

ANALISA PERBAIKAN STRUKTUR DERMAGA PELABUHAN TANGKIANG PASCA KERUSAKAN FASILITAS DERMAGA

Edwar Hafudiansyah

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Perencanaan dan Arsitektur, UNWIM

Email: edwardhafudiansyah@gmail.com

Diterima: 29-11-2025

Direview: 15-01-2026

Diterbitkan: 29-01-2026

Hak Cipta © 2025 oleh Penulis dan Geoplanart
*This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Abstrak

Pelabuhan yang berperan sebagai gerbang masuk suatu wilayah, sebagai tempat naik turun penumpang dan bongkar muat barang, serta sebagai tempat berlangsungnya kegiatan ekonomi masyarakat. Besarnya peran pelabuhan tersebut disertai juga dengan berbagai banyak permasalahan yang ada di pelabuhan. Salah satunya adalah permasalahan di Pelabuhan Tangkiang yang berada di Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah, dimana terjadi kerusakan fasilitas dermaga yang disebabkan oleh kecelakaan kapal. Sehingga diperlukan analisa terkait kondisi eksisting pasca kecelakaan kapal dan metode perbaikannya yang perlu dilakukan. Berdasarkan hasil perhitungan struktur eksisting dermaga 2 segmen 2 dengan tiang pancang baja dengan dimensi 508 mm tebal 11,96 mm dengan rasio kapasitas tiang sebesar 0,401. Sehingga kondisi struktur masih aman terhadap kondisi operasional dan gempa. Metode perbaikan yang dilakukan pada dermaga eksisting adalah menggunakan metode replace atau pergantian struktur tiang yang baru. Struktur lainnya seperti pilecap, balok dan plat yang mengalami kerusakan dilakukan metode patching dan grouting.

Kata Kunci: Pelabuhan, Dermaga, *Replace*, *Patching* dan *Grouting*.

Pendahuluan

Dalam masa pelaksanaan dan pemeliharaan dermaga dari struktur beton, sering dijumpai permasalahan yaitu berupa kerusakan pada struktur beton, baik berupa keretakan, korosi pada baja tulangan, gompal, keropos dan kerontokan. Pada struktur baja sering dijumpai korosi pada tiang yang disebabkan oleh klorida. Pada lingkungan yang agresif, beton akan mengalami kerusakan dini karena adanya korosi pada tulangannya. Akibat korosi tersebut akan mempengaruhi kekuatan dan umur pemakaiannya.

Pelabuhan Laut Tangkiang secara administratif berada di Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah. Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KP. 432 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Pelabuhan Nasional (RIPN) Pelabuhan Tangkiang ditetapkan dengan hierarki sebagai Pelabuhan Pengumpul (PP). Berdasarkan Surat Kepala Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Luwuk kepada Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor AL.812/1/1/UPP.LWK-2024 tanggal 12 Januari 2024 perihal Laporan Kecelakaan Kapal dan Permohonan Tim Ahli disebutkan bahwa telah terjadi kerusakan fasilitas pelabuhan di Dermaga Pelabuhan Tangkiang Wilayah Kerja Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Luwuk yang disebabkan kecelakaan kapal KM. Tanto Sakti II menabrak dermaga. Akibatnya satu tiang dermaga 2 segmen 2 di As A-3 yang patah.

Berdasarkan hal-hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi eksisting pelabuhan pasca kerusakan fasilitas dermaga akibat kecelakaan kapal serta menganalisa metode perbaikan yang digunakan untuk memperbaiki kondisi dermaga 2 segmen 2.

Metode Penelitian

Jenis Data dan Sumber Data

Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder.

1. Data primer berupa data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan seperti survei topografi, batimetri, hidrooceanografi serta soil investigasi.
2. Data sekunder diperoleh melalui materi tertulis, serta informasi lain yang erat kaitannya dengan objek penelitian, yaitu: Dokumen rencana pengembangan dermaga, data angin.

