

PERANCANGAN STRUKTUR DAN ANALISIS BIAYA DERMAGA CURAH CAIR JEMAREMA, SORONG SELATAN, PAPUA BARAT

Kevin Yusran Azizi N.¹ dan Sri Murti Adiyastuti, Ph.D²

Program Studi Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan

Institut Teknologi Bandung

Jalan Ganeca Nomor 10, Bandung 40132

kevinnasution94@gmail.com¹ dan murtia704@gmail.com²

Kata kunci : Dermaga, Curah Cair, *Loading Platform*, *Mooring Dolphin*, *Breasting Dolphin*

ABSTRAK

Pelabuhan laut memiliki peran yang sangat besar dalam perdagangan dimana dapat mengakomodasi persebaran barang, jasa dan orang. Papua merupakan pulau di Indonesia yang masih sedikit dieksplorasi. Salah satu kendala untuk Pulau Papua adalah minimnya jalur transportasi darat untuk menghubungkan berbagai daerah dikarenakan kontur tanah daerahnya. Alternatif yang digunakan adalah transportasi melalui sungai di Papua. Studi kasus yang digunakan adalah kebutuhan dermaga curah cair di Sungai Metamani, Sorong Selata, Papua Barat untuk transportasi minyak kelapa sawit. Pembangunan dermaga di sungai menjumpai beberapa kesulitan salah satunya radius tikungan yang terlalu curam untuk sebuah kapal. Dengan mempertimbangkan tujuan dari dermaga ini maka struktur dermaga tipe *dolphin* adalah salah satu solusinya. Dengan menggunakan dermaga tipe *dolphin* dapat mengurangi volume pekerjaan dan material yang dibutuhkan.

Berdasarkan data lingkungan didapatkan kapal rencana dan data operasional rencana dermaga. Data tersebut akan dijadikan dasar untuk perancangan struktur dermaga dengan berdasar pada *British Standard Code of Practice for Marine Structures – Part 1-6*. BS6349: British Standard Institution dan *software* SAP2000 untuk analisis struktur. Hasil keluaran dari SAP2000 YAITU *Unity Check Ratio (UCR)*, defleksi struktur, gaya dalam dan reaksi perletakan. Hasil pemodelan digunakan untuk perancangan tlangan pada elemen struktur seperti balok, pelat, *pile cap*, *mooring dolphin* dan *breasting dolphin*. Berdasarkan hasil penulangan dilakukan analisis biaya struktur dengan memperhitungkan volume dari material saja. Perhitungan volume pengerukan juga termasuk didalam analisis biaya tersebut karena radius tikungan eksisting yang terlalu curam sehingga kapal tidak dapat lewat. Hasil keluaran SAP2000 juga digunakan untuk menganalisis daya dukung tanah untuk pondasi dalam.

PENDAHULUAN

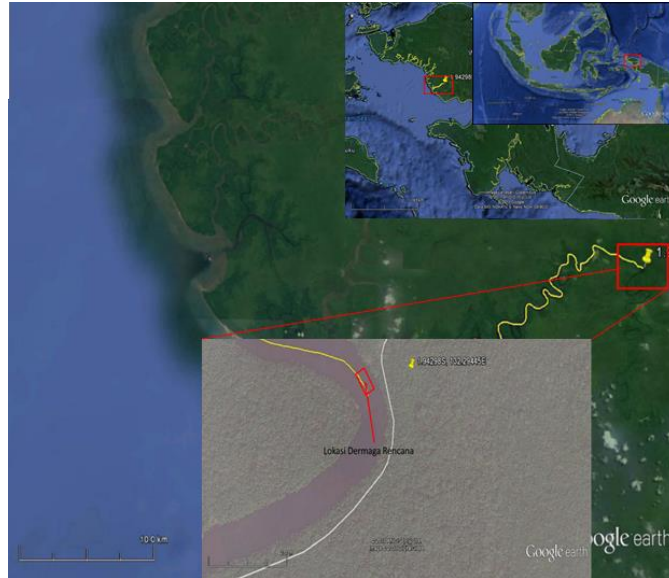
Pulau Papua merupakan salah satu pulau yang cukup potensial dimana masih banyak lahan yang dapat dikembangkan untuk memajukan daerah tersebut. Salah satu yang dapat dikembangkan adalah perkebunan kelapa sawit dimana lahan yang sangat luas menunjang kebutuhan dari perkebunan kelapa sawit. PT. ANJ (Austindo Nusantara Jaya) merupakan salah satu perusahaan yang memanfaatkan lahan di Sorong Selatan, Papua Barat sebagai lahan perkebunan kelapa sawit. Hasil perkebunan yang dimiliki oleh PT. ANJ kemudian akan diolah pada lokasi yang berdekatan dengan perkebunan untuk menghasilkan *CPO (Crude Palm Oil)*. Infrastruktur penghasil *CPO* tersebut berada cukup jauh dari bibir pantai terdekat dengan jarak ± 50 km sedangkan untuk sungai terdekat adalah Sungai Metamani yang berjarak ± 5 km. Sungai Metamani memiliki lebar sungai yang bervariasi dengan lebar alur berkisar antara 70 meter sampai 250 meter. Sungai Metamani memiliki elevasi + 1 m di atas muka air laut. Kedalaman pada sungai ini cukup untuk aktivitas pelayaran dengan kapal tanker atau tongkang berukuran kecil.

