan dengan arah jarum jam diberi tanda negatif (-). (Sumber: TEDC “Stasika” Hal 22).



Gambar 3. Momen
(Sumber: TEDC “Stasika” Hal 22)

a. Momen Inersia. Perhitungan momen inersia pada konstruksi *crane* portabel adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{mL^2}{4} \dots \dots \dots (2)$$

(Sumber: R.S. Khurmi dan J.K Gupta “Machine Design” hal 15)

Dimana :

I : Momen (Kg.m)

m : Massa (Kg)

L : Panjang (m)

b. Momen Lentur.

$$M = F \cdot L \dots \dots \dots (3)$$

(Sumber: R.S. Khurmi dan J.K Gupta “Machine Design” hal 15).

Dimana :

M : Momen (Kg.m)

F : Gaya (N)

L : Panjang (m)

5. Vektor. Beberapa besaran fisika seperti massa, waktu dan suhu sudah cukup jika dinyatakan dengan suatu bilangan dan sebuah satuan untuk menyatakan besarnya nilai besaran tersebut. Tetapi banyak besaran lain yang harus menyertakan persoalan arah untuk mendeskripsikan secara lengkap makna besaran tersebut. Besaran-besaran fisika jika ditinjau dari pengaruh arah terhadap besaran tersebut dapat dikelompokkan menjadi :

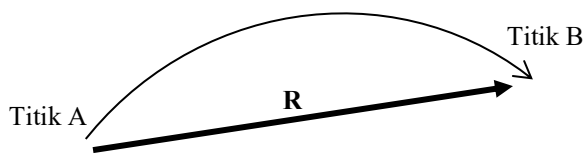
a. Besaran Skalar : besaran yang cukup dinyatakan besarnya saja (tidak tergantung pada arah). Misalnya : massa, waktu, suhu dan sebagainya. (Sumber: Sabar Nurohman, S.Pd.Si “Diktat Kuliah Fisika Dasar 1” hal 1).

b. Besaran Vektor : besaran yang tergantung pada arah. Misalnya : kecepatan, gaya, momentum dan sebagainya. Sehingga, vektor adalah besaran yang memiliki besar dan arah. Besaran-besaran pada fisika banyak yang termasuk besaran vektor. Contohnya gaya, kecepatan, percepatan,

perpindahan, momen gaya dan momentum. (Sumber: Sabar Nurohman, S.Pd.Si “Diktat Kuliah Fisika Dasar 1” hal 1).

c. Notasi Vektor. Kita akan mulai mendalami vektor dari sebuah besaran vektor yang paling sederhana, yaitu perpindahan (*displacement*). Perpindahan didefinisikan sebagai perubahan posisi dari suatu titik. Deskripsi berikut ini akan lebih memperjelas pemahaman kita tentang vektor. Sebuah benda bergerak dari titik A ke titik B melewati sebuah lintasan lengkung. Vektor perpindahan gerak tersebut ditunjukkan oleh garis terpendek (lurus) dari A ke B yang berikutnya kita beri nama sebagai vektor perpindahan R. (Sumber: Sabar Nurohman, S.Pd.Si “Diktat Kuliah Fisika Dasar 1” hal 2).

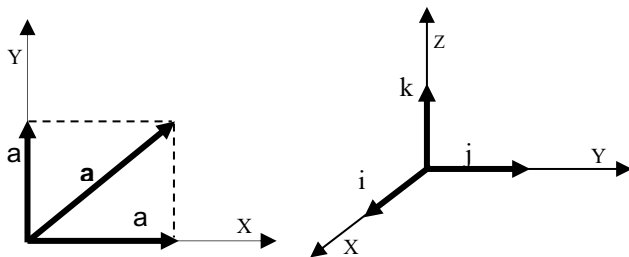
1) Notasi Geometris. Notasi geometris adalah sebuah metode untuk menganalisis vektor dengan cara menampilkannya dalam bentuk gambar.



Gambar 4. Arah Vektor

(Sumber: Sabar Nurohman, S.Pd.Si “Diktat Kuliah Fisika Dasar 1” hal 2)

2) Notasi Analitis. Notasi analitis digunakan untuk menganalisa vektor dengan cara menguraikan vektor tersebut dalam komponen-komponen penyusunnya. Sebuah vektor a dalam koordinat kartesian (dua sumbu : x dan y) dapat dinyatakan dalam komponen-komponennya, yaitu komponen pada arah sumbu x dan komponen pada arah sumbu y. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Arah Vektor Notasi Analitis

(Sumber: Sabar Nurohman, S.Pd.Si “Diktat Kuliah Fisika Dasar 1” hal 3)

Keterangan Gambar :

ay : Besar komponen vektor a dalam arah sumbu y.

ax : Besar komponen vektor a dalam arah sumbu x.

