

Perencanaan Terminal Khusus PLTU Timor-1 untuk Pemenuhan Kebutuhan Operasional Bahan Bakar Batu Bara dengan Kapal Barge 12000 Dwt

Muhammad Febryansyah Kelly, Dyah Iriani Widyastuti, dan Fuddoly
 Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
 e-mail: dyah1961@gmail.com

Abstrak—Pemerataan kebutuhan listrik di Indonesia masih bisa dibilang kurang. Hal ini dibuktikan dengan program pemerintah Pembangunan Pembangkit 35000 MW. Salah satu perwujudan program ini adalah dengan munculnya proyek pembangunan PLTU Timor-1 2 x 50 MW yang berada di Nusa Tenggara Timur. PLTU tersebut direncanakan beroperasi dengan kebutuhan bahan bakar batu bara Namun, di Nusa Tenggara Timur, tidak terdapat pertambangan batu bara ataupun potensi pertambangan batu bara sebagai pemasok kebutuhan operasionalnya. Oleh karena itu, dibutuhkan transportasi batu bara melalui jalur laut dari daerah atau pulau lain dalam memenuhi kebutuhan operasionalnya. Melihat Pelabuhan laut terdekat dari lokasi proyek PLTU Timor-1 berjarak sekitar kurang lebih 30 km, yang tentunya membutuhkan waktu dan biaya lebih untuk bongkar-muat hingga transportasi darat batu bara dari Pelabuhan menuju PLTU Timor-1. Maka dari itu, akan dilakukan perencanaan pembangunan terminal khusus sebagai fasilitas transportasi batu bara yang difokuskan untuk pemenuhan kebutuhan operasional PLTU-Timor 1. Hasil dari perencanaan terminal khusus PLTU Timor 1, didapatkan bahwa dermaga yang digunakan adalah jetty dengan dimensi panjang 125 m, lebar 22,5 m, dan elevasi +5,5 MLAT, yang kemudian disambung dengan trestle dengan dimensi panjang 122,5 m, lebar 15,5 m, dan elevasi +5,5 MLAT. Metode pelaksanaan yang digunakan dalam pembangunan terminal khusus ini dengan menggunakan metode pengecoran in-situ. Kemudian untuk total estimasi rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan terminal khusus ini adalah Rp 74.690.742.253,00 (Tujuh Puluh Empat Milyar Enam Ratus Sembilan Puluh Juta Tujuh Ratus Empat Puluh Dua Ribu Dua Ratus Lima Puluh Tiga Rupiah).

Kata Kunci—*Jetty, Metode Pelaksanaan, Rencana Anggaran Biaya, Terminal Khusus, Trestle.*

I. PENDAHULUAN

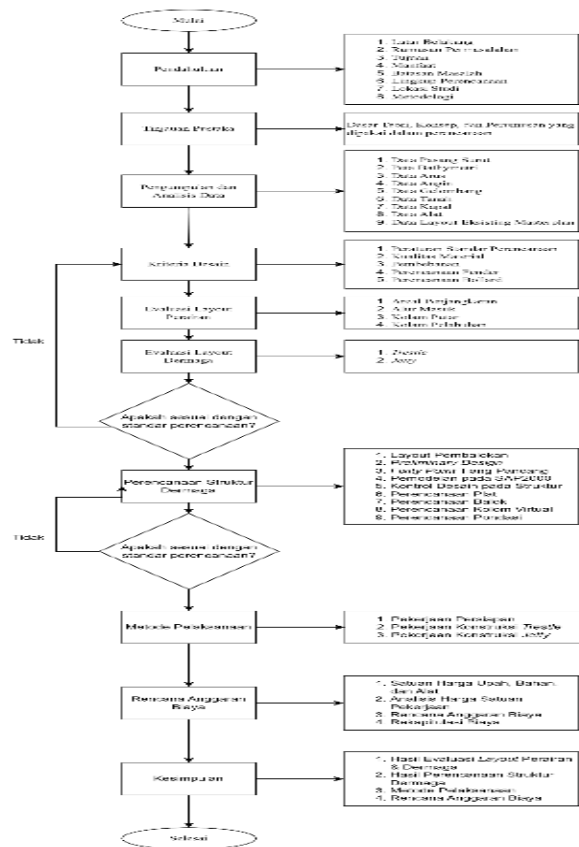
PROGRAM Pembangunan Pembangkit 35000 MW merupakan salah satu program unggulan kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dalam rangka mencapai salah satu sasaran nawacita yaitu mewujudkan kemandirian ekonomi dengan menggerakkan sektor-sektor strategis khususnya kedaulatan energi. Salah satu perwujudan dari program ini adalah proyek pembangunan PLTU Timor-1 2 x 50 MW yang berada di Nusa Tenggara Timur. PLTU ini merupakan PLTU dengan sistem operasional berbahan bakar batu bara.

