

Perancangan dan Analisa Konstruksi *Gantry Crane* SWL 35 Ton di PT F1 Perkasa

Abdul Razaq, Budianto², Fais Hamzah³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email : kojekjck@gmail.com

Abstrak

Permintaan produk kapal di galangan PT. F1 Perkasa setiap tahun semakin bertambah, dengan menambahkan jumlah pekerja tidak dapat memaksimalkan jumlah pendapatan yang didapatkan dikarenakan fasilitas yang kurang memadai. Kita perlu melengkapi fasilitas produksi, gantry crane merupakan salah satu fasilitas produksi yang sangat membantu dalam proses produksi kapal. berangkat dari karakteristik pembebanan pada struktur crane, dimana beban berulang diterapkan dengan frekuensi yang tinggi sebagai kategori heavy duty class crane. hasil rancangan yang telah dibuat mampu menahan beban yang telah ditentukan setelah dianalisa dengan SOLIDWORKS 2016. Dengan adanya perancangan dan analisa gantry crane, dapat digunakan sebagai panduan dalam melengkapi fasilitas di workshop PT. F1 Perkasa, diharapkan akan meningkatkan produktivitas produksi kapal di PT. F1 Perkasa.

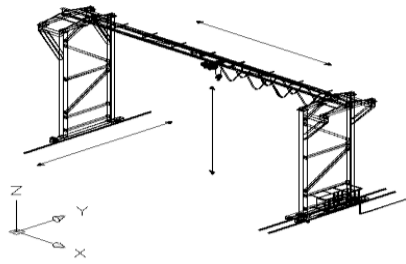
Kata kunci : *Gantry Crane, Class Crane, Analisa*

1. PENDAHULUAN

Industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi dan atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi lagi penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun industri dan perekayasaan industri (Kartasapoetra, 2000). Industri perkapalan merupakan salah satu industri berkembang pesat, termasuk di Indonesia. Seiring dengan pesatnya sektor ini, maka perlu diiringi dengan tersedianya fasilitas yang mampu menunjang dalam proses produksi kapal di setiap industri kapal Indonesia. Di Indonesia, sektor industri ini masih sangat tertinggal jauh dengan negara-negara lain, jangan kan untuk bersaing di level Asia, di level Asia Tenggara saja kita masih tertinggal jauh dari negara tetangga. Hal ini lah yang membuat penulis terpacu untuk merancang sebuah pesawat angkat guna membantu sektor industri untuk memenuhi kebutuhan pasar.

Gantry crane adalah jenis *crane* portal tinggi berkaki tegak yang mengangkat benda dengan *hoist* yang dipasang di sebuah troli *hoist* dan dapat bergerak secara horizontal pada rel atau sepasang rel dipasang di bawah balok atau lantai kerja. Sebuah *Gantry crane* memiliki ujung balok pendukung bertumpu pada kaki tegak beroda berjalan pada rel diatas pondasi, biasanya pada dinding sisi paralel dari pabrik atau bangunan industri yang sama besar, sehingga bahwa seluruh *crane* dapat dipindahkan di sepanjang bangunan sementara *hoist* dapat dipindahkan ke sana kemari ke seluruh lebar bangunan. Sebuah *Gantry crane* dapat pula ditempatkan diluar bangunan. Produktivitas merupakan faktor mendasar yang mempengaruhi performans kemampuan bersaing dalam industri konstruksi. Peningkatan tingkat produktivitas berelasi terhadap waktu yang dibutuhkan, khususnya berasal dari pengurangan biaya yang dikonsumsi oleh pekerja bangunan (Ervianto, 2008).

Dengan adanya *gantry crane* di galangan PT. F1 Perkasa dapat meningkatkan produktivitas kerja. Sehingga memperkecil biaya atau waktu pengerjaan, dan dapat memindahkan barang secara dinamis.



