

Perancangan Konstruksi *Boatlift Crane* dengan Kapasitas SWL 15 Tonnes Pada PT. F1 Perkasa

Bagas Yudha Pamungkas¹, I Putu Sindhu A² dan Tri Tiyasmihadi³

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

Email : bagasyudha.pamungkas@gmail.com

Abstrak

PT.F1 PERKASA adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pembangunan dan perbaikan kapal, yang dilakukan berdasarkan pesanan dari beberapa customer. Salah satu fasilitas utama yang dibutuhkan saat ini adalah adanya sarana yang mengangkat dan memindahkan kapal, baik dari darat ke air maupun sebaliknya.

Perencanaan *boatlift* dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi Pembuatan *boatlift* sendiri nantinya melalui tahapan yang meliputi desain konstruksi, dengan menghitung kekuatan girder, dimana dengan menggunakan perbandingan antara kalkulasi manual dengan analisa software, kemudian analisa leg, *endcarriage*, girder melintang dan yang terakhir dengan analisa 3D konstruksi. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan prototype.

Untuk mendapatkan desain konstruksi dilakukan pengujian analisa kekuatan dengan menggunakan software, jika menggunakan material ASTM A36 tegangan maksimalnya adalah 89,857 N/mm² dengan kekuatan material 250 N/mm² maka dari hasil tersebut dapat diterima, jika menggunakan material ST52 tegangan maksimalnya adalah 139,413 N/mm² dengan kekuatan material 355 N/mm² maka hasil tersebut aman dapat diterimanya, jika menggunakan bahan material campuran dengan mengganti *endcarriage* berbahan ASTM A36 maka hasil yang terjadi tegangan maksimumnya adalah 9,939 N/mm² dengan kekuatan material 355 N/mm². setelah mengetahui beberapa material aman maka untuk menentukan bahan adalah menggunakan bahan material campuran dikarenakan berat sangat mempengaruhi pemilihan bahan untuk part part mekanisme dan *endcarriage* tidak membutuhkan material yang kuat tetapi hanya membutuhkan berat digunakan untuk penyeimbang.

Kata kunci : *Boatlift crane, desain konstruksi, pemilihan bahan*

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, banyak hal yang memerlukan alat sederhana untuk memindahkan benda dari satu tempat ke tempat lainnya. Mulai dari barang yang amat ringan sehingga hanya membutuhkan kekuatan manusia, hingga barang yang berdimensi dan bermassa yang besarnya diluar kemampuan manusia. Hal ini biasanya terjadi di area pertambangan, perindustrian, maupun pelabuhan. Pada hal ini diperlukan alat bantu yang memiliki kemampuan memindahkan objek dengan tepat dan tidak menimbulkan kerusakan pada objek. Selain itu juga hanya dengan memerlukan sedikit tenaga manusia.

Dalam hal ini, penulis akan fokus terhadap *gantry crane* yang bertipe *boatlift* yang digunakan untuk *docking* maupun *launching*. Salah satu faktor utama pada *crane* terdapat pada kekuatan *crane* terhadap beban maksimum. Ketidak akuratan pada perancangan dapat menyebabkan kegagalan pada saat pemakaian *crane* yang menyebabkan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, diperlukan perancangan dan analisa yang akurat yang bertujuan untuk memperoleh *crane* yang kuat dan aman digunakan. *boatlift crane* yang dirancang memiliki kapasitas 15 tonnes.

Penulis melakukan penelitian pada sebuah perusahaan yang berada di Banyuwangi bernama PT. F1 Perkasa. Perusahaan ini didirikan pada Januari 2001 oleh alumni Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya yang berpengalaman pada pembangunan kapal kayu maupun kapal *fiberglass*. PT. F1 Perkasa telah membangun ratusan kapal pesanan tidak hanya dari instansi pemerintah namun juga dari instansi swasta. Oleh karena itu diperlukan *boatlift* yang akurat untuk membantu pada saat

launching dan *docking* yang telah jadi. *Boatlift* digunakan untuk mengangkat kapal dari daratan ke laut (*crane lift launching*).

2. METODOLOGI

Dalam penelitian tugas akhir memerlukan suatu urutan proses pengerjaan. Oleh karena itu peneliti merencanakan langkah-langkah penelitiannya sebagai berikut :

1.1 Tahap Pendahuluan

Cara yang dipakai untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat.