Vektor arah /vektor satuan adalah vektor yang besarnya 1 dan arahnya sesuai dengan yang didefinisikan. Misalnya dalam koordinat kartesian : i, j, k yang masing masing menyatakan vektor dengan arah sejajar sumbu x, sumbu y dan sumbu z.

6. Pengait/*Hook*. Pengait (*Hook*) adalah alat yang dipergunakan untuk menggantung beban, pengait (*hook*) terdiri dari dua jenis yaitu *Single hook* (pengait tunggal) dan *Double hook* (pengait ganda).



Gambar 6. Pengait/*Hook*

a. Tegangan Tarik (σ_t).

$$\sigma_t = \frac{Q}{2 \cdot \frac{\pi d_l^2}{4}} \dots \dots \dots (4)$$

(sumber : N. Rudenko “mesin pengangkat” hal 86)

Dimana :

σ_t : Tegangan tarik(kg/cm²)

Q : Beban angkat maksimal(kg)

d_l : Diameter(cm)

b. Tegangan yang diijinkan ($\bar{\sigma}_t$).

$$\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_t}{sf} \dots \dots \dots (5)$$

(Sumber : Sularso “Elemen Mesin” hal 8)

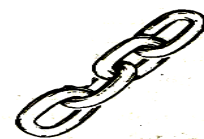
Dimana :

$\bar{\sigma}_t$: Tegangan yang diizinkan(kg/cm²)

σ_t : Kekuatan tarik (kg/cm²)

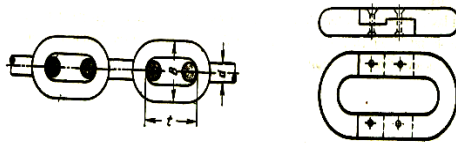
sf : Factor keamanan kait (6-8)

7. Rantai *Skalm*. Rantai *skalm* terbuat dari bahan baja bulat panjang (silindris) kemuian dibentuk skalm demi skalm (*link-link* mata rantai) dan dihubungkan satu sama lain (*lingkage*) dan dilas.



Gambar 7. Rantai skalm

Gambar dibawah menunjukkan bahwa t adalah panjang bagian dalam (mm), B adalah lebar bagian dalam (mm) dan d adalah diameter batang rantai (mm). Klasifikasi dari rantai skalm pendek ($t \leq 3d$) dan panjang ($t \geq 3d$). Rantai skalm yang dikalibrasi untuk penggerak roda traksi dengan tangan dengan Diameter (d) 5 - 6 mm dan kecepatan (v) 0,6-0,75 m/dt.



Gambar 8. Ukuran mata rantai

Keterangan :

- t = panjang bagian dalam (mm)
B = lebar bagian dalam
d = diameter rantai

Rantai skalm tidak menguntungkan pada beban berat karena bersifat mudah terpengaruh terhadap hentakan-hentakan dan beban melebihi, keausan yang intensif dari rantai pada sambungan dan kecepatan penggerak yang tidak aman, kecuali untuk fleksibilitas yang baik dalam semua arah, kemungkinan pemakaian puli dan drum dengan diameter kecil dan konstruksinya sederhana.

a. Tegangan Tarik (σ_t).

$$\sigma_t = \frac{Q}{2 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4}} \dots \dots \dots (6)$$

(Sumber : N. Rudenko “mesin pengangkat” hal 86)

Dimana :

- σ_t : Tegangan tarik (kg/cm²)
Q : Beban angkat maksimal (kg)
d₁ : Diameter (cm)

b. Tegangan yang diijinkan ($\bar{\sigma}_t$)

$$\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_t}{sf} \dots \dots \dots (7)$$

(Sumber : Sularso “Elemen Mesin” hal 8)

Dimana :

- $\bar{\sigma}_t$: Tegangan yang diizinkan(kg/cm²)
 σ_t : Kekuatan tarik(kg/cm²)
sf : Factor keamanan (6)

8. Tegangan dan Regangan.

a. Tegangan lentur bahan (σ_{max}). Setelah diketahui momen yang terjadi pada batang rangka maka bisa digunakan untuk mencari tegangan lentur dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_{Max} = \frac{M \cdot c}{I} \dots \dots \dots (8)$$

(E.P. Popov “Mekanika Teknik” hal 145).

Dimana :

- σ_{Max} : Tegangan lentur (Kg/m²)
M : Momen lentur (Kg/m)
c : Jarak dari sumbu netral ke serat terjauh (m)
I : Momen inersia (m⁴)

b. Tegangan ijin bahan (σ_i). Untuk mengetahui tegangan ijin dari bahan yang dipakai untuk rangka adalah sebagai berikut :

$$\sigma_i = \frac{\sigma_{max}}{n} \dots \dots \dots (9)$$

(Sumber: Hajar Isworo,S.Pd., M.T. “Mekanika Kekuatan Material 1” hal 60).