Di sisi lain, di Nusa Tenggara Timur, menurut peta persebaran mineral dan batu bara Kementerian ESDM, tidak terdapat pertambangan batu bara ataupun potensi pertambangan batu bara.

Oleh karena itu, untuk pemenuhan kebutuhan operasional PLTU Timor-1, diperlukan transportasi batu bara melalui jalur laut dari daerah atau pulau lain. Ketika transportasi batu bara tersebut dilakukan akan berimbas pada penambahan



Gambar 1. Rencana lokasi perencanaan terminal khusus PLTU Timor-1.



Gambar 2. Diagram alir perencanaan.

biaya operasional untuk bongkar-muat di pelabuhan laut terdekat, Pelabuhan Tenau Kupang. Selain itu, jarak PLTU Timor-1 dengan Pelabuhan Tenau Kupang tidak dekat, jaraknya sekitar 30 km sehingga akan menambah waktu dan biaya operasional tambahan untuk transportasi bahan bakar

Tabel 1.
Kondisi Elevasi Pasang-Surut

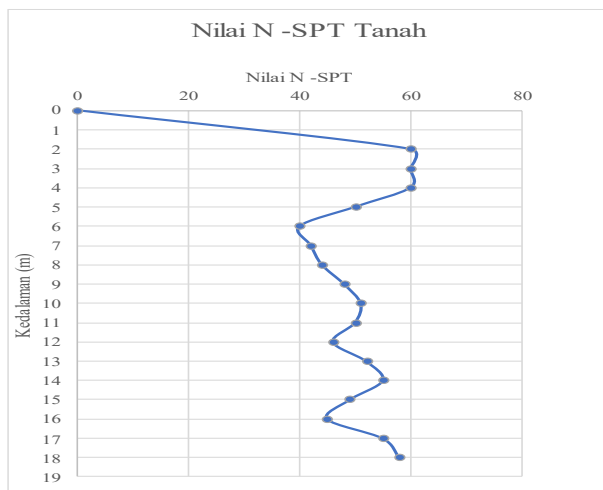
Kondisi Muka Air	Simbol	Elevasi (m)
Highest Astronomical Tide	HAT	3,41
Higher High Water Level	HHWL	3,32
Mean Sea Level	MSL	1,66
Lower Low Water Level	LLWL	0
Lowest Astronomical Tide	LAT	0,08
Beda Pasang Surut		3,49

Tabel 2.
Rekapitulasi Kecepatan Arus di Area Terminal Khusus PLTU Timor-1

Arah Asal	Kecepatan Rata-Rata (m/s)
Tenggara	0,63
Selatan	0,5
Barat Daya	0,54



Gambar 3. Peta bathymetri terminal khusus PLTU Timor-1.



Gambar 4. Data tanah pada area PLTU Timor-1.