1.2 Perumusan Masalah

Pada tahapan ini dilakukan dengan merumuskan masalah yang akan dihadapi dan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian, antara lain untuk merancang konstruksi *boatlift* yang aman, dan menentukan material yang efisien bagi perusahaan.

1.3 Perancangan Konstruksi *Crane*

Pada tahapan perencanaan konstruksi desain dilakukan beberapa tahapan yaitu yang pertama menentukan pemilihan profil, setelah menentukan profil tahapan selanjutnya adalah perancangan *girder*, dimana tegangan aktual *girder* tidak boleh lebih dari tegangan yang diizinkan, apabila tegangan aktual lebih besar dibanding dengan tegangan yang diizinkan maka dilakukan perancangan ulang, dan apabila tidak terjadi permasalahan maka dapat melakukan tahapan selanjutnya yaitu perancangan *leg*, dimana *leg* dinyatakan aman jika beban kritis lebih besar dari beban aktual, setelah melakukan analisa pada *leg* tahapan selanjutnya adalah analisa *girder* melintang dan *endcarriage* dengan menggunakan *software solidwork*, dan yang terakhir adalah simulasi pembebanan pada 3D konstruksi *boatlift* dengan menggunakan *software solidwork*.

1.4 *Detail Drawing* dan Pembuatan *Prototype*

Pada tahapan ini dilakukan dengan menggunakan *software solidwork* yang berfungsi sebagai untuk mempermudah proses pengerjaan *prototype boatlift*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT.F1 Perkasa memproduksi kapal kayu dan kapal fiber yang berkapasitas berat kosongnya diantara 5 *tonnes* hingga 14 *tonnes*. Spesifikasi ukuran kapal sebagai berikut :

- Kapasitas Kapal : 12 GT
- Panjang Kapal (LOA) : 12 Meter
- Lebar kapal : 2,5-4 Meter
- Tinggi Kapal : 3-4 Meter

Dari mengetahui ukuran kapal, maka dapat ditentukan spesifikasi *boatlift* yang akan dirancang. Spesifikasi dari *boatlift* yang akan dirancang sebagai berikut :

- Kapasitas Angkat : 15 *tonnes*
- Panjang : 8,5 Meter
- Lebar : 6 Meter
- Tinggi : 8,5 Meter
- *Lifting maksimum* : 2 Meter

3.1 Hasil Perbandingan *girder*

Pada tahapan ini penulis akan membandingkan antara kalkulasi manual *girder* dengan simulasi menggunakan *software solidwork*, dan membandingkan kekuatan material *ASTM A36* dengan *ST52*. Dapat dilihat hasil sebagai berikut :

3.1.1 Perhitungan Kalkulasi material *ASTM A36*

$$M_{max} = \frac{P_1 \times a \times (a+b)^2 + P_2 \times (a+b) \times a^2}{L^2}$$

$$M_{max} = \frac{73575 \times 2,48 \times (2,48+3,04)^2 + 73575 \times (2,48+3,04) \times 2,48^2}{8^2}$$

$$M_{max} = 126457,03 \text{ N.m}$$

$$\sigma_{aktual} = \frac{M_{max}}{\text{Modulus}}$$

$$= \frac{126457,03}{0,000178}$$

$$= 70935029 \text{ N/m}^2$$

$$= 70,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{izin} = \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Safety Factor}}$$

$$= \frac{355}{4}$$

$$= 83,33 \text{ N/mm}^2$$

Gider bisa diterima apabila $\sigma_{aktual} < \sigma_{izin}$

$$70,9 \text{ N/mm}^2 < 83,33 \text{ N/mm}^2 \text{ (diterima)}$$

3.1.2 Perhitungan Kalkulasi material ST52

$$M_{max} = \frac{P_1 \times a \times (a+b)^2 + P_2 \times (a+b) \times a^2}{L^2}$$

$$M_{max} = \frac{73575 \times 2,48 \times (2,48+3,04)^2 + 73575 \times (2,48+3,04) \times 2,48^2}{8^2}$$

$$M_{max} = 125901,53 \text{ N.m}$$

$$\sigma_{aktual} = \frac{M_{max}}{\text{Modulus}}$$

$$= \frac{125901,53}{0,0001}$$

$$= 113721166 \text{ N/m}^2$$

$$= 113,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{izin} = \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Safety Factor}}$$