Dimana :

- σ_i : Tegangan ijin bahan (Kg/m²)
 σ_{Max} : Tegangan lentur (Kg/m²)
n : Faktor keamanan

c. Regangan (ϵ). Untuk mengetahui regangan dari bahan yang dipakai untuk rangka adalah sebagai berikut :

$$\epsilon = \frac{\sigma_i}{L} \dots \dots \dots (10)$$

(Sumber: Hajar Isworo,S.Pd., M.T. “Mekanika Kekuatan Material 1” hal 60).

Dimana :

- ϵ : Regangan
 σ_i : Tegangan ijin bahan (Kg/m²)
L : Panjang mula-mula (m)

9. Bantalan. Bantalan merupakan suatu elemen yang menumpu poros yang dikenai beban baik beban aksial maupun radial, supaya gerak bolak-balik poros berlangsung secara halus, aman dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Bantalan harus cukup kuat untuk menopang elemen lainnya terutama poros sehingga dapat bekerja dengan baik. Dalam hal ini bantalan yang direncanakan adalah bantalan rol kerucut, karena beban yang ditumpu poros besar, putaran pada bantalan ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen mesin.



Gambar 9. Bantalan Gelinding Jenis Rol

(Sumber : <http://id.wstbearinguae.com>)

a. Jenis-jenis Bantalan Gelinding. Gesekan yang terjadi pada bantalan jenis ini terjadi antara bagian berputar dengan bagian diam melalui gelinding seperti bola (peluru), rol, yang dipasang diantara cincin tersebut, bola atau rol akan membuat gerakan gelinding sehingga gesekan diantaranya akan lebih kecil

b. Perhitungan perencanaan bantalan rol kerucut.

1) Perhitungan beban aksial (Fa).

$$Fa = \frac{0,47 \times Fr}{k} (N) \dots \dots \dots (11)$$

Dimana :

- Fa : Gaya aksial (N)
Fr : Beban radial murni (N)
k : Perbandingan nilai aksial dan radial harga K kira-kira 1,5 untuk bantalan radial dan 075 untuk bantalan aksial.

2) Beban ekuivalen dinamis bantalan radial (Pr).

$$Pr = (X \times V \times Fr) + (Y \times Fa) \dots \dots \dots (12)$$

(Sularso 2004, hal 135).

Dimana :

- X : Faktor baris bantalan.
V : Faktor beban putar bantalan.
Fr : Beban radial (N).
Y : Faktor beban aksial.
Fa : Beban aksial (N).

3) Faktor kecepatan bantalan (f_n).

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{3/10} \dots \dots \dots (13)$$

(Sularso 2004, hal 136).

Dimana :

n : Puratan poros

4) Faktor umur bantalan (f_h).

$$f_h = f_n \frac{C(kg)}{P_r(kg)} \dots \dots \dots (14)$$

(Sularso 1978, hal 136).

Dimana :

C : Beban nominal dinamis spesifik (kg).

P_r : Beban ekuivalen dinamis (kg).

5) Umur nominal bantalan (L_h).

$$L_h = 500 f_h^{10/3} \dots \dots \dots (15)$$

(Sularso 2004, hal 136).

Dimana :

L_h : Umur nominal bantalan

f_h : Faktor umur bantalan.

10. Poros. Poros merupakan bagian terpenting dari setiap mesin, yang berfungsi memutar atau menahan beban dengan membentuk suatu sudut dengan beban yang terbatas. (sumber : Ir. Sularso, Elemen mesin, hal. 1).

a. Momen Lentur.

$$M = F \cdot L \dots \dots \dots (16)$$

(Sumber: R.S. Khurmi dan J.K Gupta "*Machine Design*" hal 15).

Dimana :

M : Momen (Nmm)

F : Gaya (N)

L : Panjang (mm)

b. Tegangan Lentur. Setelah diketahui momen yang terjadi pada batang rangka maka bisa digunakan untuk mencari tegangan lentur dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_{Max} = \frac{M \times H}{I} \dots \dots \dots (17)$$

(E.P. Popov "*Mekanika Teknik*" hal 145).

Dimana :

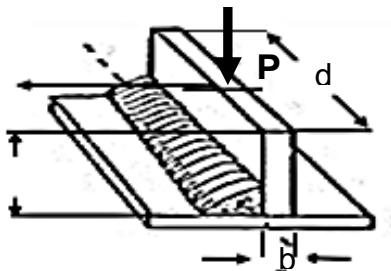
σ_{Max} : Tegangan lentur (N/mm²)

M : Momen lentur (Nmm)

H : Jarak dari sumbu netral ke serat terjauh (mm)

I : Momen inersia (mm⁴)

11. Sambungan las. Perhitungan kekuatan sambungan las pada konstruksi pada *crane* portable ini dapat dilihat dari gambar diagram dibawah ini.



