

Analisis Struktur Dermaga terhadap Beban Operasional Harbor Mobile Crane (HMC)

Fendy Kurniadi¹, Sudarso²

^{1,2} Fakultas Teknik, Universitas Sunan Giri Surabaya

Jl. Brigjen Katamso II, Bandilan, Kedungrejo, Kec. Waru, Kabupaten Sidoarjo

¹E-mail: kurniadifendy@gmail.com

²E-mail: sudarsokaira@gmail.com

Abstrak — Pelabuhan Bumiharjo mempunyai dua jenis dermaga yaitu dermaga multipurpose dan dermaga curah cair. Pada pembangunan dermaga multipurpose ini dibutuhkan crane yang mempunyai fungsi bongkar muat lebih multiguna. Salah satunya adalah Harbour Mobile Crane (HMC) yang merupakan jenis crane multiguna dimana mempunyai kelebihan mobilitas dan fleksibilitas operasional. Maka, diperlukan adanya analisis struktur dermaga eksisting terhadap beban operasional. Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Langkah awal analisis adalah menghitung daya dukung dermaga eksisting lalu menambahkan beban vertikal HMC sesuai spesifikasi. Selanjutnya dengan menambahkan beban vertical HMC pada analisis untuk mengetahui daya dukung pada konstruksi dermaga. Perhitungan struktur pada plat lantai dermaga tidak kuat menahan beban operasional HMC, begitupun balok melintang. Hanya balok memanjang yang mampu menahan beban operasional HMC. Dermaga multipurpose pelabuhan bumiharjo hanya memiliki dua balok memanjang dimana balok tersebut direncanakan untuk operasional container crane saja. Untuk dapat dipergunakan operasional HMC di area dermaga dibutuhkan perkuatan pada plat lantai dermaga dan juga balok melintang dermaga.

Kata-kata kunci: Harbour Mobile Crane (HMC); analisis struktur; daya dukung dermaga.

Abstract — Bumiharjo Port has two types of docks, namely multipurpose docks and liquid bulk docks. In the construction of this multipurpose pier, a crane is needed that has a more multipurpose loading and unloading function. One of them is the Harbor Mobile Crane (HMC) which is a type of multipurpose crane which has the advantages of mobility and operational flexibility. So, it is necessary to analyze the existing pier structure against operational loads. This type of research is qualitative research. The initial step in the analysis is to calculate the carrying capacity of the existing pier and then add the HMC vertical load according to specifications. Next, add the vertical HMC load to the analysis to determine the carrying capacity of the pier construction. The structural calculations for the pier floor plate are not strong enough to withstand the operational load of the HMC, as are the transverse beams. Only longitudinal beams are able to withstand the operational load of the HMC. Bumiharjo Port's multipurpose pier only has two longitudinal beams where these beams are planned for container crane operations only. To be able to use HMC operations in the dock area, strengthening of the dock floor plate and also the dock cross beams is required.

Key words: Harbor Mobile Crane (HMC); structural analysis; dock carrying capacity.

I. PENDAHULUAN

Pelabuhan Bumihajo adalah pelabuhan dibawah manajemen PT Pelabuhan Indonesia (Persero). Pelabuhan barang ini menjadi salah satu elemen penting dalam rantai logistik yang mendukung perdagangan maupun pergerakan barang secara domestik dikawasan Kabupaten Kotawaringin Barat. Pelabuhan Bumiharjo ini berfungsi sebagai pelabuhan bongkar muat petikemas, curah cair dan general cargo. Sebagai penunjang operasional pelabuhan, dibutuhkan peralatan berat seperti crane, forklift, truk dan peralatan lainnya.

Pelabuhan Bumiharjo mempunyai dua jenis dermaga yaitu dermaga multipurpose dan dermaga curah cair. Pada pembangunan dermaga multipurpose pelabuhan ini direncanakan untuk beban operasional container crane (CC), tetapi

untuk mencakup pasar selain petikemas pada dermaga multipurpose ini dibutuhkan crane yang mempunyai fungsi bongkar muat lebih multiguna. Salah satunya adalah Harbour Mobile Crane (HMC) yang merupakan jenis crane multiguna sebagai peralatan bongkar muat pada dermaga dimana mempunyai kelebihan mobilitas dan fleksibilitas operasional dibandingkan dengan container crane (CC).