$$= \frac{355}{4}$$

$$= 118,33 \text{ N/mm}^2$$

Gider bisa diterima apabila $\sigma_{aktual} < \sigma_{izin}$

$$113,7 \text{ N/mm}^2 < 118,33 \text{ N/mm}^2 \text{ (diterima)}$$

Maka dapat diketahui perbandingan seperti tabel dibawah sebagai berikut :

| No | Material | Ukuran | $\sigma \text{ n/mm}^2$ | | | $\delta_{software}$ | δ_{Izin} |
|----|----------|-----------|-------------------------|----------|-----------------|---------------------|-----------------|
| | | | Kalkulasi | Simulasi | σ_{Izin} | | |
| 1 | ASTM A36 | 450x500x6 | 70,9 | 78,168 | 83,33 | 3,5 mm | 8mm |
| 2 | ST52 | 350x400x6 | 113,7 | 117,328 | 118,33 | 3,783 mm | 8 mm |

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa kalkulasi manual dengan simulasi software solidwork sama sama mampu menahan beban, dimana jika menggunakan kalkulasi manual menggunakan material *ASTM A36* diketahui tegangan aktual terbesar adalah $70,9 \sigma \text{ n/mm}^2$ dimana tegangan yang diizinkan adalah $83,33 \sigma \text{ n/mm}^2$, jika menggunakan simulasi software tegangan aktual terbesar yang terjadi adalah sebesar $78,168 \sigma \text{ n/mm}^2$ dengan defleksi pada software $3,5 \text{ mm}$ dimana batas defleksi yang di izinkan adalah 8 mm , maka girder dengan ukuran $450 \times 450 \times 6$ dengan material *ASTM A36* dianggap aman. Sedangkan jika menggunakan *ST52* kalkulasi manual tegangan aktual yang terbesar adalah sebesar $113,7 \sigma \text{ n/mm}^2$ dengan tegangan izin $118,33 \sigma \text{ n/mm}^2$, jika menggunakan simulasi software tegangan aktual dapat diketahui sebesar $117,328 \sigma \text{ n/mm}^2$, dengan defleksi pada software $3,783$ dengan batas defleksi sebesar 8 mm . Maka girder dengan ukuran $350 \times 400 \times 6$ dengan *ST52* dianggap aman. Kedua material diatas dapa diketahui menggunakan *safety factor 4*.

3.2 Hasil Analisa girder melintang

Pada tahapan ini tidak menggunakan kalkulasi manual tetapi hanya menggunakan simulasi software solidwork. Hasil yang diperoleh dari simulasi software solidwork, jika menggunakan material *ASTM A36* diketahui tegangan aktual terbesar adalah sebesar $21,475 \sigma \text{ n/mm}^2$ dengan kekuatan material sebesar $250 \sigma \text{ n/mm}^2$, dengan defleksi sebesar $2,18$ dengan batasan sebesar 6 mm . Jika menggunakan material *ST52* tegangan aktual yang terbesar adalah $44,854 \sigma \text{ n/mm}^2$, dengan kekuatan material sebesar $350 \sigma \text{ n/mm}^2$, dengan defleksi sebesar $3,914 \text{ mm}$ dengan batasan 6 mm . Maka kedua material diatas dapat dinyatakan aman.

3.3 Hasil Analisa 3D Konstruksi

Pada tahapan ini tidak menggunakan kalkulasi manual tetapi hanya menggunakan simulasi software solidwork. Hasil yang diperoleh dari simulasi software solidwork dapat dilihat pada tabel dibawah:

| NO | Material | Massa | σ | |
|----|-----------------|---------|--------------------------|----------------------|
| | | | σ aktual | Yield Strength |
| 1 | <i>ASTM A36</i> | 4000 Kg | 89.857 N/mm^2 | 250 N/mm^2 |
| 2 | <i>ST52</i> | 3500 Kg | $139,413 \text{ N/mm}^2$ | 355 N/mm^2 |
| 3 | Campuran | 3700 Kg | $279,948 \text{ N/mm}^2$ | 355 N/mm^2 |

Pada tabel diatas dapat diketahui jika :