Gambar 10. Sambungan Las.

a. Ukuran Las sambungan.

$$A_w = 2b + 2d \dots \dots \dots (18)$$

Dimana :

A_w : Luas Las (mm²)

b : Lebar Las (mm)

d : Panjang Las (mm)

b. Tegangan Geser

$$\sigma_t = \frac{q}{A} \dots \dots \dots (19)$$

Dimana:

q : Beban (N)

A : Luas Las (mm²)

III. RENCANA PENELITIAN

12. Tempat dan Waktu Perencanaan.

a. Penelitian konstruksi pada *crane* portable dilakukan di bengkel teknik UD. Belimbing yang berada di kota malang dan bengkel mekanik Poltekad Kodiklatad.

b. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juni sampai dengan bulan September 2020.

13. Tahapan Perencanaan. Adapun tahapan-tahapan yang akan dilaksanakan pada proses perancangan kontruksi pada *crane* portabel ini yaitu meliputi:

a. Pendahuluan. Pada kegiatan ini adalah awal pelaksanaan penelitian yang tujuannya untuk mengumpulkan data dan kesiapan dalam perencanaan.

Adapun metode yang digunakan dalam kegiatan ini yaitu :

1) Literatur. Menghimpun data - data dari buku yang berkaitan sebagai bentuk referensi dalam perencanaan ini.

2) Observasi. Pengambilan data secara langsung yang diambil secara langsung di lapangan.

3) Diskusi. Mendiskusikan secara langsung dengan dosen pembimbing dan berkonsultasi dengan orang yang mengerti dan berkaitan tentang pembahasan perancangan ini.

b. Perumusan Masalah. Dari langkah awal perencanaan (pendahuluan) yang telah dilaksanakan bahwa pengembangan alat yang sejenis sudah banyak diaplikasikan. Tetapi, dalam hal umum hanya dapat bergerak secara elevasi sehingga kami merencanakan rancang bangun konstruksi pada *crane* portabel yang dapat bergerak secara elevasi dan azimuth.

14. Variabel yang Digunakan. Pada perancangan ini, proses penyelesaian yang dikerjakan menggunakan variabel yang tepat guna mendukung kelancarannya. Adapun variabel yang digunakan sebagai berikut :

a. Variabel bebas. Variabel yang ditentukan sendiri besarnya oleh perancang/peneliti. Dalam perancangan ini variabel bebas yang digunakan adalah :

1) Beban 2 ton.

2) Sudut Azimuth 90°

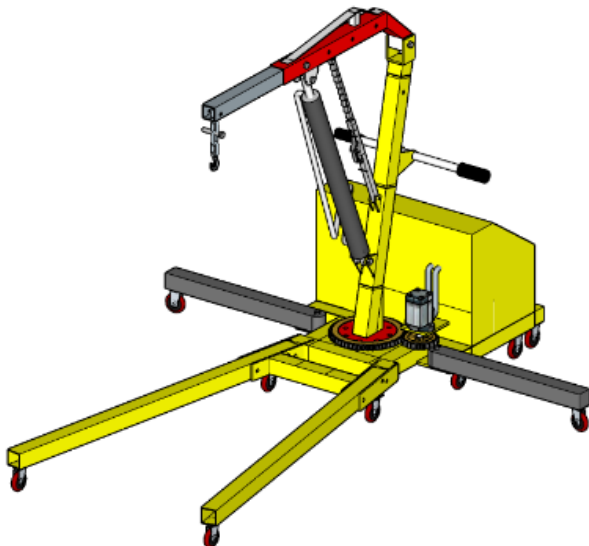
b. Variabel terikat. Variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas. Adapun variabel terikat yang digunakan adalah :

- 1) Bahan besi konstruksi yang digunakan yaitu baja ST42
- 2) Konstruksi bahan rangka (besi *Hollow*).
 - a) Panjang : 40 mm.
 - b) Lebar : 80 mm.
 - c) Tebal : 35 mm.
- 3) Titik berat
- 4) Kesetimbangan gaya

15. Bahan dan Alat yang Digunakan. Pada perancangan konstruksi pada *crane* portabel ini, alat dan bahan yang digunakan dalam pengaplikasiannya adalah sebagai berikut :

