

Perancangan *Single Girder Gantry Crane* 2 Ton di PT Steel Pipe Industry of Indonesia Tbk Unit VI Sidoarjo

Yudi Kurniawan Saputra¹⁾, Heru Arizal²⁾

^{1,2)}Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: ¹⁾yudi.19027@mhs.unesa.ac.id ²⁾heruarizal@unesa.ac.id

Abstrak

Faktor utama yang harus diperhatikan dalam melaksanakan proses perancangan crane yaitu kekuatan angkat crane terhadap beban maksimum yang ditanggung. Karena tidak akuratnya dari proses perancangan dapat berakibat pada kegagalan fungsi, bahkan hingga menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Oleh karena itu, perlu dilakukan perancangan yang tepat agar dapat digunakan dengan aman. Pada perancangan ini merupakan perancangan pesawat angkat dengan jenis *single girder gantry crane* yang dirancang dengan kapasitas beban angkat hingga 2 ton, tinggi angkat 4 meter, dan lebar pemindahan 5 meter. Metode perancangan yang digunakan yaitu dengan mensubstitusikan nilai dan faktor lain yang dibutuhkan ke dalam persamaan yang diketahui hingga didapatkan hasil akhir. Untuk mengetahui kemampuan tarik maksimum beban pada perancangan crane ini, maka digunakan persamaan gaya tarik maksimum hingga mendapatkan hasil sebesar 633,12 kg. Lalu untuk tali baja yang dipilih pada perancangan ini ialah konstruksi kawat 222 dengan posisi sejajar. Dengan menggunakan persamaan tahanan motor terhadap gerakan didapatkan pula daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan crane yaitu sebesar 23,215 HP.

Kata Kunci: *Gantry crane, single girder, perancangan.*

Abstract

The main factor that must be considered to design process of crane is the lifting strength of the crane against the maximum load borne. Because the inaccuracy of the design process can result in malfunctions, even causing work accidents. Therefore, it is necessary to do the right design so that it can be used safely. In this design, the design of a lifting aircraft with a single girder gantry crane is designed with a lifting capacity of up to 2 tons, a lifting height of 4 meters, and a transfer width of 5 meters.. The design method used is by substituting the values and other factors needed into the known equations to obtain the final result. To determine the maximum tensile strength of the load in this crane design, the equation for the maximum tensile force is used to obtain a result of 633.12 kg. Then for the steel rope chosen in this design is the 222 wire construction with parallel positions. By using the equation for resistance of the motor to movement, the power needed to move the crane is also 23,215 HP

Keywords: Gantry crane, single girder, planning.

1. PENDAHULUAN

PT Steel Pipe Industry of Indonesia Tbk (atau PT Spindo Tbk) merupakan salah satu perusahaan terbesar di Indonesia yang bergerak pada bidang industri produksi pipa baja. Saat ini PT Spindo Tbk mengoperasikan 6 fasilitas manufaktur dengan total 37 lini produksi yang tersebar di beberapa kota dan kabupaten sehingga PT Spindo Tbk dapat memproduksi berbagai jenis, ukuran, dan bentuk pipa sesuai dengan kebutuhan dan permintaan yang ada [1].

Selama proses produksi pipa baja, akan menghasilkan sisa dari hasil produksi yang biasa disebut dengan gram. Dimana gram ini dapat diolah kembali melalui pihak ketiga sehingga tidak terbuang percuma [2]. Namun sebelum itu, gram harus melalui proses *press*. Sehingga untuk memudahkan proses *press* diperlukan adanya bantuan pesawat angkat yaitu crane dengan jenis *single girder gantry crane*. Pada perancangan ini merupakan perancangan pesawat angkat dengan jenis *single girder gantry crane* yang dirancang dengan kapasitas beban angkat hingga 2 ton, tinggi angkat 4 meter, dan lebar pemindahan 5 meter.



Gambar 1. *Single Girder Gantry Crane*

Dalam melaksanakan proses perancangan, faktor utama yang harus diperhatikan yaitu kekuatan angkat crane terhadap beban maksimum yang ditanggung [3]. Karena tidak akuratnya dari proses perancangan dapat berakibat pada kegagalan fungsi, bahkan hingga menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Oleh karena itu, perlu dilakukan perancangan yang tepat agar dapat digunakan dengan aman.