1. Dengan material *ASTM A36 crane* memiliki massa sebesar $5647,63 \text{ Kg}$, dengan tegangan aktual terbesar adalah 89.857 N/mm^2 dengan kekuatan material sebesar 250 N/mm^2 . Maka crane dengan material *ASTM A36* dinyatakan aman.
2. Dengan material *ST52 crane* memiliki massa sebesar $4549,61 \text{ Kg}$, dengan tegangan aktual terbesar adalah $139,413 \text{ N/mm}^2$ dengan material sebesar 355 N/mm^2 . Maka crane dengan material *ST52* dinyatakan aman.
3. Pada crane ke-3 *crane* menggunakan bahan campuran (gabungan antara *ASTM A36* dengan *ST52*), dimana hanya bagian *Endcarriage* menggunakan material *ASTM A36* dengan sisanya menggunakan material *ST52*. Alasannya adalah dikarenakan bagian *endcarriage* tidak membutuhkan kekuatan material yang kuat namun hanya membutuhkan berat, yang berguna untuk penyeimbang saja. Maka dapat diketahui jika menggunakan material campuran massa crane adalah sebesar $4697,11 \text{ Kg}$, dimana dengan tegangan aktual yang terbesar adalah $279,948 \text{ N/mm}^2$ dengan kekuatan material adalah sebesar 355 N/mm^2 . Maka untuk *crane* ke-3 dapat dinyatakan aman.

3.4 Pemilihan Material

Dari analisa dapat disimpulkan bahwa perbandingan harga material jika menggunakan material *ASTM A36*, *ST52*, dan menggabungkan antara kedua material dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.2 Crane dengan material ASTM A36

| Part | Bahan | Massa | Panjang | Kekuatan Luluh | Harga / tonnes | Harga total |
|--------------------|----------|---------|---------|-----------------------|----------------|-------------|
| <i>Girder</i> | ASTM A36 | 1300 Kg | 22 m | 250 N/mm ² | @ 600 us\$ | 780Us \$ |
| <i>Leg</i> | ASTM A36 | 1600 Kg | 24 m | 250 N/mm ² | @ 600 us\$ | 960 Us \$ |
| <i>Endcarriage</i> | ASTM A36 | 1100 Kg | 16 m | 250 N/mm ² | @ 600 us\$ | 660 Us \$ |
| Total | - | 4000 Kg | 62 m | - | - | 2400 Us \$ |

Pada tabel 4.1 crane ke-1 dengan material ASTM A36 memiliki massa total sebesar 4000 Kg dengan membutuhkan plat sepanjang 62 meter, maka dapat diketahui harga jika menggunakan material ASTM A36 sebesar 2400 US\$.

Tabel 4.3 Crane dengan material ST52

| Part | Material | Massa | Panjang | Kekuatan Luluh | Harga / tonnes | Harga total |
|--------------------|----------|---------|---------|----------------------|----------------|-------------|
| <i>Girder</i> | ST52 | 1300 Kg | 22 m | 355N/mm ² | @ 800 us \$ | 1040 Us \$ |
| <i>Leg</i> | ST52 | 1300 Kg | 24 m | 355N/mm ² | @ 800 us \$ | 1040 Us \$ |
| <i>Endcarriage</i> | ST52 | 900 Kg | 16 m | 355N/mm ² | @ 800 us \$ | 720 Us \$ |
| Total | - | 3500 Kg | 62 m | - | - | 2300 Us \$ |

Pada tabel 4.3 crane ke-2 dengan material ST52 memiliki massa total sebesar 3500 Kg dengan membutuhkan plat sepanjang 62 meter, maka dapat diketahui harga jika menggunakan material ST52 sebesar 2300 US\$.

Tabel 4.4 Crane dengan material campuran

| Part | Material | Massa | Panjang | Kekuatan Luluh | Harga / tonnes | Harga total |
|--------------------|----------|---------|---------|-----------------------|----------------|-------------|
| <i>Girder</i> | ST52 | 1300 Kg | 22 m | 355 N/mm ² | @ 800 us \$ | 1040 Us \$ |
| <i>Leg</i> | ST52 | 1300 Kg | 24 m | 355 N/mm ² | @ 800 us \$ | 1040 Us \$ |
| <i>Endcarriage</i> | ASTM A36 | 1100 Kg | 16 m | 250 N/mm ² | @ 600 us \$ | 660 Us \$ |
| Total | - | 3700 Kg | 62 m | - | - | 2740 Us \$ |

Pada tabel 4.4 crane ke-3 dengan material campuran antara material ASTM A36 dan ST52 memiliki massa total sebesar 3700 Kg, dengan membutuhkan plat sepanjang 62 Meter, maka dapat diketahui harga jika menggunakan material campuran sebesar 2740 US\$.