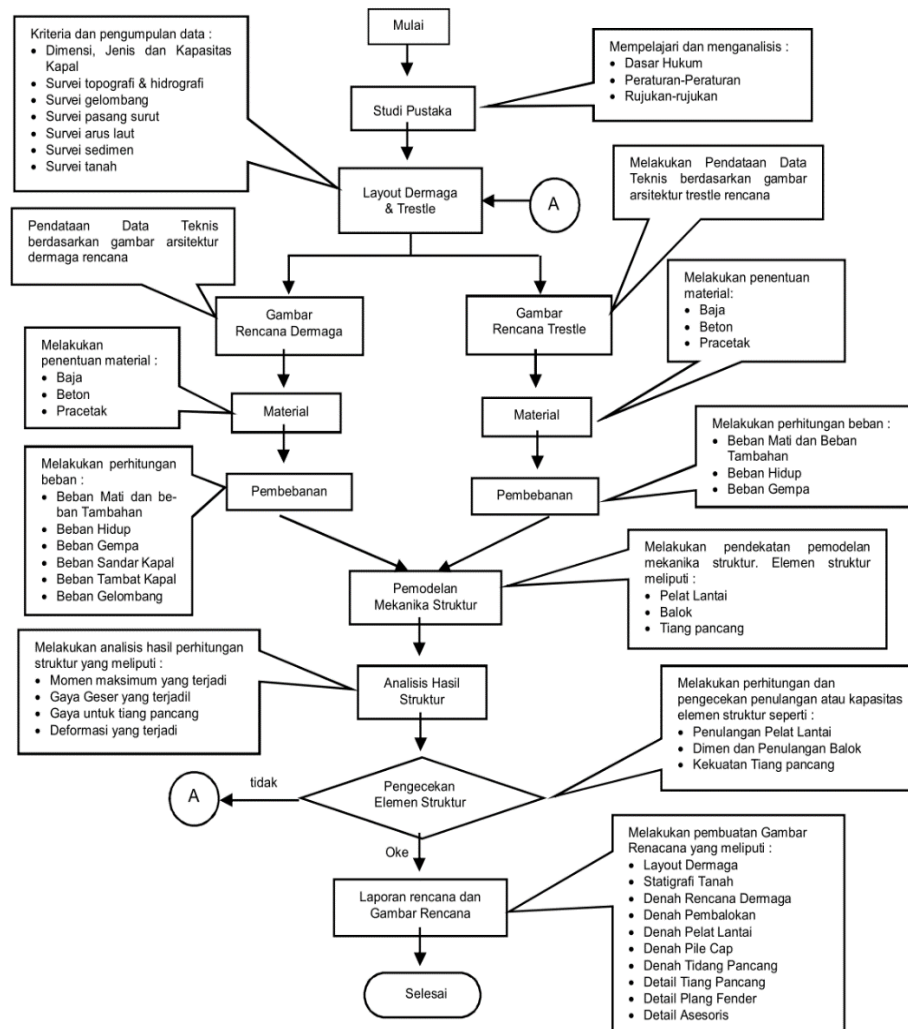
Metode Analisis

Metode desain struktural dijelaskan dengan diagram alur perencanaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar Pemodelan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAP 2000.

Peralatan Survei

Peralatan topografi dan batimetri survei yang digunakan dalam proyek ini adalah:

1. Echosounder Singlebeam Odom Echotrac MK III
2. RTK GPS Trimble R8
3. Stasiun Total Topcon GTS 235
4. Tingkat Otomatis
5. Pengukur pasang surut
6. Ambil Sampler
7. Laptop dengan Paket Perangkat Lunak Navigasi Hydro Pro
8. Mesin Bor merk YBM YSO-01 dan GXY 01



Gambar 1. Metodologi Kerja untuk Analisis Struktur

Hasil dan Pembahasan

Kriteria Desain

1. Kriteria Hierarki Pelabuhan

Pelabuhan Tangkiang Berdasarkan Hierarki Pelabuhan dalam RIPN KP 432 Tahun 2017 masuk dalam Pelabuhan Pengumpul. Adapun kriteria teknis pelabuhan lokal adalah sebagai berikut :

- Lokasi pelabuhan pengumpul berpedoman pada kriteria teknis berikut :
- Memiliki jarak dengan pelabuhan lokal lainnya 50 mil
- Kedalaman kolam pelabuhan -7 m sampai dengan -9 mLWS
- Kapasitas dermaga maksimal 3.000 DWT
- Panjang dermaga maksimal 120 – 350 m

2. Karakteristik Kapal

Kapal terbesar eksisting yang dilayani di dermaga Pelabuhan Tangkiang adalah KM. Meratus Palembang:

- Jenis Kapal : KM. Meratus Palembang
- Bobot /Tonnage : 5.612 GT atau 7.853 DWT (maksimum)
- Draft Penuh : 6,8 m
- Panjang (LOA) : 117 m
- Lebar (Beam) : 20 m
- Berthing velocity : 0,150 m/det
- Sudut Berthing Maks : 10^0

Analisis Struktur



Gambar 2. Ilustrasi Area Kapal Sandar

Sumber : Analisa Penulis, 2025

1. Data Umum

Fasilitas yang perlu perbaikan dan pengembangan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1. Rencana pengembangan dan Perbaikan Fasilitas Pelabuhan Tangkiang

No	Fasilitas	Tipe Kontruksi	Dimensi (m)	Keterangan
1.	Dermaga 2 Segmen 2	Open Pile	80 m x 12 m	Rehabilitasi

2. Material Struktur

Material yang digunakan dalam pekerjaan pembangunan Pelabuhan Tangkiang adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Material Baja Tulangan Ulir dan Tulangan Polos

Baja tulangan ulir (BJTS 40)	:	Fy = 390 MPa, Fu = 560 MPa
Baja tulangan polos (BJTP 24)	:	Fy = 235 Mpa, Fu = 380 MPa