Sungai Metamani dinilai cukup untuk dikembangkan sebagai salah satu alternatif jalur pelayaran untuk distribusi komoditas potensial, yakni kelapa sawit yang berada di wilayah Sorong Selatan, Papua Barat dengan membangun sarana pelabuhan dan komponen pelabuhan yang dibutuhkan.

Lokasi dermaga direncanakan akan berada di Sungai Metamani dengan jarak 70 km dari muara sungai terletak di Kabupaten Sorong Selatan, Papua Barat seperti ditunjukkan pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



Gambar 1 Lokasi Sorong Selatan



Gambar 2 Lokasi dermaga rencana

METODOLOGI DAN TEORI

1. Pelabuhan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 61 tahun 2009 disebutkan bahwa pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pengusahaan. Pelabuhan dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, niak turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang.

2. Pelabuhan Curah Cair

Pelabuhan yang memiliki fungsi untuk bongkar muat khusus curah cair, dimana alat bongkar muat yang digunakan adalah *loading arm* dan didistribusikan lewat pipa sepanjang oelabuhan untuk disimpan di *tank farm*. Umumnya struktur dermaga dari pelabuhan ini adalah *dolphin*.

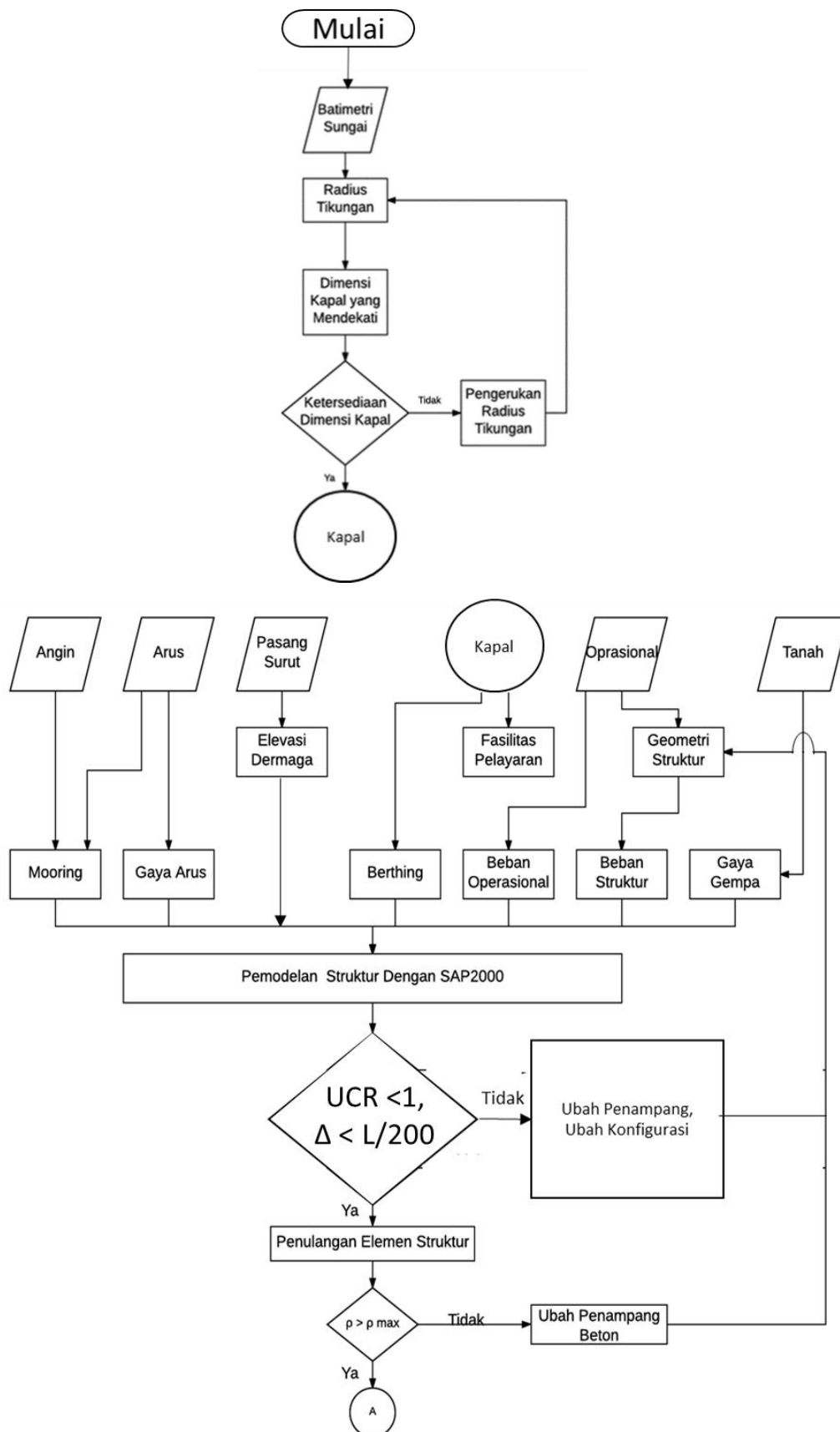
3. Dermaga

Dermaga adalah struktur di pelabuhan yang digunakan untuk kapal bersandar dan merapat guna melakukan kegiaran bongkar muat ataupun menaik-turunkan penumpang.

4. Terminal

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 61 Tahun 2009 BAB I Ketentuan Umum Pasal 1 ayat (19) “Terminal adalah fasilitas pelabuhan yang terdiri atas kolam sandar dan tempat kapal bersandar atau tambat, tempat penumpukan, tempat menunggu dan naik turun penumpang, dan/atau tempat bongkar muat barang”.

Metodologi yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini ditunjukkan pada **Gambar 3**.