2. METODE PENELITIAN

Dalam perancangan *single girder gantry crane* ini, maka dilakukan menurut langkah-langkah urutan kerja yang meliputi mekanisme gerakan pengangkat, mekanisme gerakan pejalan troli, mekanisme gerakan crane, dan model rancangan rangka crane.

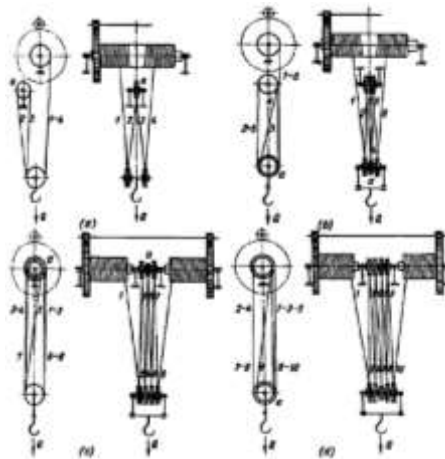
- a. Mekanisme gerakan pengangkat.
 - 1) Perhitungan tali baja dan sistem puli.
 - 2) Perhitungan drum.
 - 3) Perhitungan daya motor.
- b. Mekanisme gerakan pejalan troli.
 - 1) Perhitungan daya motor.
 - 2) Perhitungan transmisi.
- c. Mekanisme gerakan pejalan crane.
 - 1) Perhitungan daya motor.
 - 2) Perhitungan transmisi.
- d. Model rancangan rangka crane.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Mekanisme Gerakan Pengangkat

- 1) Perhitungan Tali Baja dan Sistem Puli.

Menggunakan tali baja dengan konstruksi tali $6 \times 17 = 222 + 1C$ posisi sejajar dimana perhitungan untuk sistem pengangkatan didasarkan pada kapasitas angkat (B) 2000 kg, perkiraan berat puli dll 100 kg, tinggi angkatan 4 m, kecepatan angkat 8 m/menit, dan sistem puli majemuk empat bagian dengan efisiensi (η) 0,94.



Gambar 2. Sistem puli majemuk

Dari sistem puli tersebut dapat diketahui faktor K dan e₁ melalui tabel:

Tabel 1. Harga faktor K dan e₁ yang diizinkan

TIBE ALAT PENGANGKAT	Digerakkan oleh :	Kondisi pengoperasian	Faktor K	Faktor e ₁
I. Lokomotif, caterpillar-mounted, traktor dan truk yang mempunyai crane pilar (termasuk excavator yang dioperasikan sebagai crane dan pengangkat mekanik pada daerah konstruksi dan pekerjaan berkala.	Tangan	Ringan	4	16
	Daya	Ringan	5	16
	Daya	Medium	5,5	18
	Daya	Sangat Berat	6	20
II. Semua tipe lain dari Crane dan Pengangkat Mekanis	Tangan	Ringan	4,5	18
	Daya	Ringan	5	20
	Daya	Medium	5,5	25
	Daya	Sangat Berat	6	30

maka nilai K = 5 dan e₁ = 20.

Gaya tarik/tegangan tarik kabel baja untuk pengangkatan beban.

Rumus [4]:

$$G = B \times \epsilon^2 \times \frac{\epsilon - 1}{\epsilon^{z+1} - 1}$$

$$\epsilon = \frac{1}{\eta} = \frac{1}{0,94} = 1,063$$

$$G = 2100 \text{ kg} \times 1,063^4 \times \frac{1,063 - 1}{1,063^{4+1} - 1} = 472,82 \text{ kg}$$

a) Menghitung Tegangan pada Tali

Tabel 2. Jumlah lengkungan pada sistem tali

Jumlah lengkungan	$\frac{D_{min}}{d}$	Jumlah lengkungan	$\frac{D_{min}}{d}$	Jumlah lengkungan	$\frac{D_{min}}{d}$	Jumlah lengkungan	$\frac{D_{min}}{d}$
1	16	5	26,5	9	32	13	36
2	20	6	28	10	33	14	37
3	23	7	30	11	34	15	37.5
4	25	8	31	12	35	16	38