Dengan hal tersebut, untuk dapat mengoperasionalkan HMC pada dermaga multipurpose pelabuhan bumiharjo diperlukan adanya analisis struktur dermaga eksisting dan apabila hasilnya tidak mampu menahan beban operasional HMC maka dibutuhkan perkuatan pada dermaga untuk alasan keselamatan dan keamanan penggunaannya.

II. LANDASAN TEORI

Dermaga

Menurut Nyoman Budiarta Raka Mandi dalam buku Pelabuhan Perencanaan dan Perancangan Konstruksi Bangunan Laut dan Pantai Dermaga adalah bangunan struktur di air yang berfungsi sebagai tempat bertambatnya kapal-kapal untuk kegiatan bongkar muat barang atau menaik turunkan penumpang secara aman dan lancar. Dermaga dibedakan menjadi tiga tipe yaitu wharf, pier dan jetty

Komponen struktur pada dermaga ada dua yaitu:

- Struktur atas berupa platform datar sebagai landasan tempat bongkar muat barang. Struktur atas biasanya menggunakan kayu, beton atau baja.
- Struktur bawah berupa tiang penyangga yang kokoh untuk menopang bagian atas dermaga. Struktur bawah biasanya menggunakan tiang tiang baja, beton dan kayu yang ditanam didalam tanah.

Gaya dan beban yang diperhitungkan dalam perencanaan dermaga yaitu:

- Data dimensi kapal
- Kecepatan merapat antara 0,15 dan 1,0 ft per detik
- Sudut merapat maksimal 10° ke muka dermaga
- Kondisi alam (pasang surut, arus, angin, gelombang dan kedalaman air)
- Beban mati (beton bertulang = 2,4 t/m³, beton tak bertulang = 2,2 t/m³ dan baja 7,8 t/m³)
- Beban hidup (beban terbagi rata = 3 t/m³, truk kapasitas 15t, trailer petikemas 2x20 ft)
- Gaya gesek: pada kondisi gempa beban bergerak terbagi rata direduksi menjadi 50%
- Gaya tarik kapal arah horizontal 35t bersama dengan arah vertical 17,5t
- Gaya akibat angin

Harbour Mobile Crane (HMC)

Harbour Mobile Crane (HMC) adalah alat berat yang digunakan dalam proses bongkar muat di pelabuhan. HMC memiliki kapasitas angkat yang signifikan dan menyebabkan beban dinamis pada struktur dermaga saat beroperasi. Alat bongkar muat ini memiliki sifat fleksible karena dapat berpindah-pindah tempat sesuai kebutuhan dan dapat difungsikan sebagai alat bongkar muat container maupun barang-barang curah kering serta general cargo.

Spesifikasi Harbour Mobile Crane (HMC)

- Tipe HMC : G HMK 4406
- Dimensi : 13 m x 16,5 m
- Berat total : 370 ton
- Stabiliser Pad : 2 m x 4,5 m
- Safety Weight Load : 100 ton

III. METODE

Lokasi penelitian ini di Pelabuhan Bumiharjo, Kecamatan Kumai, Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah. Pada dermaga multipurpose yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Layout Pelabuhan Bumiharjo

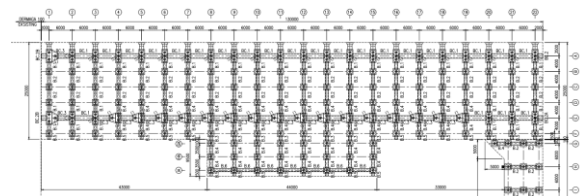
Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data teknis pembangunan dermaga yaitu gambar as built drawing, laporan struktur dan spesifikasi HMC;
2. Analisa struktur eksisting dermaga untuk mengetahui daya dukung dermaga eksisting;
3. Penambahan beban vertikal HMC sesuai spesifikasi pada analisis untuk mengetahui sudah layak operasional atau dibutuhkan rekomendasi perbaikan pada konstruksi dermaga.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Plat Lantai Dermaga