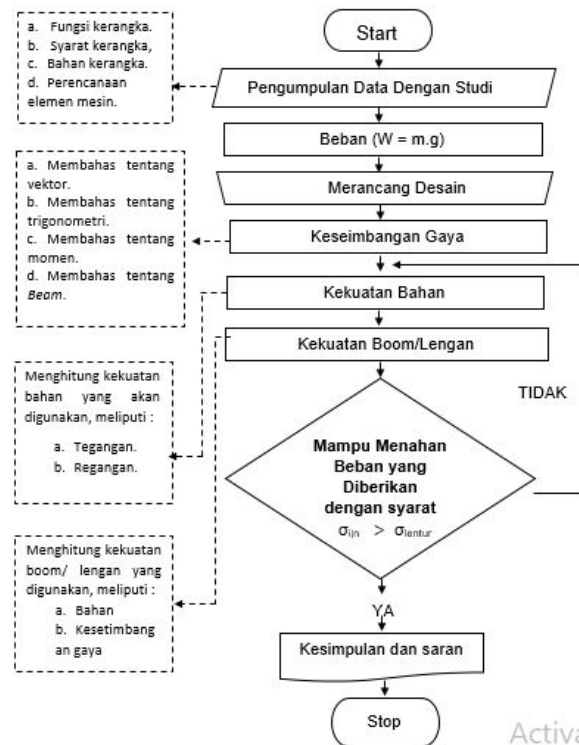
- a. Bahan. Bahan Pada perancangan *crane* portabel ini Menggunakan besi *Hollow* ukuran 40 x 60 x 3 mm.
- b. Alat. Alat yang digunakan untuk perancangan konstruksi pada *crane* ini yaitu meliputi :
 - 1) Alat ukur. Yang digunakan dalam mengukur ukuran panjang dari konstruksi *crane*.
 - 2) Alat pemotong besi baja. Dalam memotong dan membentuk konstruksi yang terbuat dari logam maka diperlukan alat ini untuk memudahkan perancangannya.
 - 3) Mesin las listrik dan elektroda. Menyambungkan beberapa bagian bahan yang digunakan dalam perancangan ini.
 - 4) gerinda dan amplas. Alat ini Digunakan untuk menghaluskan bagian yang di las dan permukaan bahan yang kurang merata.

16. Desain alat. Untuk menunjang perencanaan perancangan Kontruksi pada *crane* portabel maka dibutuhkan sebuah visualisasi agar mendapatkan hasil yang di



Gambar 11. Konstruksi *crane* Tampak 3 Dimensi

17. Diagram Alir Penelitian.



Gambar 12. Diagram Alir Penelitian

IV. PEMBAHASAN

18. Perhitungan Pengait. Pada pengait (*Hook*) menggunakan sesuai dengan table yang sudah memiliki spesifikasi dalam pesawat angkat. Adapun perhitungan yang digunakan agar mengetahui bahwa keamanan pengait tersebut sebagai berikut :

- a. Tegangan Tarik (σ_t). Untuk tegangan pada tangkai kait beban yang akan diangkat yaitu 2000 kg.

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{Q}{2 \left(\frac{\pi d^2}{4} \right)} \\ &= \frac{2000 \text{ kg}}{2 \left(\frac{3,14 \cdot (2,3 \text{ cm})^2}{4} \right)} \\ &= 555,55 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

- b. Tegangan yang di ijin kan ($\bar{\sigma}_t$).

$$\begin{aligned}\bar{\sigma}_t &= \frac{\sigma_t}{st} \\ &= \frac{5800 \text{ kg/cm}^2}{7} \\ &= 828,5 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dan pemilihan bahan maka kait yang telah digunakan dinyatakan aman untuk digunakan karena tegangan yang diijinkan lebih besar dari tegangan tarik yang terjadi ($\bar{\sigma}_t > \sigma_t$ atau $828,5 \text{ kg/cm}^2 > 555,55 \text{ kg/cm}^2$).

19. Perhitungan Rantai. Rantai yang digunakan dalam konstruksi yaitu menggunakan tipe rantai skalm. Rantai skalm tersebut diambil dengan berat terberat untuk mengangkat beban dengan kapasitas angkat 2 ton. Adapun perhitungan sebagai berikut :

- a. Tegangan Tarik (σ_t)

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{Q}{2 \left(\frac{\pi d^2}{4} \right)} \\ &= \frac{2000 \text{ kg}}{2 \left(\frac{3,14 \cdot (1,3 \text{ cm})^2}{4} \right)} \\ &= 754,16 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

- b. Tegangan yang di iijinkan ($\bar{\sigma}_t$).

$$\begin{aligned}\bar{\sigma}_t &= \frac{\sigma_t}{st} \\ &= \frac{5800 \text{ kg/cm}^2}{6} \\ &= 966,66 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapaat disimpulkan bahwa bahan yang digunakan aman untuk dipakai. Rantai *skalm* yang digunakan adalah bahan S45C dengan kekuatan tarik bahan 58, dengan hasil bahwa tegangan yang diijinkan lebih besar dari tegangan tarik yang terjadi ($\bar{\sigma}_t > \sigma_t$ atau $966,66 \text{ kg/cm}^2 > 754,71 \text{ kg/cm}^2$).