Material Struktur Dermaga 2

Tabel 3. Material Struktur Dermaga 2

No.	Identitas Elemen Struktur	Lokasi	f_{ci}
			(Mpa)
1	CD- 1 PLT	SEGMENT 1	34.49
2	CD- 1 BLK	SEGMENT 1	13.75
3	CD- 1 PC	SEGMENT 1	19.20
4	CD- 2 PLT	SEGMENT 2	25.48
5	CD- 2 BLK	SEGMENT 2	13.98
6	CD- 2 PC	SEGMENT 2	22.27
7	CD- 3 PLT	TRESTLE SEGMENT 1	21.45
8	CD- 3 BLK	TRESTLE SEGMENT 1	36.77
9	CD- 3 PC	TRESTLE SEGMENT 1	40.44
10	CD- 4 PLT	TRESTLE SEGMENT 2	57.58
11	CD- 4 BLK	TRESTLE SEGMENT 2	16.44
12	CD- 4 PC	TRESTLE SEGMENT 2	14.57

Sumber : Hasil Survei PT. AKD, 2024

Mutu Material Tiang Baja eksisting

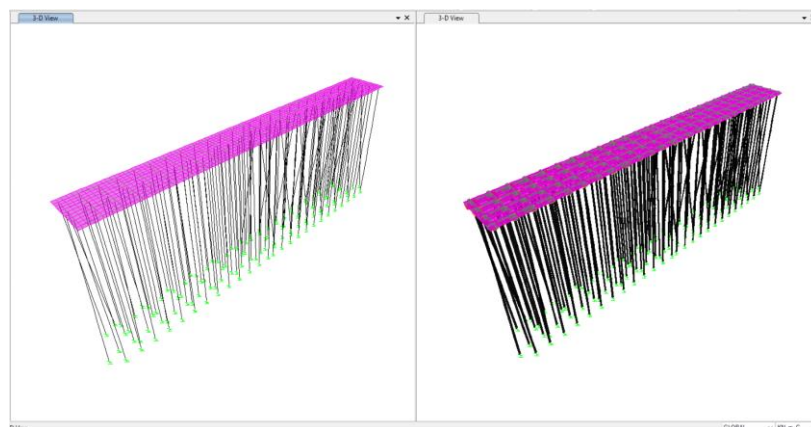
Tabel 4. Mutu Material Tiang Baja Eksisting

No	Elemen	Diameter Tiang	Tebal	Fu	Fy
		(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)
Dermaga 1					
1	Dermaga 1 Segmen 1	508	11,77	383	249
2	Dermaga 1 Segmen 2	508	11,77	425	276
3	Trestle 1	457,2	11,53	456	296
4	Trestle 2	457,2	11,53	403	261
Dermaga 2					
1	Dermaga 2 Segmen 1	508	11,96	507	329
2	Dermaga 2 Segmen 2	508	11,96	417	271
3	Trestle 3	457,2	11,90	408	265
4	Trestle 4	457,2	11,90	478	310

Sumber : Hasil Survei PT. AKD, 2024

3. Pemodelan

Elevasi lantai dermaga berada pada +3,3 m LWS dan elevasi seabed -7 s/d -9 mlws. Dimensi Dermaga 2 ($100 \times 12 \text{ m}^2$) yang terdiri dari 2 segmen. Segmen 1 dengan dimensi $50 \times 12 \text{ m}^2$ dan Segmen 2 dengan dimensi $50 \times 12 \text{ m}^2$. Berikut merupakan ilustrasi pemodelan dermaga dengan menggunakan bantuan software SAP2000.

**Gambar 3.** Pemodelan Dermaga Segmen 2

4. Input Material Struktur

Material struktur yang digunakan yaitu beton bertulang untuk *upperstructure* dan baja untuk tiang pancang. Sifat mekanik material dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5. Rekapitulasi Mutu Material Struktur Eksisting

No	Material Struktur	
1	Beton	$f'_c = 34,49$ MPa (Pelat Dermaga Segmen 1) $f'_c = 13,75$ MPa (Balok Dermaga Segmen 1) $f'_c = 19,20$ MPa (Pile cap Dermaga Segmen 1) $f'_c = 25,48$ MPa (Pelat Dermaga Segmen 2) $f'_c = 13,98$ MPa (Balok Dermaga Segmen 2) $f'_c = 22,27$ MPa (Pile cap Dermaga Segmen 2)
2	Baja (tiang pancang)	Tiang Dermaga Segmen 1 : D 508 Tebal 11,96 mm $F_y = 329$ Mpa $F_u = 507$ Tiang Dermaga Segmen 2 : D 508 Tebal 11,96 mm $F_y = 271$ Mpa $F_u = 417$
3	Baja tulangan ulir (BJTS 40)	$F_y = 390$ MPa, $F_u = 560$ MPa
4	Baja tulangan polos (BJTP 24)	$F_y = 235$ Mpa, $F_u = 380$ MPa

Sumber : Hasil Survei PT. AKD, 2024

Tabel 6. Rekapitulasi Section Propertis Elemen Struktur

ELEMEN STRUKTUR	DIMENSI (mm)	MATERIAL
	Dermaga	
Balok	B1 500/700	Beton
Pile Cap	PC 1 1000 X 2200 X 1000 PC 2 1000 X 2000 X 800 PC 3 1000 X 1000 X 800	Beton
Pelat	$t = 280$	Beton
Pancang	$\phi = 508$ $t = 11,77$	Baja