Rumus [4]:

$$S_1 = \frac{Q}{z + 1}$$

Z : Jumlah puli = 3

Q : 2100 kg

ϵ : 1,063

$$S_1 = \frac{Q}{z + 1} = \frac{2100 \text{ kg}}{3 + 1} = 525 \text{ kg}$$

$$S_2 = \epsilon \times S_1 = 1,063 \times 525 \text{ kg} = 558,075 \text{ kg}$$

$$S_3 = \epsilon \times S_2 = 1,063 \times 558,075 \text{ kg} = 593,233 \text{ kg}$$

$$S_4 = \epsilon \times S_3 = 1,063 \times 593,233 \text{ kg} = 630,606 \text{ kg}$$

Tegangan patah tali diambil paling besar pada tabel harga faktor C:

Tabel 3. Harga faktor C

τ_b kg/mm ²	KONSTRUKSI TALI									
	6 × 7 = 42 Dan satu poros		6 × 19 = 114 dan satu as						6 × 37 = 222 Dan satu poros	
			Biasa		Warington		Seale			
	Posisi berpotongan	Posisi sejajar	Posisi berpotongan	Posisi sejajar	Posisi berpotongan	Posisi sejajar	Posisi berpotongan	Posisi sejajar	Posisi berpotongan	Posisi sejajar
130	1,31	1,13	1,08	0,91	0,69	0,61	0,81	0,69	1,12	0,99
160	1,22	1,04	1,00	0,83	0,63	0,54	0,75	0,62	1,06	0,93
180	1,16	0,98	0,95	0,78	0,59	0,50	0,70	0,57	1,02	0,89

maka nilai $\tau_b = 180 \text{ kg/mm}^2$

Gaya tarik maksimum (S).

Rumus [4]:

$$S_{maks} = \frac{P_{maks}}{K}$$

$$P_{\text{maks}} = \frac{S_4 \times \tau b}{\frac{\tau b}{K} - \frac{d}{D_{\text{min}}} \times 36000}$$

$$P_{\text{maks}} = \frac{630,606 \times 180 \times 10^2 \text{ kg/mm}^2}{\frac{180 \times 10^4}{5} - \frac{1}{25} \times 36000} = 3165,6$$

$$S_{\text{maks}} = \frac{3165,6}{5} = 633,12 \text{ kg}$$

b) Menghitung Diameter Tali

Penampang berguna tali.

$$A = \frac{S}{\frac{\tau b}{K} - \frac{d}{D_{\text{min}}} \times 36000}$$

$$A = \frac{630,606 \text{ kg}}{\frac{18000}{5} - \frac{1}{25} \times 36000} = 29,1 \text{ mm}^2$$

Diameter satu kawat (δ).

$$\delta = \sqrt{\frac{4A}{i\pi}}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{4 \times 29,1}{222 \times 3,14}} = 0,41 \text{ mm}$$

maka diameter tali,

Rumus [4]:

$$d = 1,5 \times \delta \times \sqrt{i}$$

$$d = 1,5 \times 0,41 \text{ mm} \times \sqrt{222} = 10 \text{ mm}$$

2) Perhitungan Drum

Tabel 4. Harga faktor e₂ konstruksi tali

KONSTRUKSI TALI	Faktor e ₂
Biasanya 6 × 19 = 114 + 1 poros	
Posisi berpotongan	1,00
Posisi sejajar	0,90
Compound 6 × 19 = 114 + 1 poros	
a. Warrington	
Posisi berpotongan	0,90
Posisi sejajar	0,85
b. Scale	
Posisi berpotongan	0,95
Posisi sejajar	0,85
Biasanya 6 × 37 = 222 + 1 poros	
Posisi berpotongan	1,00
Posisi sejajar	0,90

maka nilai dari e₁ = 16 dan e₂ = 0,9

a) Diameter Minimum Drum.