40. Perhitungan Sistem Penyeimbang. Sistem penyeimbang pada lengan *crane* di berikan agar pada saat lengan mengangkat beban gaya yang diberikan oleh lengan tertahan dengan sistem penyeimbang, sehingga terjadi regangan dan tegangan pada kawat penahan. Pada sistem penyeimbang tersebut adapun perhitungan sebagai berikut :

- a. Momen inersia (I)

$$\begin{aligned}I &= \frac{B.H^3}{12} \\ &= \frac{0,4 \text{ cm} \cdot (3 \text{ cm})^3}{12} \\ &= 0,9 \text{ cm}^4\end{aligned}$$

- b. Beban Kritis (P_{cr})

$$\begin{aligned}P_{cr} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \\ &= \frac{(3,14)^2 \cdot 100 \times 10^9 \cdot 0,9 \text{ cm}^4}{(7 \text{ cm})^2} \\ &= 18 \times 10^9 \text{ cm}\end{aligned}$$

20. Perhitungan Kekuatan Baut Pengikat. Pada baut pengikat menggunakan baut yang terbuat dari bahan baja yang kuat. Perencanaan baut tersebut mampu menahan beban yang terjadi pada saat lengan mengangkat beban. Adapun perencanaan yang digunakan untuk menentukan bahan dan kekuatan baut sebagai berikut :

- a. Momen puntir pada baut (M).

$$\begin{aligned}M &= W_{total} \cdot e \text{ (Nmm)} \\ &= 2000 \cdot 200 \text{ mm} \\ &= 400000 \text{ Nmm} = 400 \text{ N.m}\end{aligned}$$

- b. Beban geser yang terjadi baut (W_s).

$$\begin{aligned}W_s &= \frac{W_{Total}}{n} \\ &= \frac{2000}{1} \\ &= 2000 \text{ N}\end{aligned}$$

- c. Tegangan kerja (τ).

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} \\ &= \frac{2000 \text{ N}}{\frac{3,14}{4} \cdot 20 \text{ mm}^2} \\ &= 6,36 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\end{aligned}$$

- d. Tegangan yang di izinkan (τ_i).

$$\begin{aligned}\tau_i &= \frac{\tau}{(sf_1 \times sf_2)} \\ &= \frac{6,36}{(6 \times 1)} \\ &= 1,06\end{aligned}$$

21. Perhitungan sistem pengunci (*Rack*). Pada sistem pengunci (*rack*) menggunakan dua bahan yaitu berbentuk holo dan berbentuk pejal. Perencanaan sistem pengunci ini digunakan untuk menahan sistem hidrolik pada saat sistem hidrolik *standby* (tidak berfungsi) supaya tidak merusak dari sistem hidrolik tersebut. Perhitungan yang digunakan dalam pembuatan sistem pengunci yaitu :

- a. berbentuk pejal.

Diketahui ukuran dari lebar (H) dari batang lengan yaitu 25 mm dan tebal atau tinggi (B) dari lengan itu sendiri yaitu 125 mm. Adapun perhitungan sebagai berikut :

- 1) Momen inersia (I)

$$\begin{aligned}I &= \frac{a^4}{12} \\ &= \frac{(25 \text{ mm})^4}{12} \\ &= 32552,08 \text{ mm}^4\end{aligned}$$

- 2) Beban kritis (P_{cr})

$$\begin{aligned}P_{cr} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \\ &= \frac{3,14^2 \cdot 200 \times 10^9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 32552,08 \text{ mm}^4}{(305 \text{ mm})^2} \\ &= 6,9 \times 10^{10} \text{ N}\end{aligned}$$

Jadi karena besarnya gaya yang terjadi pada lengan pengangkat lebih kecil dari perhitungan buckling.

- b. Berbentuk hollow.

Untuk sistem penahan pada crane portabel terbuat dari bahan hollow yang mempunyai spesifikasi bahan memenuhi syarat, adapun pegas pengembali untuk sistem pengunci agar dapat turun kembali dimana :

- 1) panjang : 32 cm
- 2) tebal : 2 mm
- 3) lebar : 3 cm

Adapun cara mencari bebar momen inersia pada sistem pengunci berbentuk hollow sebagai berikut :

1) Momen Inersia (I)

$$I = \frac{a^4 - b^4}{12} \\ = \frac{(30 \text{ mm})^4 - (20 \text{ mm})^4}{12} \\ = 54166,66 \text{ mm}^4$$

2) Beban kritis (P_{cr})