Gambar 2. Isometri view Gantry Crane

Sumber : Autocad 2007

2. METODOLOGI

Secara garis besar penelitian yang ditujukan untuk mendesain sebuah konsep sepeda statis untuk rehabilitasi penderita stroke adalah sebagai berikut :

8. Studi literatur dan studi lapangan

Pendalaman materi pada himpunan jurnal-jurnal ilmiah dengan tema penelitian yang relevan dengan perancangan dan produktivitas, didasari dengan referensi dan data acuan seperti: kode dan standar konstruksi baja, *crane*, pengelasan, dll. Studi lapangan meliputi pengumpulan data yang berhubungan dengan obyek yang diteliti. Pengumpulan data primer dilakukan dengan mendatangi perusahaan tempat dilakukannya penelitian dan melakukan wawancara, pengamatan, dan dokumentasi

9. Pengolahan data

Tahap persiapan data merupakan tahap untuk mempersiapkan dan mengumpulkan data yang berhubungan dengan permasalahan yang didapat Data yang akan dipersiapkan dan dikumpulkan tersebut berupa data utama dan pendukung.

10. Kalkulasi kekuatan struktur

Perhitungan mekanika teknik struktur *Gantry crane*, berfungsi sebagai pembanding terhadap hasil dari simulasi yang dilakukan dengan SOLIDWORKS 2016.

11. Simulasi kekuatan struktur

Simulasi pembebanan sesuai masing-masing *load case* yang telah ditetapkan untuk output nilai tegangan dan fitur-fiturnya serta besaran defleksi (*structure displacement*) menggunakan SOLIDWORKS 2016.

12. Analisa *fatigue*

Pengolahan data output hasil simulasi kekuatan dan analisisnya dalam perhitungan *fatigue life* struktur yang berdasar pada standar *overhead* dan *gantry crane* ASME B30.2 dan AWS D1.1 Section 2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan pengangkatan dalam gantry crane merupakan salah satu yang penting dari beberapa hal yang perlu diperhatikan, komponen yang berperan dalam pengangkatan di gantry crane ialah sebagai berikut :

3.1. Sistem Puli

Menentukan banyaknya lengkungan pada system pengangkatan, dan beban yang diangkat. Perencanaan gantry crane beban yang diangkat kali sebesar 35 ton, dalam keadaan dinamis, perkiraan penambahan beban sekitar 10%. Berikut data dan perhitungannya:

n = Jumlah banyaknya lengkungan (z)
 $n = 10$

$P_{\text{hooks\&blocks}} = 0,983 \text{ ton}$

$SWL = 35 \text{ ton}$

$Q = SWL + 9\%SWL + P_{\text{hooks\&blocks}}$

$Q = 35 + 9\%35 + 0,983$

$$Q = 35 + 3,5 + 0,983$$

$$Q = 39,13291 \text{ ton} = 39132,91 \text{ kg}$$

$$\Sigma = 1,05$$

$$Z = \frac{Q \times \Sigma^n (\Sigma - 1)}{[(\Sigma^{n+1}) - 1]}$$

$$Z = \frac{39,1 \times 1,05^{10} (1,05 - 1)}{[(1,05^{10+1}) - 1]}$$

$$Z = 4486,83 \text{ kg}$$

3.2. Tali Baja

Tali baja salah satu komponen yang digunakan sebagai penghubungn dalam sistem pengangkatan dan penurunan beban pada gerakan hoist. Pada perancangan gantry crane kali ini, tali yang digunakan yaitu 6 x 19 + 1 fc. Maksud dari simbo diatas ialah 6 buah wire rope berdiameter 19 dan 1 buah fiber core pada bagian tengah. Menentukan tali baja dengan menghitung beban putus tali baja, berikut data dan perhitungannya :

$$E' = E \times \frac{3}{8}$$

$$E' = 2100000 \times \frac{3}{8}$$

$$E' = 787500 \text{ kg/cm}^2$$

$$E' = 7875 \text{ kg/mm}^2$$

$$k = 5$$

$$A_t = \text{Luas penampang tali} = 6 \times 19 = 114 \text{ mm}^2$$

$$P = \frac{Z \times \zeta_b}{\frac{\zeta_b}{k} - \frac{E}{1,5 \sqrt{A_t}} \times \frac{d}{D_{\min}}}$$

$$P = \frac{4486,83 \times 130}{\frac{130}{5} - \frac{7875}{1,5 \sqrt{114}} \times \frac{1}{33}}$$

$$P = \frac{583187,42}{26 - 491,71 \times 0,0303}$$

$$P = \frac{573853,72}{11,09}$$

$$P = 52549,5 \text{ kg}$$

Dari nilai diatas dapat diperoleh spesifikasi baja yang dilihat dari katalog yang telah terlampir, maka dapat diperoleh data dibawah ini:

Diameter tali baja = 28 mm

Beban Putus = 45,2 ton/mm² = 45200 kg/mm²

Berat tali total = P_{tali} = Panjang tali x 2,83 kg/m
= 11 m x 2,83 kg/m = 31,13 kg

3.3. Blocks dan Hooks

Menentukan *hooks* diperlukan data ukuran diameter wire ropes, selain itu beb yang ditahan, dari data tersebut di peroleh data blocks sebagai berikut:

1. Fixed Pulley

Tipe = 722 diamond, double pulleys

Weight = 825 lbs
= 374,55 kg

2. Moveable Pulley

Tipe = 723 diamond, triple pulleys

Weight = 1200 lbs
= 544,8 kg

Total weight = W_{fixpulleys} + W_{freepulleys}
= 374,55 + 544,8
= 919,35 kg

Tipe = AS-1

Weight = 140 lbs
= 63,56 kg

A = 5 in

B = 2 in

C = 2 in

D = 2,38 in

E = 3,69 in

F = 24 in

G = 14,06 in

H = 3 in

I = 4,56 in

3.4. Drum

(Pesawat-Pesawat angkat,2007)Menentukan diameter drum akan mempengaruhi penggunaan motor dan beban yang ditumpu oleh konstruksi gantry crane, pada drum kali ini, dilengkapi oleh alur spiral

sehingga, tali tergulung secara merata dan mengurangi gesekan selain itu meminimalkan keausan. Perencanaan diameter drum dapat dihitung dengan rumus dibawah.

1. Diameter drum

$$D_{\text{drum}} = 30 \times D_{\text{tali baja}}$$

$$D_{\text{drum}} = 30 \times 28$$

$$D_{\text{drum}} = 840 \text{ mm}$$

2. Panjang drum

H = Tinggi angkat beban

$$H = 10 \text{ m} = 10000 \text{ mm}$$

i = Jumlah puli yang menyangga

$$i = \frac{z}{2} = \frac{10}{2} = 5$$

D_{drum} = Diameter drum

$$D_{\text{drum}} = 840 \text{ mm}$$

S = Jarak antara titik pusat tiap tali baja

$$S = 31 \text{ mm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$L_{\text{drum}} = \frac{(H \times i) \times S}{(\pi \times D) + 7}$$

$$L_{\text{drum}} = \frac{(10000 \times 5) \times 30,8}{(3,14 \times 840) + 7}$$

$$L_{\text{drum}} = \frac{1540000}{2644,6}$$

$$L_{\text{drum}} = 582,32 \text{ mm}$$

3. Tebal drum

$$W_{\text{drum}} = 0,02 D_{\text{drum}} + 0,6$$

$$W_{\text{drum}} = 0,02 \times 84 + 0,6$$

$$W_{\text{drum}} = 2,28 \text{ cm} = 22,8 \text{ mm}$$

4. Berat drum

A_{drum} = Luas tebal drum

$$A_{\text{drum}} = \pi D_{\text{drum}}^2 - \pi (D_{\text{drum}} - W_{\text{drum}})^2$$