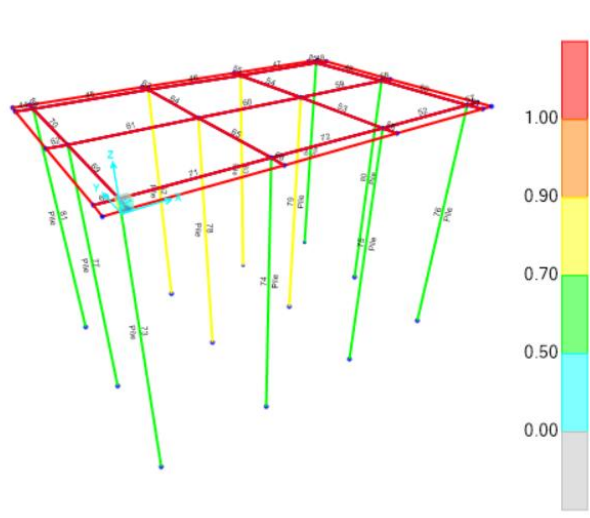


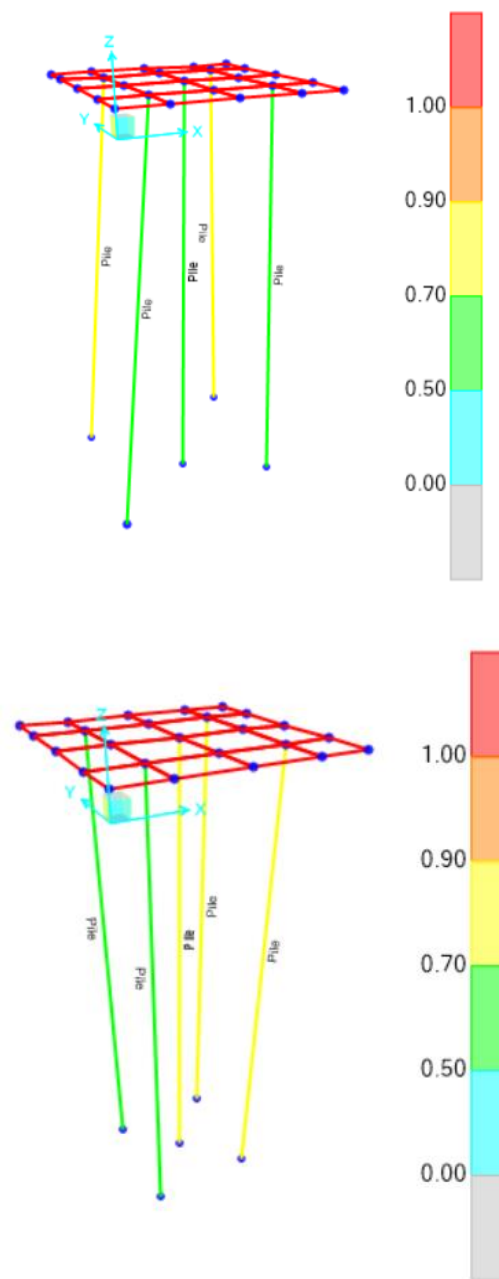


Gambar 3 Diagram alur pengerjaan tugas akhir

HASIL DAN ANALISIS

Analisis desain dermaga dilakukan dengan pemodelan struktur menggunakan *software* SAP2000. Struktur yang dimodelkan adalah struktur dermaga dengan komponen strukturnya adalah *loading platform*, *mooring dolphin* dan *breasting dolphin*. Elemen struktur yang dimodelkan adalah tiang pancang, balok, dan pelat. Analisis yang digunakan dalam SAP2000 adalah pengaplikasian kombinasi beban yang direncanakan akan diterima oleh struktur dermaga. Hasil keluaran SAP2000 yang akan dianalisis adalah *unity check ratio* (UCR), besar defleksi, gaya dalam komponen dan rekasi perletakan struktur. Hasil UCR dengan kombinasi pembebanan ultimae pada tiang pancang dermaga dapat dilihat pada **Gambar 4** sedangkan untuk defleksi disajikan pada **Tabel 1**.





Struktur	UCR max	Combination Load	Keterangan
Loading Platform	0.87	COMB6.1.2	1.2D+ 1L + 1C + 1M
Breasting Dolphin	0.89	COMB5.1.2	1.2D+ 1L + 1C + 1B
Mooring Dolphin	0.81	COMB6.1.2	1.2D+ 1L + 1C + 1M

Gambar 4 UCR pada struktur *loading platform*, *breasting dolphin* dan *mooring dolphin*

Tabel 1 Nilai Defleksi Maksimum Setiap Struktur

Joint	OutputCase	U1	Keterangan
67 (Loading Platform)	COMB6.2.1	34.56 mm	1.2D + 1.0 (MOORINGL+) +1,0L