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \\ = \frac{(3,14)^2 \cdot 200 \times 10^9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 54166,66 \text{ mm}^4}{(320 \text{ mm})^2} \\ = 5,2 \cdot 10^9 \text{ N}$$

22. Perhitungan Poros. Perencanaan poros yang akan digunakan yaitu menggunakan poros berbentuk hollow. Poros tersebut terbuat dari baja ST 42, bahan tersebut mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

a. Torsi yang dibutuhkan pada poros (T).

$$T = F \cdot r \text{ (N.m)} \\ = 19600 \cdot 1,1 \\ = 21560 \text{ Nm}$$

b. Momen lentur (M).

$$M = g \times r \text{ (N.m)} \\ = 9800 \text{ N} \cdot 0,0514 \text{ m} \\ = 503,72 \text{ (N.m)}$$

c. *Buckling/Bengkokan.*

1) Momen Inersia (I).

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \text{ (mm}^4\text{)} \\ = \frac{3,14 \cdot (10,28 \text{ mm})^4}{32} \\ = 1095,8 \text{ mm}^4$$

2) Beban Kritis (K)

$$K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{S k^2} \text{ (N)} \\ = \frac{3,14^2 \cdot 200 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 1095,8 \text{ mm}^4}{(250 \text{ mm})^2} \\ = 3,4 \text{ N}$$

3) Gaya Tekan Ijin (F)

$$F = \frac{K}{S} \text{ (N)} \\ = \frac{3,4 \text{ N}}{2,5} \\ = 1,36 \text{ N}$$

23. Perhitungan Bantalan. Bearing yang digunakan menggunakan taper bearing (bantalan gelinding). Pada bantalan gelinding memiliki kekuatan yang kuat karena pada bantalan gelinding mempunyai sudut sebagai tumpuan untuk menahan beban. Dalam perhitungan bantalan rol kerucut diketahui sebagai berikut :

Dimana :

Gaya radial bantalan (Fr)	= 9800 N
Diameter dalam bantalan (d)	= 40 mm
Konstanta (e)	= 0,35
Faktor beban putar pada cincin dalam (V)	= 1
Beban nominal dinamis spesifik (C)	= 2000 kg

Maka :

- Perencanaan bahan. Pada perencanaan adapun bahan yang digunakan adalah perunggu fosfor. Hal tersebut bertujuan agar bantalan mampu menumpu poros penggerak sehingga putaran dapat terjadi secara halus serta aman serta meminimalisir kerugian saat pemindahan energi terjadi.
- Beban yang bekerja pada bantalan gelinding.

Dari nilai $X_o = 1$, dan nilai $Y_o = 0$, maka beban yang bekerja pada bantalan adalah: (Elemen Mesin, Sularso, 1987, hal 135).

$$P = X_o \cdot F_r + Y_o \cdot F_a \\ = 1 \cdot 9800 \text{ N} + 0 \cdot 0 \text{ N} \\ = 10780 \text{ N} \\ = 1078 \text{ Kg}$$

c. Faktor kecepatan (F_n).

$$F_n = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{1/3} \\ = \left[\frac{33,3}{6} \right]^{1/3} \\ = 1,76 \text{ Rpm}$$

d. Faktor umur (F_h).

$$F_h = F_n \times \frac{C}{P} \\ = 1,76 \times \frac{2000 \text{ kg}}{1078 \text{ kg}} \\ = 3,2$$

e. Umur Bantalan (L_h).

$$L_h = 500 \times F_h^3 \\ = 500 \times 3,2^3 \\ = 16384$$

$$\text{Jadi untuk satu tahun} = 24 \text{ jam} \times 365 \text{ hari} = 8760$$

$$\text{jam. Maka umur bantalan} = \frac{16384}{8760} = 1,8 \text{ tahun} \\ \text{(Digunakan dengan terus menerus selama 24 jam).}$$

Dari hasil perhitungan perencanaan bantalan diatas, bantalan yang digunakan menggunakan bantalan gelinding tunggal (*Single row ball bearing*) dengan nomor bantalan 6008 yang mempunyai kapasitas nominal spesifik (C) 2000 kg, maka umur bantalan dapat digunakan selama 1,8 tahun (Digunakan dengan terus menerus selama 24 jam).

24. Perhitungan Sambungan Las. Dalam perancangan konstruksi pada *crane* portabel ini, diperlukan sambungan las agar mendapatkan kekuatan sambungan yang baik. Adapun perhitungan sambungan las yang di cari adalah sebagai berikut :

a. Sambungan las pada konstruksi.