$$A_{\text{drum}} = 3,14 \times (840)^2 - 3,14 (840 - 22,8)^2$$

$$A_{\text{drum}} = 3,14 \times (840)^2 - 3,14 (840 - 22,8)^2$$

$$A_{\text{drum}} = 118642,3$$

V_{drum} = Volume drum

$$V_{\text{drum}} = L_{\text{drum}} \times A_{\text{drum}}$$

$$V_{\text{drum}} = 582,32 \times 118642,3$$

$$V_{\text{drum}} = 69087606 \text{ mm}^3 = 0,069088 \text{ m}^3$$

$$P_{\text{drum}} = \rho V_{\text{drum}}$$

$$P_{\text{drum}} = 7800 \times 0,069088$$

$$P_{\text{drum}} = 538,88 \text{ kg}$$

3.5 Poros Drum

$$P = 2,2 \text{ Kw}$$

$$n = 1,14 \text{ rpm}$$

$$fc = 1,2$$

$$P_d = P \times fc$$

$$P_d = 2,19 \times 1,2$$

$$P_d = 2,64 \text{ kW}$$

$$P_d = \frac{9,74 \times 10^5}{n}$$

$$P_d = \frac{9,74 \times 10^5 \times 2,64}{1,14}$$

$$P_d = 2259244 \text{ Kgmm}$$

Perhitungan diameter poros berdasarkan beban puntir

Material poros S55C

$$\sigma_b = 66 \text{ Kgmm}^2$$

$$Sf_1 = 6$$

$$Sf_2 = 2$$

$$kt = 1,5$$

$$km = 1,5$$

$$\delta_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2}$$

$$\delta_a = \frac{66}{6 \times 2}$$

$$\delta_a = 5,5 \text{ Kgmm}^2$$

$$d = \left(\frac{16}{\pi} \times \frac{T}{\delta_a} \right)^{1/3}$$

$$d = \left(\frac{16}{3,14} \times \frac{2259244,44}{5,5} \right)^{1/3}$$

$$d = 127,92$$

Perhitungan poros dengan beban puntir dan bending

Moment lentur pada poros

$$P = Z + P_{\text{drum}} + P_{\text{tali}}$$

$$P = Z + P_{\text{drum}} + P_{\text{tali}}$$

$$P = 5056,84 \text{ Kg}$$

$$L = 582,32 \text{ mm}$$

$$M = \frac{P L}{4}$$

$$M = \frac{5056,84 \times 582,32}{4}$$

$$M = 736173,1 \text{ Kgmm}$$

Momen Puntir pada poros

$$P = 2198,54 \text{ watt}$$

$$n = 1,14 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{60 P}{2 \pi n}$$

$$T = \frac{60 \times 2198,54}{2 \times 3,14 \times 1,14}$$

$$T = 18467,78 \text{ Nm} = 1882546 \text{ Kgmm}$$

$$d^3 = \frac{16 [(km M)^2 + (kt T)^2]^{1/2}}{\pi \delta_a}$$

$$= \frac{16 [(1,5 \times 736173,06)^2 + (1,5 \times 1882546,09)^2]^{1/2}}{3,14 \times 5,5}$$