Rumus [4]:

$$D_{\min} = e_1 \times e_2 \times d$$

$$D_{\min} = 16 \times 0,9 \times 10 = 144 \text{ mm}$$

persyaratan:

$$D > 10 \times d$$

D > 10 × 10 mm = 100 mm, diameter drum dipilih 300 mm.

b) Diameter Puli Tetap.

Rumus [4]:

$$D_{P_{\text{tetap}}} = 40\% \times D_{\text{drum}}$$

$$D_{P_{\text{tetap}}} = 40\% \times 300 = 120 \text{ mm}$$

Jumlah lilitan tiap sisi drum.

Rumus [4]:

$$n = \frac{H \times i}{\pi \times D} + 2$$

i : perbandingan sistem puli

H : tinggi pengangkatan

$$n = \frac{4000 \text{ mm} \times 2}{3,14 \times 300 \text{ mm}} + 2 = 10,5 \approx 11 \text{ lilitan}$$

c) Panjang Drum.

Rumus [4]:

$$L = \left(\frac{2 \times H}{\pi \times D} + 12 \right) + s + L_1$$

$$s = d \times 1,125 = 10 \text{ mm} \times 1,125 = 11,25$$

$$L_1 = n \times s = 11 \times 11,25 = 123,75$$

$$L = \left(\frac{2 \times H}{\pi \times D} + 12 \right) + s + L_1$$

$$L = \left(\frac{2 \times 4000 \text{ mm}}{3,14 \times 300 \text{ mm}} + 12 \right) + 11,25 + 123,75$$

$$L = 155,49 \text{ mm}$$

3) Perhitungan Daya Motor

a) Berat Total (W) Awal Start.

$$W = F + m (g + a)$$

$$W = 2 \text{ ton} + m (9,81 \text{ m/s}^2 + a)$$

$$a = \frac{v}{t} = \frac{8 \text{ m/60 s}}{3 \text{ s}} = 0,04 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \times g$$

$$2 \text{ ton} = m \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$m = 0,203 \text{ ton/m/s}^2$$

$$W = 2 \text{ ton} + 0,203(9,81 + 0,04) = 3,99 \text{ ton}$$

b) Kebutuhan Daya Motor.

$$\text{Torsi} = 9,74 \times 10^5 \frac{\text{P}}{\text{n}}$$

p : daya motor (kW)

n : putaran output drum = 5,308 rpm

$$\text{Torsi} = W \times D$$

$$\text{Torsi} = 3990 \text{ kg} \times 150 \text{ mm} = 598500 \text{ kg mm}$$

sehingga,

$$598500 \text{ kg} = 9,74 \times 10^5 \frac{\text{P}}{5,308 \text{ rpm}}$$

$$\text{P} = 3,261 \text{ kW}$$

- Sistem transmisi roda poros cacing tingkat efisiensi 50%-96%. Untuk perhitungan kehilangan daya diambil efisiensi terendah, maka:

$$50\% \times 3,261 \text{ kW} = 1,6305 \text{ kW}$$

$$3,261 \text{ kW} - 1,6305 \text{ kW} = 1,6305 \text{ kW}$$

- Sistem transmisi roda gigi planet tingkat efisiensi 98%-99%. Untuk perhitungan kehilangan daya diambil efisiensi terendah, maka:

$$98\% \times 3,261 \text{ kW} = 2,934 \text{ kW}$$

$$3,261 \text{ kW} - 2,934 \text{ kW} = 0,327 \text{ kW}$$

sehingga:

$$\text{Daya} = 3,261 \text{ kW} + 1,6305 \text{ kW} + 0,327 \text{ kW}$$

$$\text{Daya} = 5,219 \text{ kW} = 7,095 \text{ HP}$$

b. Mekanisme Gerakan Pejalan Troli

1) Perhitungan Daya Motor

Rumus [4]:

$$W = \beta(Q + G_0) \times \omega$$

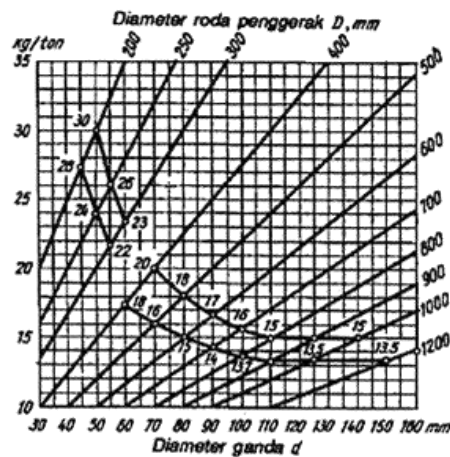
β : untuk bantalan luncur = 1,24—1,25

G_0 : bobot troli kisaran

ω : faktor fraksi, untuk D 300 mm = 23 kg/ton

$$W = 1,23(2100 \text{ kg} + 100 \text{ kg}) \times 23 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$$

$$W = 62,238 \text{ kg}$$



Gambar 3. Harga faktor fraksi

Daya statik motor

Rumus [4]:

$$N = \frac{W \times V}{75 \times \eta}$$

V : kecepatan troli = 10 m/menit = 0,16 m/s

$$N = \frac{62,238 \times 0,16}{75 \times 0,94} = 0,141 \text{ hp} = 0,105 \text{ kW}$$

2) Perhitungan Transmisi

a) Sistem transmisi roda poros cacing tingkat efisiensi 50%-96%. Untuk perhitungan kehilangan daya diambil efisiensi terendah

$$50\% \times 0,105 \text{ kW} = 0,052 \text{ kW}$$

$$0,105 \text{ kW} - 0,052 \text{ kW} = 0,052 \text{ kW}$$

b) Sistem transmisi roda gigi lurus tingkat efisiensi 95%-99%. Untuk perhitungan kehilangan daya diambil efisiensi terendah

$$95\% \times 0,105 \text{ kW} = 0,099 \text{ kW}$$

$$0,105 \text{ kW} - 0,099 \text{ kW} = 0,006 \text{ kW}$$

sehingga

$$\text{Daya} = 0,105 \text{ kW} + 0,052 \text{ kW} + 0,006 \text{ kW}$$

$$\text{Daya} = 0,163 \text{ kW} = 0,218 \text{ HP}$$

c) Mekanisme Gerakan Pejalan Crane

1) Perhitungan Daya Motor

Rumus [4]:

$$N = \frac{Q \times V}{75 \times \eta}$$

Q : bobot beban + lainnya

V : kecepatan crane = 20 m/menit = 0,33 m/s

$$N = \frac{3200 \text{ kg} \times 0,33}{75 \times 0,94} = 14,978 \text{ hp} = 11,169 \text{ kW}$$

2) Perhitungan Transmisi.

a) Sistem transmisi roda poros cacing tingkat efisiensi 50%-96%. Untuk perhitungan kehilangan daya diambil efisiensi terendah

$$50\% \times 11,169 \text{ kW} = 5,584 \text{ kW}$$

$$11,169 \text{ kW} - 5,584 \text{ kW} = 5,584 \text{ kW}$$

- b) Sistem transmisi roda gigi lurus tingkat efisiensi 95%-99%. Untuk perhitungan kehilangan daya diambil efisiensi terendah