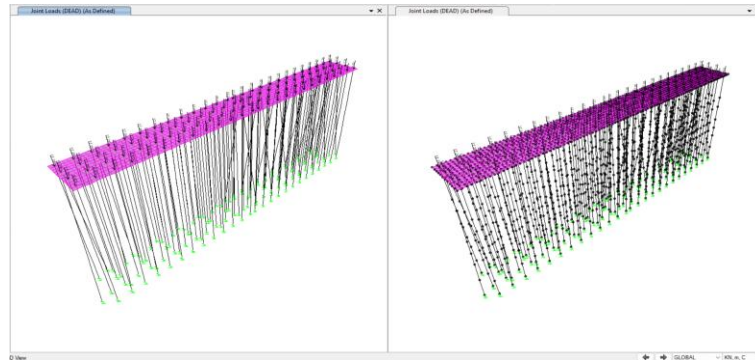
Sumber : Hasil Survei PT. AKD, 2024

5. Input Pembebanan

A. Beban Vertikal

- Beban Mati (DL)

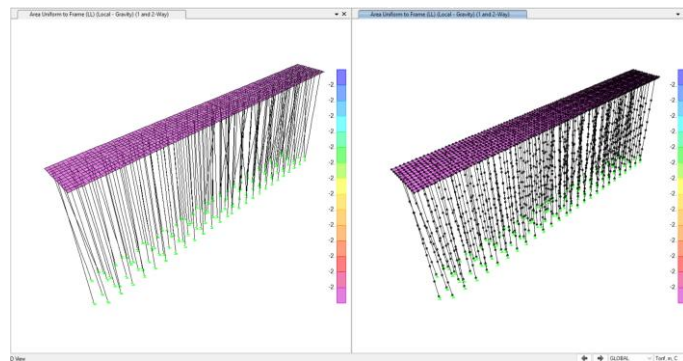
Beban Mati/Berat sendiri struktur yang dimodelkan telah dihitung oleh Program SAP2000 itu sendiri dengan memasukkan *self weight* pada beban mati = 1.



Gambar 4. Input Beban Mati Tambahan Pada Dermaga 2

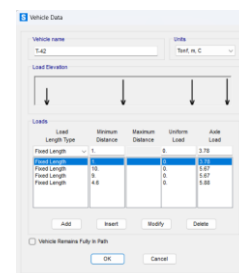
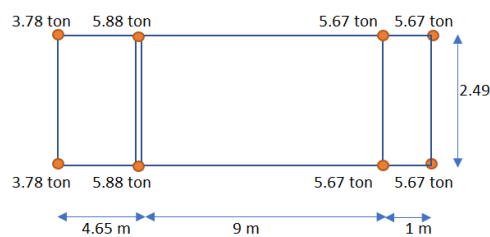
- **Beban Hidup (LL)**

Pada beban hidup direncanakan beban hidup merata. Untuk beban hidup merata pada dermaga direncanakan 2 ton/m²



Gambar 5. Input Beban Hidup Tambahan Pada Dermaga 2

Truk yang direncanakan memiliki berat total maksimum 42 ton dengan konfigurasi sumbu ban 1,2-2,2.



Gambar 6. Pembebanan Truck Trailer (42 ton)

- **Beban Uplift**

Untuk mengetahui potensi uplift maka perlu dihitung jarak clearance terdekat dan tinggi gelombang maksimum.

Diketahui :

- Elevasi dermaga : 3,3 mLWS
- Elevasi HWS : 2,06 mLWS
- Tebal pelat lantai : 0,28 m
- Tinggi gelombang ekstrim : 1,21 m, T 6,0 s

Maka,

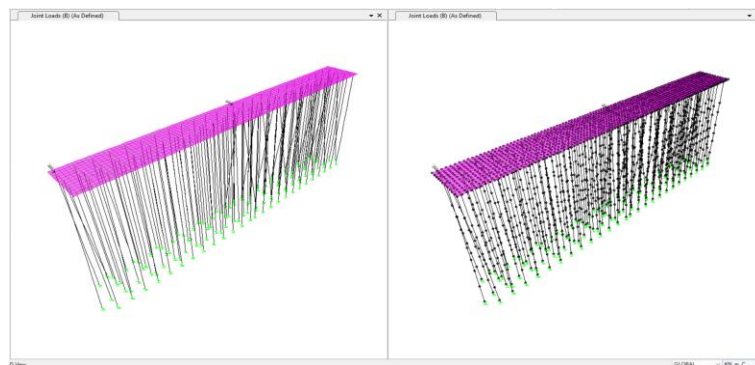
$$\begin{aligned}\text{Clearance} &= \text{Elevasi dermaga} - \text{HWS} - \text{tebal pelat} \\ &= 3,3 - 2,06 - 0,28 \\ &= 0,96 \text{ m} > 0,605 \text{ (1/2 H maks)}\end{aligned}$$

Karena *clearance* lebih besar dari $\frac{1}{2} H$ maks maka **beban uplift tidak perlu diperhitungkan dalam analisis struktur.**