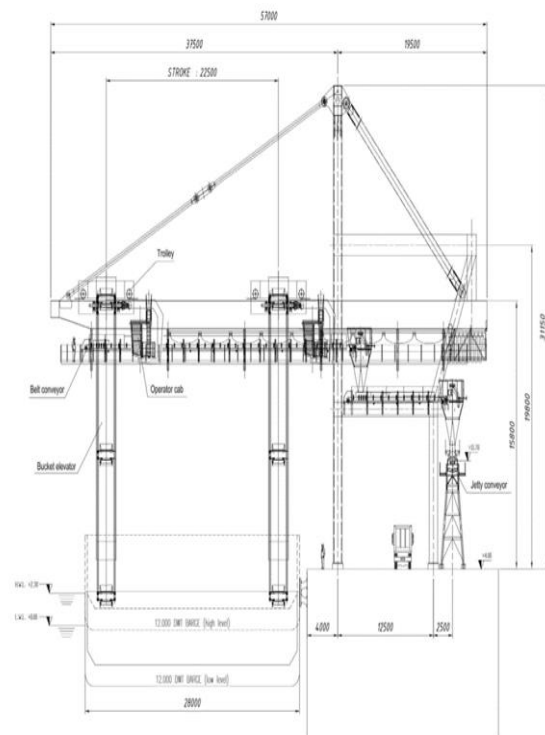
batu bara ke PLTU.

Tak hanya itu, ternyata Pelabuhan Tenau Kupang juga tidak memiliki fasilitas bongkar-muat curah kering yang memenuhi kebutuhan operasional PLTU Timor-1.

Maka, untuk memenuhi kebutuhan operasional PLTU Timor-1 dan dengan mempertimbangkan efisiensi operasional, dilakukan pengiriman batu bara melalui jalur laut dan pembangunan fasilitas terminal khusus. Dalam perencanaan ini akan membahas mengenai perencanaan detail terminal khusus di PLTU Timor-1 dengan menggunakan kapal barge berkapasitas 12000 DWT.



Gambar 5. Kapal tongkang 12000 DWT.



Gambar 6. Ilustrasi coal barge unloader.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan terminal khusus ini terletak di Provinsi Nusa Tenggara Timur, Dusun Panaf, Desa Lifuleo, Kecamatan Kupang Barat, Kabupaten Kupang tepatnya di -10,35°S dan 123,45°E dengan detail lokasi yang ditunjukkan pada Gambar 1.

B. Diagram Alir Perencanaan

Diagram alir perencanaan ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 3.
Rekapitulasi Kecepatan Angin di Area Terminal Khusus PLTU Timor-1

Tahun	Kecepatan Angin pada Elevasi 10 m (m/s)						
	Timur Laut	Utara	Barat Laut	Barat	Barat Daya	Selatan	Tenggara
2013	0,00	0,00	11,26	9,52	8,39	9,27	9,94
2014	0,00	0,00	0,00	10,49	9,85	11,81	12,26
2015	0,00	0,00	0,00	9,48	8,19	8,35	9,54
2016	0,00	0,00	9,97	9,88	8,09	8,45	10,28
2017	0,00	8,54	9,91	10,68	9,36	9,43	10,14
2018	0,00	0,00	8,81	10,42	8,92	9,37	10,05
2019	0,00	0,00	6,81	11,37	8,95	10,09	10,34
2020	4,68	5,11	10,44	9,47	9,19	9,58	9,37
2021	0,00	0,00	8,95	11,37	10,3	10,34	8,66
2022	0,00	2,92	3,05	10,44	9,57	9,62	7,28
Maks	4,68	8,54	11,26	11,37	10,3	11,81	12,26

Tabel 4.
Tinggi Gelombang pada Tiap Kedalaman di Area PLTU Timor-1

Kedalaman (-m LAT)	Tinggi Gelombang (m)
10	1,54
9	1,52
8	1,51
7	1,51
6	1,52
5	1,54
4	1,57

Tabel 5.
Data *Layout* Eksisting Masterplan

Fasilitas Perairan	Uraian	Kondisi	
		Eksisting	Satuan
Areal Penjangkaran	Kedalaman	20	-m LAT
	Luas	80	Ha
Alur Masuk	Kedalaman	7	-m LAT
	Panjang	2601,74	m
	Lebar	150	m
Kolam Putar	Kedalaman	7	-m LAT
	Diameter	400	M
	Kedalaman	5,4	-m LAT
Kolam Pelabuhan	Luas	2,73	Ha
	Panjang	181	m
	Lebar	150	m
	Panjang	-	m
Dermaga	Lebar	25	m
	Elevasi	-	+m LAT
	Panjang	-	m
Trestle	Panjang	-	m
	Lebar	8	m