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= 2000 \text{ N} \\ \text{Lebar las} &= 2 \text{ mm} \\ \text{Panjang las} &= 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga ukuran sambungan las.

$$\begin{aligned} a &= p \times l \\ &= 40 \text{ mm} \times 2 \text{ mm} \\ &= 80 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dimana b dan d merupakan notasi perhitungan luas las (a), sehingga untuk mencari total luas las yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$A = 2b + 2d$$

$$A = 2 \times 80 \text{ mm}^2 + 2 \times 80 \text{ mm}^2 \\ = 320 \text{ mm}^2$$

- 1) Tegangan geser pada sambungan las.

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \\ = \frac{2000 \text{ N}}{320 \text{ mm}^2} \\ = 6,25 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\sigma_t < \sigma_i$ las maka sambungan las yang direncanakan dan digunakan memenuhi syarat dalam perancangan konstruksi.

- 2) Tegangan geser izin. Sebelum mengetahui perhitungan tegangan las yang diizinkan, terlebih dahulu mengetahui jenis elektroda agar dapat mengetahui kekuatan dari logam las.

Tabel 1. Tabel Tegangan Geser dan Gaya yang Diizinkan Pada Las.

Logam dasar Kelas ASTM	Elektroda	Tegangan geser izin	Gaya yang diizinkan
Struktur bangunan			
A36, A441	E60	13600 psi	9600 lb/in
A36, A441	E70	15800 psi	11200 lb/in

Pada pengelasan yang digunakan menggunakan jenis elektroda E60 yang mempunyai tegangan geser izin 13600 psi atau 93,769 N/mm².

- b. Sambungan las pada poros azimuth.

$$\text{beban} = 2000 \text{ N}$$

$$\text{Panjang (L)} = 250 \text{ mm.}$$

$$\text{Tebal (h)} = 10 \text{ mm.}$$

$$\text{Diameter (D)} = 101,6 \text{ mm.}$$

- 1) menghitung keliling

$$K = \pi \times D \\ = 3,14 \times 101,6 \text{ mm} \\ = 319,02 \text{ mm}$$

$$A = \text{Keliling las} \times \text{tebal las} \\ = 319,02 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \\ = 3190,2 \text{ mm}^2$$

- 2) Tegangan pada sambungan las.

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \\ \Sigma_t = \frac{2000 \text{ N}}{3190,2 \text{ mm}^2} \\ = 0,62 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\sigma_t < \sigma_i$ las maka sambungan las yang direncanakan dan digunakan memenuhi syarat dalam perancangan poros azimuth.

- c. Baut Pengikat

- 1) momen : 400 N/m
- 2) beban geser : 2000 N
- 3) tegangan kerja : 6,36 N/mm²
- 4) tegangan diijinkan : 1,06 N/mm²

- d. Rack(pengunci)

- 1) Pejal
 - a) momen inersia : 32552,08 mm⁴
 - b) beban kritis : 6,9x10⁹ N
- 2) Hollow
 - a) momen inersia : 54166,66 mm⁴
 - b) beban kritis : 5,2 x 10⁹ N

- e. Torsi poros : 21560 Nm

- f. Bantalan

- 1) Beban : 1078 kg
- 2) Faktor kecepatan : 1,76 RPM
- 3) Faktor umur : 3,2
- 4) Umur bantalan : 1,8 tahun

26. Saran.

- a. Diharapkan untuk kedepannya penggunaan bahan pada konstruksinya agar lebih ringan menggunakan aluminium.
- b. Alat ini akan sangat bermanfaat jika dapat diaplikasikan saat melaksanakan overhaul kendaraan untuk menunjang pelaksanaan praktek.
- c. Diharapkan untuk kedepannya dapat dimodifikasi dengan menambah sistem penggerak elektrick, agar dapat meningkatkan efisensi waktu dan meningkatkan keamanan personil.
- d. Untuk menambah *mikrokontroler* pada sistem penggerak *azimuth* dan elevasi, sehingga akan mempermudah personil dalam pengoperasian alat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] TEDC Bandung, 1982, "Stasika", Bandung.
- [2] E.P. Popov, 1986, "Mekanika Teknik", Erlangga, Jakarta.
- [3] Hirt.Dr.Ing.M, 1986 "Elemen Mesin " Erlangga, Jakarta
- [4] N. Rudenko, 1994 "Mesin Pengangkat", Erlangga, Jakarta.
- [5] Ir. Sularso, MS ME dan Kiyokatsu Suga. 2004, *Dasar-dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [6] R.S. Khurmi dan J.K. Gupta, 2005, *Machine Design*, Eurasia Publishing House, New Delhi.
- [7] Sabar Nurohman, S.Pd.Si "Diktat Kuliah Fisika Dasar 1", Jakarta.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

25. Kesimpulan. Dari hasil perhitungan perencanaan konstruksi pada *crane* diperoleh data-data komponen yang akan digunakan:

- a. diameter Rantai : 9,52 mm
- b. Torsi elevasi : 2200 Nm