B. Beban Horizontal

- Beban Berthing

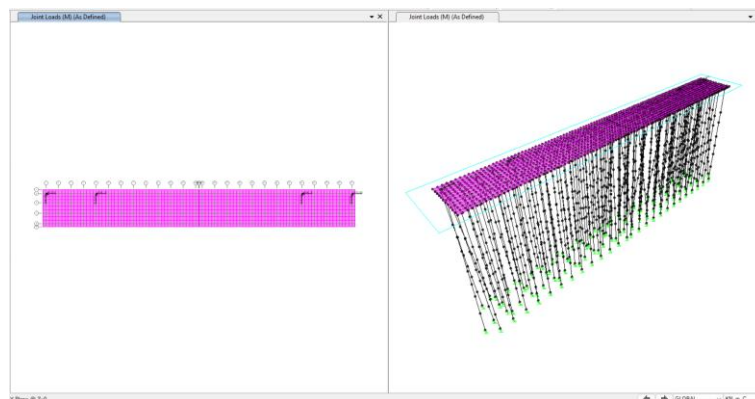
Untuk dermaga ini energi redaman dihasilkan dari jenis kapal KM. Meratus 5.612 GT atau 7.853 DWT dan pada dermaga eksisting dipasang fender V H300 L200. Energi berthing dari kapal 5.612 GT diserap fender dan menghasilkan reaksi. Reaksi dari fender tersebut dijadikan sebagai beban berthing pada struktur dermaga. Reaksi fender untuk beban berthing kapal 5.612 GT dengan tipe fender V H300 L2000 yaitu sebesar 269 kN.



Gambar 7. Beban Berthing Kapal pada Dermaga 2

- Beban Mooring (Tarikan Kapal)

Pada dermaga eksisting maka gaya traksi yang bekerja untuk *headline* dengan gaya total $F = 700 \text{ kN}$ dipasang pada *Breast Line* dengan gaya total $F = 500 \text{ kN}$

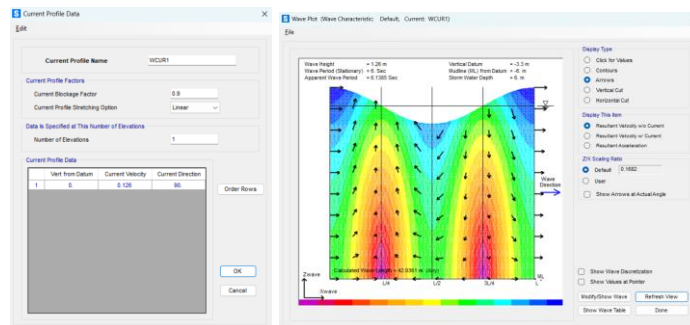


Gambar 8. Beban Mooring Kapal pada Dermaga 1

- Beban Gelombang dan Arus

Adapun data-datanya sebagai berikut ini :

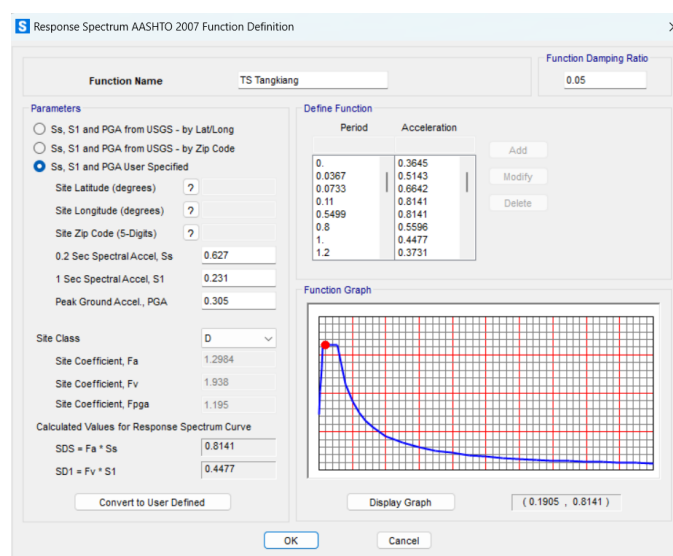
- Tinggi gelombang (H) = 1,21 m
- Periode Gelombang (T) = 6,0 s
- Kecepatan Arus (U) = 0.126 m/s



Gambar 9. Input Beban Arus dan Gelombang Dermaga 2

- **Beban Gempa**

Grafik respon spectrum mengacu pada SNI 2833 : 2016 dimana percepatan gempa sesuai dengan peta hazard gempa tahun 2017. Untuk menentukan klasifikasi situs rencana gempa ditentukan dengan korelasi nilai N-SPT. Hasil klasifikasi jenis tanah sesuai SNI didapat bahwa kondisi tanah di BH-01, BH-02 , BH-03, BH-4 dan BH-5 memiliki kriteria tanah Sedang (SD) ($15 < N < 50$). Berikut merupakan respon spektrum yang digunakan di pelabuhan Tangkiang.