Tabel 6.
Hasil Evaluasi *Layout* Perairan

Fasilitas Perairan	Uraian	Kondisi			
		Eksisting	Satuan	Eval.	Satuan
Areal Penjan-gkaran	Kedalaman	20	-m LAT	20	-m LAT
	Luas	80	Ha	31	Ha
Alur Masuk	Kedalaman	7	-m LAT	15	-m LAT
	Panjang	2601,74	m	2601,74	m
	Lebar	150	m	50	m
Kolam Putar	Kedalaman	7	-m LAT	15	-m LAT
	Diameter	400	M	200	m
Kolam Pela- buhan	Kedalaman	5,4	-m LAT	5,4	-m LAT
	Luas	2,73	Ha	1,5625	Ha
	Panjang	181	m	125	m
	Lebar	150	m	125	m

C. Pengumpulan dan Analisis Data

1) Data Pasang Surut.

Hasil analisa pada penelitian ini yaitu data pasang surut berdasarkan kondisi muka air yang ditunjukkan pada Tabel 1 [1].

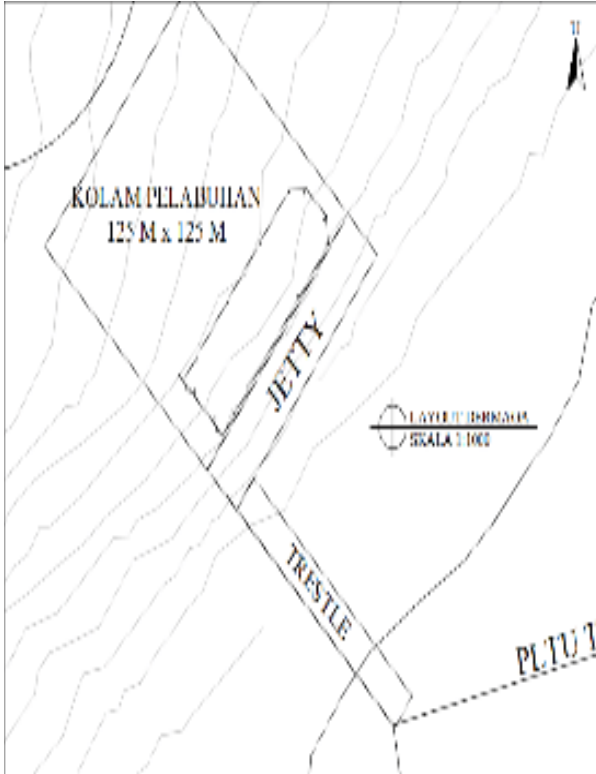
2) Peta Bathymetri

Peta Bathymetri di daerah PLTU Timor-1 ditunjukkan pada Gambar 3 [2].

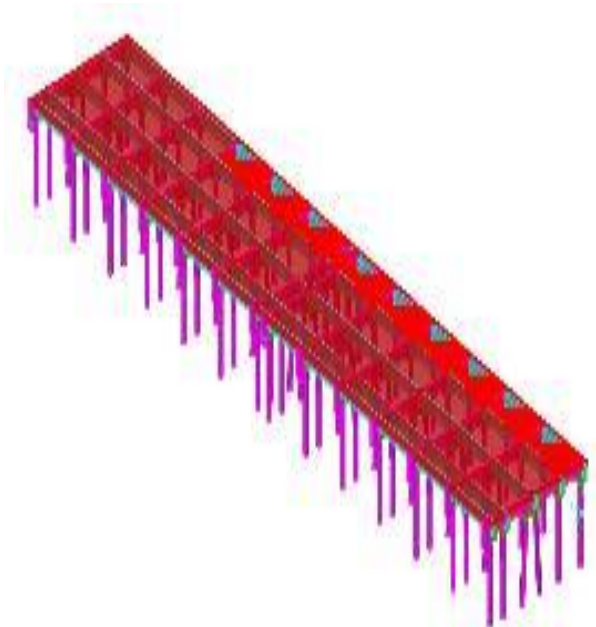
3) Data Arus

Data arus ditunjukkan pada Tabel 1. Kondisi Elevasi Pasang-Surut

Kondisi Muka Air	Simbol	Elevasi (m)
Highest Astronomical Tide	HAT	3,41
Higher High Water Level	HHWL	3,32
Mean Sea Level	MSL	1,66
Lower Low Water Level	LLWL	0
Lowest Astronomical Tide	LAT	0,08
Beda Pasang Surut		3,49



Gambar 7. Hasil evaluasi layout dermaga.