Perhitungan kapasitas momen dilakukan pada modul plat lantai paling luas yaitu 6m x 16m, \varnothing Mn untuk plat lantai tebal 40 cm adalah berikut:



Gambar 2. Plat lantai dermaga yang diperhitungkan

Tahanan momen plat dermaga

$$M_n = 0.85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \cdot (d - 0.5 \cdot a)$$

Tebal plat = 400 mm

b plate = 1000 mm (asumsi per 1 meter)

$$f_c = 29.05 \text{ Mpa} \rightarrow K = 350$$

Faktor reduksi = 90%

Tulangan plat 2 arah

D = 25 mm

Jarak = 200 mm

Jumlah = 6 buah

Fy = 400 Mpa

Faktor reduksi = 100%

$$A_s = 2945.25 \text{ mm}^2$$

a = 53.01 mm

c = 45.06 mm

tebal selimut = 80 mm

$$M_n = 35.25 \text{ ton.m}$$

$$\phi M_n = 28.2 \text{ ton.m}$$

Perhitungan beban HMC adalah sebagai berikut:

Berat sendiri = 360 ton

Maksimum load = 100 ton

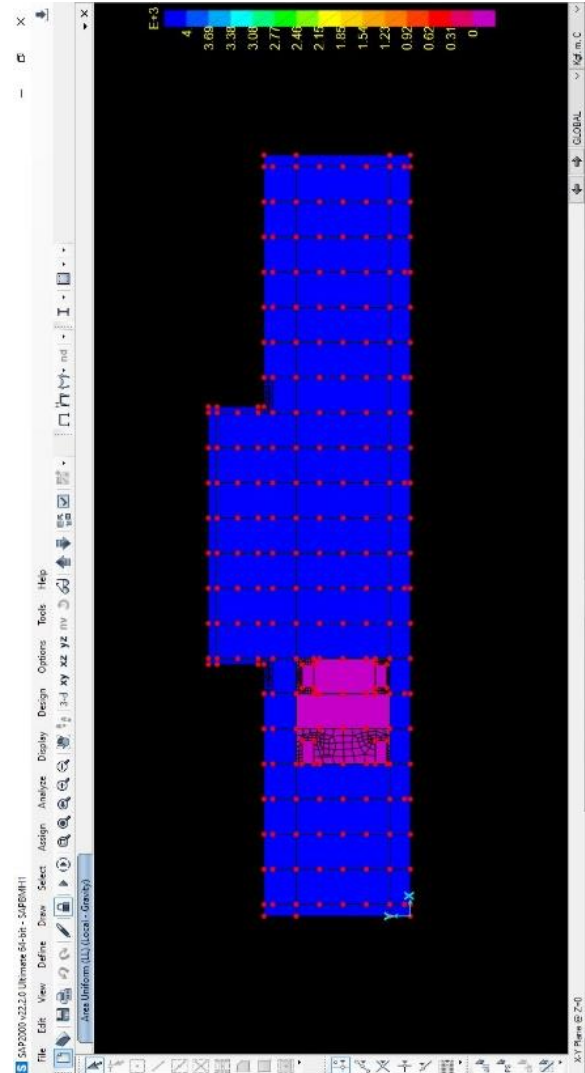
Maksimum load saat operasinal = 460 ton

Stabilizer Pad = 2 x 4,5 m = 9 m²

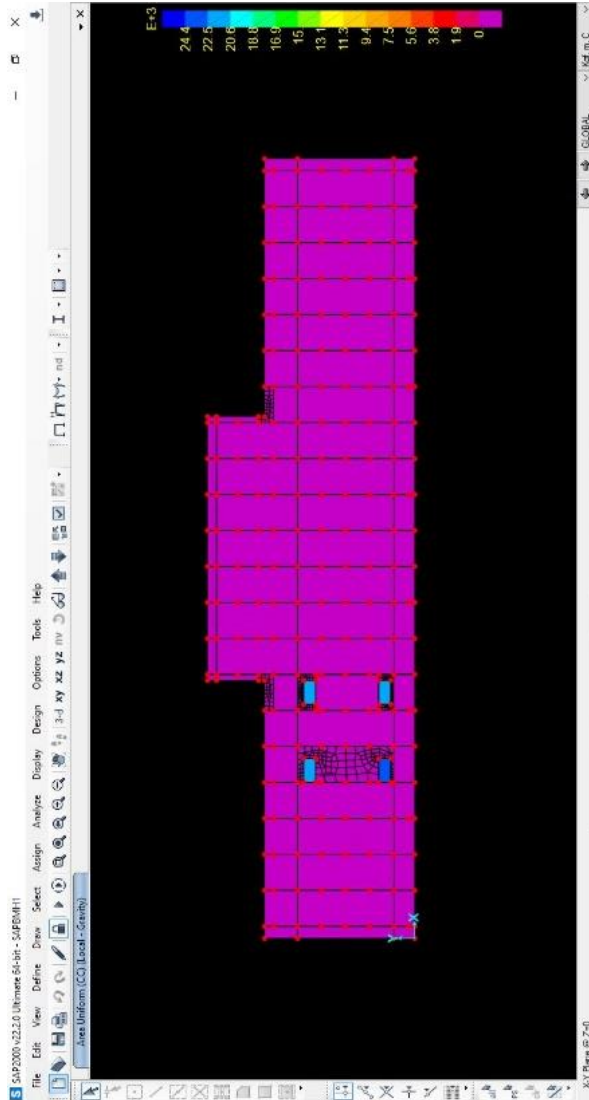
Beban Maksimal di Pad = 219,4 ton

$$= 24,4 \text{ ton/m}^2$$

$$= 2,44 \text{ kg/cm}^2$$



Gambar 3. Pemodelan beban hidup plat lantai



Gambar 4. Pemodelan beban hidup HMC

Diperoleh momen ultimate kombinasi pembebanan $1,2DL + 1,6LL + 2,08CC + 1,6E$ (berdasarkan POLB) adalah sebesar:

$$Mu = 101,46 \text{ ton.m}$$

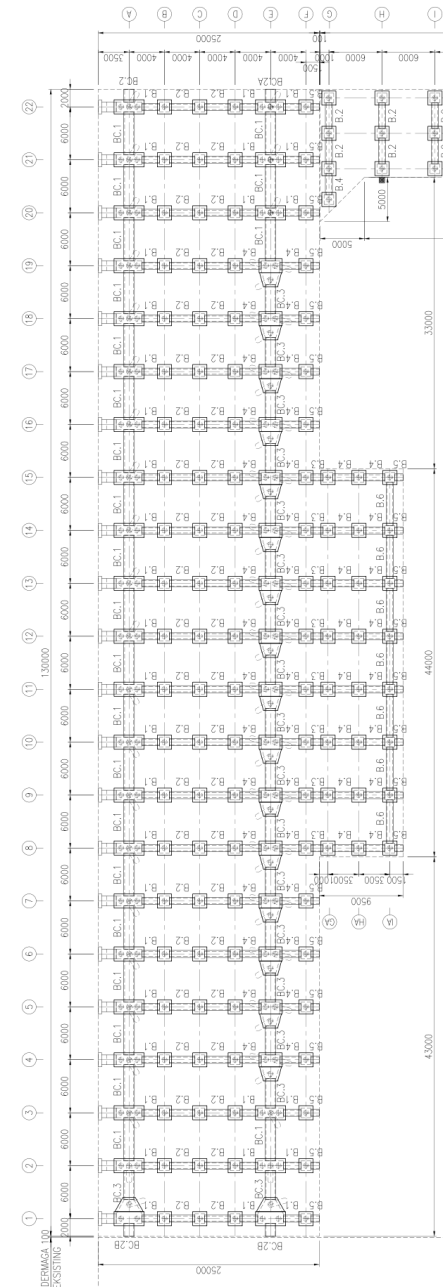
$$Mu > \phi M_n$$

$$101,46 \text{ ton.m} > 28,20 \text{ ton.m} \rightarrow \text{Not OK}$$

Struktur Balok Dermaga

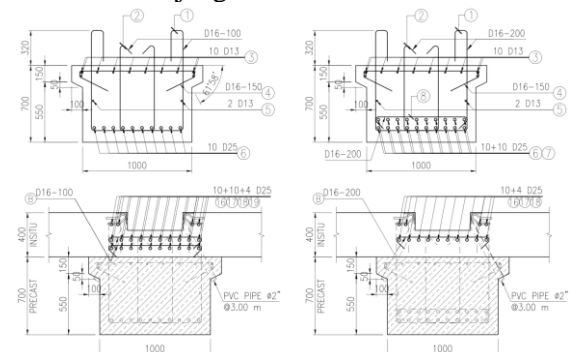
Perhitungan kapasitas momen dilakukan pada:

- Balok memanjang (1000 x 1100)
- Balok melintang (600 x 1100)



Gambar 5. Denah balok dermaga

Balok memanjang



Gambar 6 Penampang balok memanjang

Data Balok:

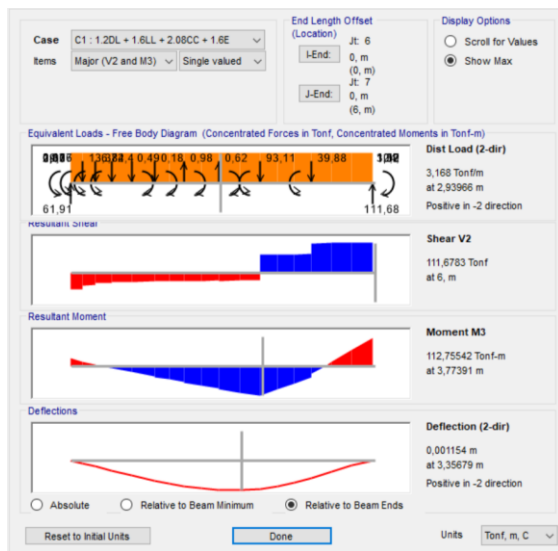
$b = 1000 \text{ mm}$
 $h = 1100 \text{ mm}$
 $f'c = 23.24 \text{ MPa}$ ($f'c < 30 \text{ MPa}$)
 $f_y = 390 \text{ MPa}$
 $A_s = 20 \text{ D25}$ (9821 mm²)
 $A_s' = 14 \text{ D25}$ (6875 mm²)
 $d = 0.85 \times h = 0.85 \times 1100 = 935 \text{ mm}$
 $d' = h - d = 1100 - 935 = 165 \text{ mm}$
 $M_n = 5330.169 \text{ kN.m}$
 Dengan nilai $\phi = 0.9$, maka
 $\phi M_n = 0.9 \times 5330.169 \text{ kN.m}$
 $\phi M_n = 4797.15 \text{ kN.m}$
 $\phi M_n = 479.715 \text{ ton.m}$

Data Balok:

$b = 600 \text{ mm}$
 $h = 1100 \text{ mm}$
 $f'c = 23.24 \text{ MPa}$ ($f'c < 30$)
 $f_y = 400 \text{ MPa}$
 $A_s = 6 \text{ D25}$ (2946 mm²)
 $d = h - 75 = 1100 - 75 = 1025 \text{ mm}$
 $d' = h - d = 1100 - 1025 = 75 \text{ mm}$
 $a = A_s f_y / 0.85 f'c b$
 $= 2946 \times 400 / 0.85 \times 23.24 \times 600$
 $= 99.42 \text{ mm}$

Kapasitas penampang adalah

$M_n = 1149248194 \text{ N.mm}$
 $M_n = 1149.25 \text{ kN.m}$
 Dengan nilai $\phi = 0.9$, maka
 $\phi M_n = 0.9 \times 1149.25 \text{ kN.m}$
 $\phi M_n = 1034.32 \text{ kN.m}$
 $\phi M_n = 103.43 \text{ ton.m}$