17 (Breasting Dolphin)	COMB7.1	35 mm	1.2D + 1.0 L + 1 E
19 (Mooring Dolphin)	COMB7.2	42 mm	1.2D + 1.0 L + 1 E

Dari tabel dan gambar di atas dapat dilihat bahawa kriteria nilai UCR <1 dan defleksi yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan defleksi izin maksimum sehingga disimpulkan bahwa desain dermaga rencana aman secara structural. Setelah dilakukan analisis nilai UCR dan defleksi, dilakukan analisis gaya dalam elemen struktur untuk dilakukan proses perhitungan penulangan struktur. Dari proses perhitungan penulangan diperoleh elemen struktur dermaga seperti ditunjukkan oleh **Tabel 2** dan **Tabel 4**

Tabel 2 Penulangan Elemen Balok

Jenis Elemen	Dimensi (mm ³)	Tulangan Lentur Atas	Tulangan Lentur Bawah	Tulangan Sengkang
Balok Memanjang	348 x185 x5500	BJTS-40 D13@2	BJTS-40 D13@2	BJTP-30 D6, spasi 135 mm
Balok melintang	349 x185 x5250	BJTS-40 D19@2	BJTS-40 D13@2	BJTP-30 D6, spasi 135 mm
Balok kantilever	350 x185 x750	BJTS-40 D13@2	BJTS-40 D13@2	BJTP-30 D6, spasi 135 mm

Tabel 3Penulangan Elemen Pelat

Jenis Elemen	Dimensi (mm ³)	Tulangan Lentur Atas	Tulangan Lentur Bawah
Pelat 1	5500x5250x300	BJTS-40 D22, spasi 414 mm	BJTS-40 D22, spasi 414 mm
Pelat 2	5500x750x300	BJTS-40 D22, spasi 414 mm	BJTS-40 D22, spasi 414 mm
Pelat 3	5250x750x300	BJTS-40 D22, spasi 414 mm	BJTS-40 D22, spasi 414 mm
Pelat 4	750x750x300	BJTS-40 D22, spasi 414 mm	BJTS-40 D22, spasi 414 mm