Dari perbandingan diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jika perusahaan hanya melihat dari aspek biaya tanpa memperhatikan berat dan kekuatan material maka crane ke-1 yang sangat efisien bagi perusahaan.
2. Jika perusahaan hanya melihat dari aspek berat dan kekuatan material dengan mengabaikan dana maka crane ke-2 yang sangat efisien bagi Perusahaan.

3. Jika perusahaan melihat dari aspek semuanya yaitu, berat, harga, dan kekuatan material maka *crane* ke-3 yang sangat efisien bagi perusahaan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan Penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, penulis mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari desain *boatlift* yang sudah dirancang dengan menggunakan percobaan beberapa material, dilakukan pengujian kekuatan benda dengan menggunakan *software solidwork*. Dari analisa *software*, berikut tabel hasil pengujian analisa :

| NO | Material | Massa | σ | |
|----|----------|---------|---------------------------|-----------------------|
| | | | σ aktual | Yield Strength |
| 1 | ASTM A36 | 4000 Kg | 89.857 N/mm ² | 250 N/mm ² |
| 2 | ST52 | 3500 Kg | 139,413 N/mm ² | 355 N/mm ² |
| 3 | Campuran | 3700 Kg | 279,948 N/mm ² | 355 N/mm ² |

Pada tabel diatas bahwa ketiga material diatas memenuhi syarat, dimana tegangan aktual tidak melebihi dari kekuatan material (*Yield strength*), dan dari tabel diatas dapat diketahui berat konstruksi masing-masing.

2. Setelah mengetahui material yang ditentukan sudah masuk dalam kategori aman, maka langkah selanjutnya menentukan material yang efisien. Pada tabel dibawah dapat dilihat harga material sudah dipilih sebagai berikut :

| Part | Material | Massa | Panjang | Kekuatan Luluh | Harga / tonnes | Harga total |
|--------------------|----------|---------|---------|-----------------------|----------------|-------------|
| <i>Girder</i> | ST52 | 1300 Kg | 22 m | 355 N/mm ² | @800 us \$ | 1040 Us \$ |
| <i>Leg</i> | ST52 | 1300 Kg | 24 m | 355 N/mm ² | @800 us \$ | 1040 Us \$ |
| <i>Endcarriage</i> | ASTM A36 | 1100 Kg | 16 m | 250 N/mm ² | @600 us \$ | 660 Us \$ |
| Total | - | 3700 Kg | 62 m | - | - | 2740 Us \$ |

Setelah membandingkan dengan membandingkan material yang berbeda seperti diatas maka material pada tabel diatas adalah yang sangat efisien bagi perusahaan, dikarenakan massa *crane* tidak terlalu berat, dimana jika *crane* terlalu berat nantinya akan berpengaruh pada pemilihan material part part yang lain, dan akan mmbutuhkan tenaga yang besar untuk menjalakannya, pada material diatas sangat efisien dikarenakan untuk bagian *endcarriage* tidak harus membutuhkan material yang kuat namun hanya membutuhkan berat, yang digunakan untuk penyeimbang.

5. DAFTAR PUSTAKA

Crane, Derrick Boom,dll.BKI 1998

Ing. J, Verschoof 2002. *Cranes – Design, Practice, and Maintenance, 2nd edition.* Great Britain : J W Arrowsmith Limited

Permenakaer No. 05/Men/1985 tentang pesawat angkat dan angkut

Russel,C.Hibbeler.2002.**AnalisaStruktur, Edisi Bahasa Indonesia.**Jakarta Prenhalinndo

Sutanto,Endi & Soeharsono **Perancangan Gantry Crane Kapasitas 10 tonnes dengan bantuan Software**

Efendi, Rifki Aznam Barun dkk 2014 *Overhead Crane* dengan kapasitas 3 tonnes tipe Single *Girder*

Wijayanto, Wijayanto, dkk 2012 Analisa kestabilan *crane* jenis *gantry* di PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia

Zuan.A,Dany & Dewi,M.Sri &dkk *Defleksi Balok Melintang dan Tegangan Batang Diagonal
Tepi Jembatan “boomerang Bridge” Akibat Posisi Pembebanan*
Sety.R,Perdhana Perancangan *Overhead Crane* Tipe EKWE 5 tonnes X 40 M
Purna Irawan,Agustinus Statika Struktur
Muminah Aljabar, Adaya *Buckling*