$$d^3 = \frac{48512843,81}{17,27}$$

$$d^3 = 2809081,86$$

$$d = \sqrt[3]{2809081,86}$$

$$d = 141,1 \text{ mm}$$

Perhitungan diameter berdasarkan sudut puntir

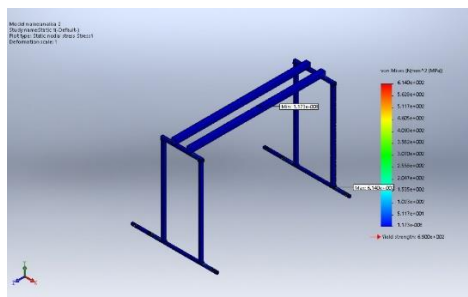
$$ds = 4,1 T^{1/4}$$

$$ds = 4,1 \times \sqrt[4]{182546,09}$$

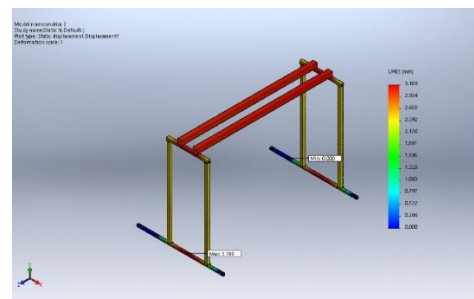
$$ds = 151,87 \text{ mm}$$

Tabel 1. *Konstruksi*

No	Konstruksi	Waktual (cm ³)	W min (cm ³)	W max (cm ³)	Dimensi (mm)	Material
1	Trolley P bagian 1	498	457,08	502,79	7. Keamanan	ASTM A242
2	Trolley P bagian 2	120	109	120	150 x 150, thin 4,5	ASTM A242
3	Girder	6112,77	5637,72	6202	575 x 575, thin 15	ASTM A242
4	Transversal Beam	1878,15	1794,68	1974,14	320 x 320, thin 16	ASTM A242
5	Leg	4342,34	4249,17	4674,087	350 x 350, thin 36,5	ASTM A514
6	Enceriege	1286,45	1231,34	1354,475	260 x 260, thin 17,5	ASTM A514



Gambar 4.23. *Von Misses Information*



Gambar 4.24. *Displacement*

Pada Gambar 4.23 menjelaskan bahwa tegangan maksimal yang terjadi pada pembebanan tidak meliahi *yield strength* material yang digunakan yakni 614 MPa < 650 MPa. Defleksi yang terjadi bias dilihat pada gambar 4.24 yaitu nilai defleksi minimal pada gantry crane dengan pembebanan yang telah di tentukan sebesar 3,18 mm > 18 mm, aka dapat dinyatakan aman.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan tentang Perancangann dan Analisa konstruksi *Gantry Crrane* di PT F1 Perkasa dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Ukuran utama dan beban gantry crane cukup besar dikarekan kondisi PT F1 Perkasa. Ukuran uama digunakan sebagai patokan perhitungan untuk menentukan dimensi yang mampu menahan beban yang ditahan oleh *gantry crane*.
2. Simulasi pembebanan Statik dan fatigue membuktikan bahwa hasil perhitungan konstruksi *gantry crane* dapat menahan beban maksimal yang diberikan, pada analisa fatigue menjelaskan bahwa jika *gantry crane* di berikan beban maksimal hanya mampu sampai 117 kali.
3. Gambar kerja yang dihasilkan mampu dibaca oleh pekerja lapangan.

5. DAFTAR PUSTAKA

American Forest & Paper Association. 2014. *Beam contruction*, American

Anda Iviana J, Lukman H, dkk. 2015. *Analisis dan Perancangan Alat Bantu Terapi Stroke dengan Menggunakan Qfd-Ahp dan Fast serta Memperhatikan Prinsip Ergonomi*.

Arvian Budi Hartono, 2016. *Analisis Konsep Desain dan Perancangan Sepeda untuk Penyandang Disabilitas Cacat Kaki*.

I Made Londen Batan, L. M. I. 2012. **Desain Produk**. Surabaya; Inti Karya Guna.
Carolee J Winstein, Joel Stein. 2016. *Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery*. American Stroke Association.

ASME B30.2

Gere, J. M. and Timoshenko, S.P., 1997, *Mechanics of Materials*

G.PAHL – W.BEITZ, Engineering Design, The Design Council, London, 1984

Leet, Kenneth M. dkk., 2011, *Fundamentals of Structural Analysis*

K. Diserens, N. Perret. 2006. *The effect of repetitive arm cycling on post stroke spasticity and motor control Repetitive arm cycling and spasticity. Journal of the Neurological Sciences* 253 (2007) 18 – 24..

Karl T. Ulrich, dan Steven D. Eppinger. (2001). **Perancangan dan Pengembangan Produk**, Jakarta, Salemba Teknika.

Koes Irianto. 2014. **Anatomi dan Fisiologi**, Bandung, Alfabeta.

Masahiro Abo, Wataru Kakuda. 2012. *Rehabilitation for Cerebrovascular Disease: Current and new methods in Japan*.

Pengertian Catia, tersedia : <https://www.3ds.com/products-services/catia/>(22 Desember 2016)

Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. 2014. Situasi Kesehatan Jantung, tersedia : <http://www.depkes.go.id/article/view/15021800003/situasi-kesehatan-jantung.html> (21 Desember 2016)

SULARSO, Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin,

PT.Pradnya Paramita, Jakarta, 1997

RUDENKO, Mesin pengangkat, Erlangga, Jakarta 1994