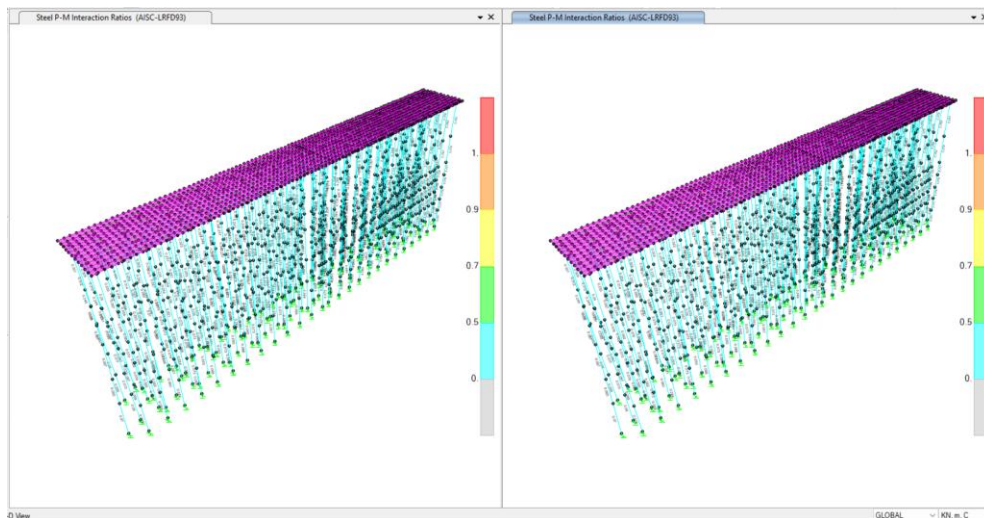


Gambar 10. Input Beban Gempa Dermaga 2

6. Hasil Analisa

A. Analisis Kekuatan Tiang

Hasilnya berupa rentang warna yang menunjukkan perbandingan beban dengan kekuatan kapasitas penampang elemen struktur.



Gambar 11. Rasio Kapasitas Tiang Pancang Dermaga 2

Kapasitas tiang pancang baja pada dermaga 2 segmen 2 yang menggunakan diameter 508 tebal 11,96 mm rasio kapasitas maksimum yang terjadi 0,401 tidak melebihi batas yang diizinkan dengan limit 0.95 sehingga tiang pancang aman untuk memikul kombinasi beban ultimit. Sehingga dengan demikian dermaga tersebut memenuhi kriteria pembebanan yang direncanakan.

B. Analisis Joint Displacement

Pada kondisi operasional defleksi tiang adalah sebesar 2,99 cm sedangkan batas izin defleksi sebesar 5 cm diatas batas izin. Saat kondisi gempa saat kapal bersandar defleksi tiang yang terjadi sebesar 3,65 cm sedangkan batas izinnya 10 cm. Maka dapat disimpulkan defleksi tiang saat operasional dan saat kondisi gempa dibawah batas izinnya, sehingga struktur dikatakan aman.

Tabel 7. Rekapitulasi Joint Displacement Dermaga 1 Segmen 2

Kondisi	Joint Displacement (cm)	Desain Izin (cm)	Keterangan
Servis	2,99	5	OK
Gempa	3,65	10	OK

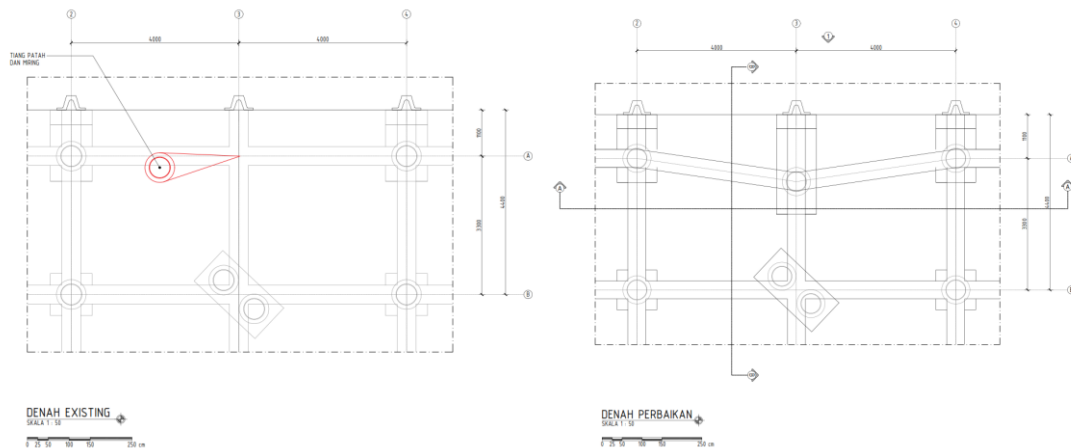
C. Metode Perbaikan

Secara umum, untuk perbaikan beton dapat digunakan metode perbaikan berikut ini:

- Metode Patching – Perbaikan beton dengan kedalam kurang dari 100 mm.
- Metode Grouting – Perbaikan beton dengan kedalaman lebih dari 100 mm.
- Metode Replace – Perbaikan beton yang tergolong sangat kurang atau kritis.