Tabel 4Penulangan Elemen Pile Cap dan Dolphin

Jenis Elemen	Dimensi (m ³)	Tulangan Arah Melebar	Tulangan Arah Memanjang
Pile Cap Loading Platform	1.5x1.5x1.5	BJTS-40 D25, spasi 212 mm	BJTS-40 D25, spasi 212 mm
Mooring Dolphin	5x5x2.5	BJTS-40 D32, spasi 226 mm	BJTS-40 D32, spasi 226 mm
Breasting Dolphin	5x5x2.5	BJTS-40 D32, spasi 226 mm	BJTS-40 D32, spasi 226 mm

Setelah didapatkan seluruh dimensi elemen maka akan dihitung volume material yang digunakan sebagai analisis biaya dari dermaga tersebut. Seperti ditunjukkan pada **Tabel 5** dan **Tabel 6**.

Tabel 5 Total Biaya Material Struktur Dermaga

Jenis Material	Komponen	Volume	Satuan	Indeks Kemahalan	Harga Satuan (Rp)	Harga (Rp)
Beton	Semen	101.3	m ³	1.2961	2,665,000	349,900,988
	Pasir	151.98	m ³	1.2961	275,000	54,169,851
	Agregat	233.04	m ³	1.2961	265,000	80,041,433
	Addmixture	0.729	m ³	1.2961	3,800,000	3,590,456
Tulangan Baja	Polos	353.4	m	1.2961	2,700	1,236,713
	Ulir D13	292.2	m	1.2961	10,635	4,027,692
	Ulir D19	61.2	m	1.2961	22,790	1,807,733
	Ulir D22	1041.9	m	1.2961	30,594	41,314,339
	Ulir D25	907.2	m	1.2961	39,503	46,448,493
	Ulir D32	6018	m	1.2961	54,697	426,632,760
Tiang Pancang		161650.2	kg	1.2961	17,140	3,591,084,087
Fender		0.79	ton	1.2961	16,571,250	16,967,618
Bollard		6	buah	1.2961	1,060,560	8,247,551
Total						4,625,469,715

Tabel 6 Total Biaya Pengerukan

Tipe	Volume	Satuan	Harga/Satuan	Harga (Rp)
Pengerukan	314926.61	m	Rp 113300	35,681,184,944

KESIMPULAN DAN SARAN

Dermaga Jemarema di Sungai Metamani, Sorong Selatan, Papua Barat ini dibuat dengan menggunakan struktur *deck on pile* dengan tipe *dolphin*. Dermaga menjorok sejauh 7 m dari tepi sungai. Dermaga Jemarema didesain untuk melayani kapal tanker 1000 DWT. Dermaga memiliki kedalaman alur pelayaran 5 m dari LWS dan memiliki elevasi 4.406 m dari LWS. Berdasarkan analisis dermaga dengan *software* SAP2000, dermaga kuat menahan kombinasi beban yang diberikan dan telah memenuhi kriteria desain yang diperlukan baik itu dari *unity check ratio*, defleksi dan penulangan struktur. Biaya yang diperlukan untuk pekerjaan dermaga jauh lebih kecil dari pekerjaan pengerukan sehingga disarankan untuk melakukan perbandingan harga apabila dermaga pindah posisi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Das, Braja M. *Principles of Foundation Engineering Sixth Edition*.
2. *British Standard Code of Practice for Marine Structures – Part 1-6*. BS6349: British Standard Institution.
3. *Waterway Guideline*. Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu
4. *Technical Standard and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan 2002 - The Overseas Coastal Area Development Institut of Japan (OCDI)*

5. Trelleborg. 2007. Safe Berthing and Moring. Trelleborg Marine System: Trelleborg
6. Thoressen, Carl.A. 2003. Port Designer"s Handbook, Recommendations and Guidelines. Thomas Telford Publishing.
7. Fentek Catalogue: Marine Fendering System. Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 1991.
8. SNI 03-2847:2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Badan Standardisasi Nasional.
9. SNI 1726:2012, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Badan Standardisasi Nasional.
10. SNI 2051:2014, Baja Tulangan Beton. Badan Standardisasi Nasional.
11. SNI 7833:2012, Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung. Badan Standardisasi Nasional.
12. Peraturan Menteri Perhubungan No. 75 Tahun 2013 Tentang Standar Biaya Tahun 2014 di Lingkungan Kementrian Perhubungan.