$$95\% \times 11,169 \text{ kW} = 10,610 \text{ kW}$$

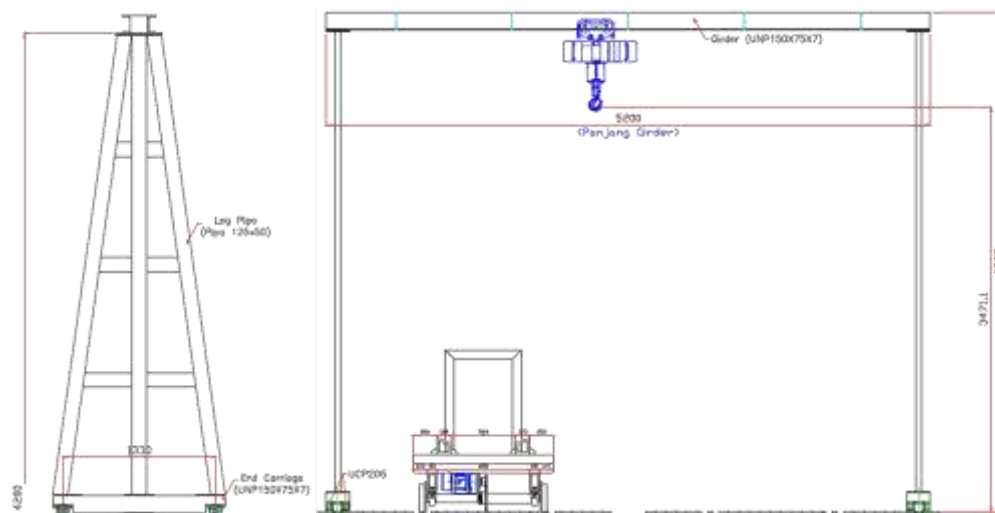
$$11,169 \text{ kW} - 10,610 \text{ kW} = 0,559 \text{ kW}$$

sehingga,

$$\text{Daya} = 11,169 \text{ kW} + 5,584 \text{ kW} + 0,559 \text{ kW}$$

$$\text{Daya} = 17,312 \text{ kW} = 23,215 \text{ HP}$$

- d. Model Rancangan Rangka Crane



Gambar 4. Rancangan rangka crane

Berikut struktur *single girder gantry crane* yang dibuat menggunakan bantuan software AutoCAD 2017:

- 1) Gantry (leg) dibuat dari bahan pipa baja 125 x 50 mm dan memiliki tinggi 4200 mm [5].
- 2) End carriage dibuat dari bahan UNP 150 mm x 75 mm x 7 mm, memiliki lebar 1330 mm, dan bantalan UCP 205 .
- 3) Girder dibuat dari bahan UNP 150 mm x 75 mm x 7 mm dan memiliki panjang 5200 mm [6].

4. SIMPULAN

Dari hasil perhitungan bab-bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan dari perancangan *single girder gantry crane* kapasitas 2 ton, dengan tinggi angkat 4 meter dan lebar pemindahan 5 meter, yaitu gaya tarik yang dibutuhkan 472,82 kg dengan tegangan tarik maksimum 633,12 kg. Pada mekanisme penggerak didapatkan nilai diameter tali 10 mm dengan konstruksi $6 \times 37 = 222 + 1C$ posisi sejajar, diameter drum 300 mm, panjang drum 155,49 mm, dan jumlah lilitan tiap sisi drum 11 lilitan. Kemudian pada perancangan daya motor yang dibutuhkan meliputi daya untuk mengangkat beban sebesar 7,095 HP, daya untuk menggerakkan troli sebesar 0,218 HP, dan daya untuk menggerakkan crane sebesar 23,215 HP.

5. SARAN

Perancangan *single girder gantry crane* ini dapat ditambah kapasitas angkat beban menjadi lebih dari 2 ton dengan syarat penambahan daya motor $> 7,095$ HP pada mekanisme pengangkatan serta penambahan ketebalan > 10 mm dari diameter tali baja yang digunakan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT Steel Pipe Industry of Indonesia Tbk, "2020 Annual Report," Surabaya, 2020. [Online]. Available: https://irp.cdn-website.com/2f73b385/files/uploaded/Web_FA_AR_spindo_2020.pdf.
- [2] PT Steel Pipe Industry of Indonesia Tbk, "PROSPEKTUS PT SPINDO TBK (NOVEMBER 2021)," Jakarta, 2021.
- [3] M. Qais, "PERENCANAAN GANTRY CRANE BEBAN 20 TON," *Univ. Negeri Jakarta*, vol. 1, no. 1, pp. 6–8, 2018.
- [4] N. F. Rudenko, *Mesin Pengangkat*, 3rd ed. Jakarta: Erlangga, 1996.
- [5] L. Xinxiang Degong Machinery Co., "GANTRY CRANE," *DGcrane*, Xinxiang, p. hal. 14-15, 2022.
- [6] L. Xinxiang Degong Machinery Co., "European Type Cranes and Parts Specifications," *DGcrane*, vol. 1, Xinxiang, p. hal. 3, 2022.