Dalam hal terkait permasalahan yang terjadi kerusakan fasilitas pelabuhan di Dermaga Pelabuhan Tangkiang Wilayah Kerja Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Luwuk yang disebabkan kecelakaan kapal KM. Tanto Sakti II menabrak dermaga. Tiang yang patah perlu dilakukan Replace, replace 1 tiang dilakukan dengan mengganti tiang lama dengan tiang yang baru. Posisi Tiang baru diletakan sedikit kebelakang arah melintang, kemudian untuk balok dibuat

terhubung dengan tiang baru. Adapun metode perbaikannya berdasarkan metode replace dijelaskan dalam gambar berikut :

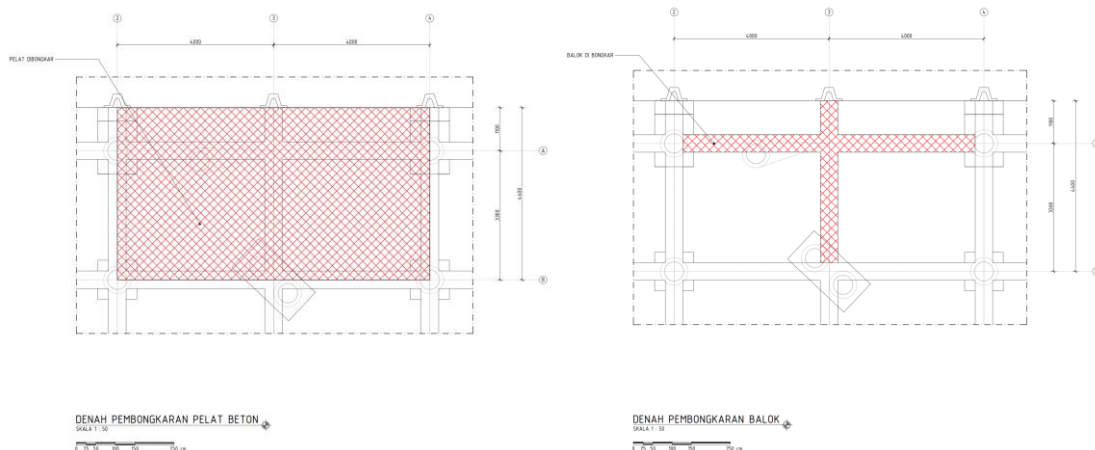


Gambar 12. Denah Eksisting Tiang Patah dan Denah Perbaikan Tiang

Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

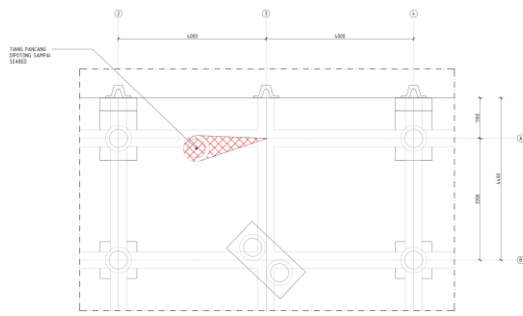
- Melakukan Pembongkaran area Plat yang terdapat tiang patah.
- Melakukan Pembongkaran Balok yang terdapat tiang patah.
- Melakukan Pemotongan Sisa tiang pancang yang patah sampai kedalaman seabed.
- Melakukan Pemancangan Tiang sesuai denah perbaikan
- Pembuatan Pilecap, balok serta plat baru sesuai denah perbaikan yang telah direncanakan.
- Memperbaiki struktur beton di dermaga 2 segmen 2 yang terjadi kerusakan atau retak dengan metode patching dan grouting.

Adapun untuk gambar metode perbaikannya sebagai berikut :



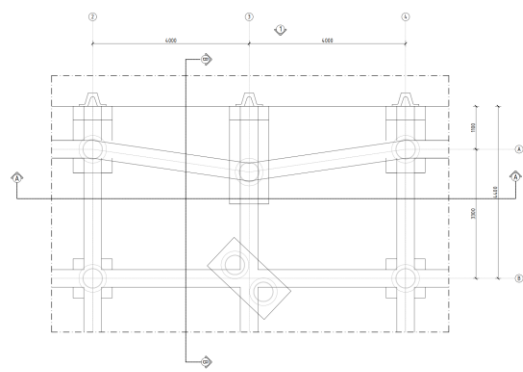
(a) Denah Pembongkaran Plat

(b) Denah Pembongkaran Balok



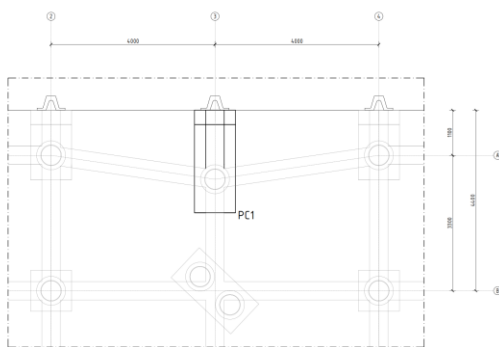
DENAH PEMOTONGAN TIANG PANCANG
SKALA 1 : 50
0 25 50 100 150 200 cm

(c) Denah Pembongkaran Plat



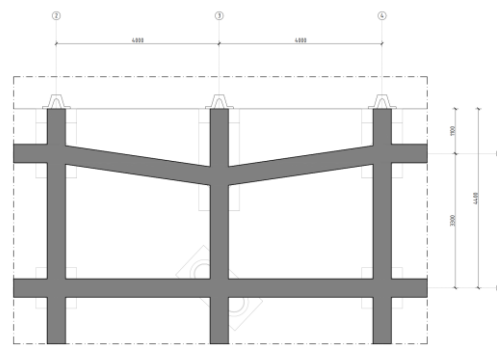
DENAH PERBAIKAN
SKALA 1 : 50
0 25 50 100 150 200 cm