Gambar 7. Reaksi pada balok memanjang

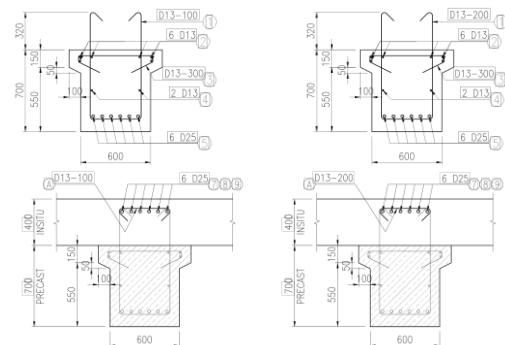
Diperoleh momen ultimate kombinasi pembebanan 1,2DL + 1,6LL + 2,08CC + 1,6E (berdasarkan POLB) adalah sebesar:

$M_u = 112.75 \text{ ton.m}$

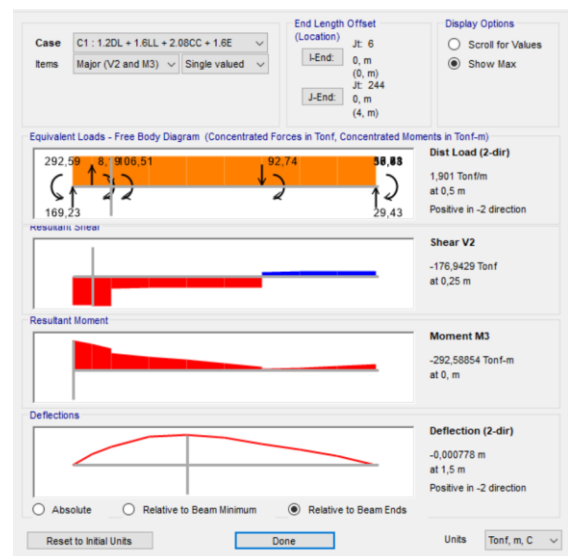
$M_u < \phi M_n$

$112.75 \text{ ton.m} < 479.715 \text{ ton.m} \rightarrow \text{OK}$

Transverse beam



Gambar 8. Penampang balok melintang



Gambar 9. Gambar reaksi pada balok melintang

Diperoleh momen ultimate kombinasi pembebanan 1,2DL + 1,6LL + 2,08CC + 1,6E (berdasarkan POLB) adalah sebesar:

$M_u = 292.58 \text{ ton.m}$

$M_u > \phi M_n$

$292.58 \text{ ton.m} > 103.43 \text{ ton.m} \rightarrow \text{Not OK}$

V. KESIMPULAN

1. Dermaga multipurpose pelabuhan bumiharjo hanya memiliki dua balok memanjang dimana balok tersebut direncanakan untuk operasional container crane saja;
2. Untuk dapat dipergunakan operasional HMC di area dermaga dibutuhkan perkuatan pada

plat lantai dermaga dan juga balok melintang dermaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanto. (2022). *Analisis perbaikan struktur dermaga Pelabuhan Dumai*. Universitas Medan Area. Medan.
- BS 6349-4. (1994). London: British Standard.
- Directorate General of Sea Communications, M. S. (1984). *Strandard design criteria for ports in Indonesia*. Kementrian Perhubungan. Jakarta.
- Karim, A. M. (2016). *Desain struktur dermaga peti kemas kapasitas 15.000 DWT di Pelabuhan Murhum Baubau, Sulawesi Tenggara*. ITS. Surabaya.
- Kramadibrata, S. (2002). *Perencanaan pelabuhan*. Bandung: ITB.
- POLB Whart Design Criteria Version 2.0. (2009). *Long beach: Port of long beach*.
- Raka Mandi, N. B. (2015). *Pelabuhan perencanaan dan perancangan konstruksi bangunan laut dan pantai*. Buku Arti. Denpasar.
- Triadmodjo, B. (2009). *Perencanaan pelabuhan*. Beta Offset Yogyakarta.