(d) Denah Perbaikan dan Pemancangan Tiang



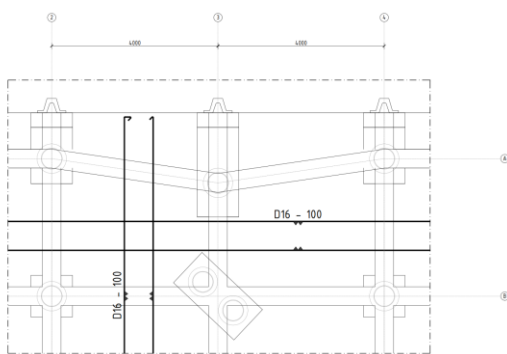
DENAH PILECAP
SKALA 1 : 50
0 25 50 100 150 200 cm

(e) Denah Pembuatan Pilecap



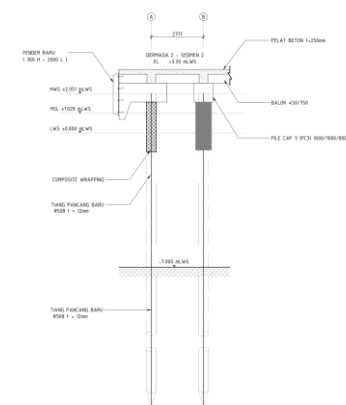
DENAH BALOK
SKALA 1 : 50
0 25 50 100 150 200 cm

(f) Denah Pembuatan Balok



DENAH PENULANGAN PELAT
SKALA 1 : 50
0 25 50 100 150 200 cm

(g) Denah Pelat dan Penulangan



POTONGAN B
SKALA 1 : 50

(f) Potongan Perbaikan Dermaga 2 Segmen 2

Gambar 13. Gambar Denah perbaikan Dermaga 2 Segmen 2

Kesimpulan

Kondisi eksisting Dermaga 2 Segmen 2 yang ada di Pelabuhan Tangkiang pasca kerusakan fasilitas dermaga berupa patahnya tiang di dermaga 2, berdasarkan kondisi hasil perhitungan analisa kondisi eksisting didapatkan bahwa kapasitas tiang pancang baja eksisting pada dermaga 2 segmen 2 yang menggunakan diameter 508 mm tebal 11,96 mm rasio kapasitas maksimum yang terjadi 0,401 tidak melebihi batas yang diizinkan dengan limit 0.95 sehingga tiang pancang aman. Metode perbaikan yang dilakukan adalah dengan melakukan replace/pergantian tiang yang rusak, dengan merubah posisi tiang dan membuat komponen struktur baru seperti pilecap, balok dan plat. Adapun untuk struktur eksisting yang lama dilakukan perbaikan menggunakan metode patching dan groting.

Saran

1. Perbaikan terhadap kondisi struktur balok dan plat yang ada guna mempertahankan umur layan maka perlu dilakukan perbaikan dengan mengganti tulangan yang sudah terekspos dengan tulangan baru serta dilapisi kembali dengan semen grouting mutu tinggi.
2. Perkuatan dan Perbaikan mutu beton terutama pada balok yang memiliki mutu beton rendah. Peningkatan Kapasitas dan Perkuatan Balok perlu dilakukan untuk menjaga umur rencana dermaga

Daftar Pustaka

- Triatmodjo, lahir 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Penerbit BETA OFFSET Edisi Pertama, Yogyakarta.
- Triatmodjo, lahir 1999. *Teknik Pesisir*. Penerbit BETA OFFSET Edisi Pertama, Yogyakarta.
- NIST CGR 12-917-21. 2012. *Interaksi Tanah - Struktur untuk Struktur Bangunan*. Departemen Perdagangan AS: Institut Standar dan Teknologi Nasional.
- Sosrodarsono, Suyono, dan Nakazawa, Kazuto, 2000, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Pradnya Paramitha, Jakarta
- Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. 2015. *Tata Cara Menghitung Struktur Fasilitas Pelabuhan Laut*.
- SNI-2833-2016. 2016. *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa Bumi*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan. (2009). *Technical Standards And Commentaries For Port And Harbour Facilities in Japan*. 3rd. Disunting oleh Y.Goda, T. Tabata dan S. Yamamoto. Tokyo: *The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan*.
- BS 6349 Bagian 1 – 7, *Kode Praktik Standar Inggris untuk Struktur Maritim*
- Pelabuhan Long Beach (POLB), *Kriteria Desain Lumba-lumba Payudara*
- ACI 318- 99, *Penguatan Kode Bangunan untuk Beton Struktural dan Komentar*
- Institut Amerika untuk Konstruksi Baja (AISC)
- SNI 2847-2019: *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan*

SNI 1726-2012: *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Bangunan dan Non Bangunan.*

Struktur SNI 1727-2019 : *Beban Minimum untuk Desain Bangunan dan Struktur Lainnya Peraturan dan standar lain yang setara.*