Gambar 8. Pemodelan jetty pada SAP2000.

Tabel 2

4) *Data Angin*

Data angin diolah berdasarkan, ditunjukkan pada

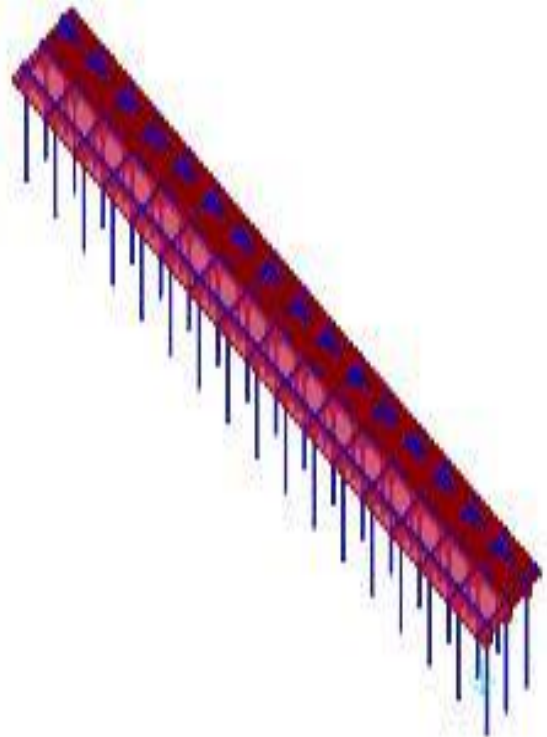
5) *Data Gelombang*

Data gelombang didapatkan dengan beberapa langkah. Pertama, dilakukan dengan peramalan berdasarkan data angin dan *fetch* efektif, lalu didapatkan tinggi gelombang signifikan dari tiap arah mata angin.

Kedua, dilanjutkan dengan analisis menggunakan metode *weibull* dan *gumbel* untuk mendapatkan tinggi gelombang untuk tiap periode ulang (dari 2, 5, 10, hingga 100 tahun). Terakhir, dari tiap data tersebut diambil nilai tinggi

Tabel 7.
Hasil Evaluasi *Layout* Dermaga

Fasilitas Perairan	Uraian	Kondisi			
		Eksisting	Satuan	Evaluasi	Satuan
Dermaga	Panjang	-	m	125	m
	Lebar	25	m	21,5	m
	Elevasi	-	+m	5,5	+m LAT
Trestle			LAT		
	Panjang	-	m	122,5	m
	Lebar	8	m	15,5	m
	Lebar	-	+m	5,5	+m LAT
			LAT		



Gambar 9. Pemodelan *trestle* pada SAP2000.

gelombang paling kritis dan nilai R mendekati 1 (dimana, data tersebut adalah data gelombang dari arah Barat Daya), kemudian dianalisis dengan pertimbangan refr aksi akibat perubahan elevasi *seabed* untuk mendapatkan tinggi gelombang yang terjadi tepat di depan dermaga.

Pada analisis ini, diambil data tinggi gelombang pada rentang kedalaman dari -10 m LAT s/d -4 m LAT seperti pada Tabel 3.

Rekapitulasi Kecepatan Angin di Area Terminal Khusus PLTU Timor-1

Kecepatan Angin pada Elevasi 10 m (m/s)

Tahun	Timur Laut	Utara	Barat Laut	Barat	Barat Daya	Selatan	Tenggara
2013	0,00	0,00	11,26	9,52	8,39	9,27	9,94
2014	0,00	0,00	0,00	10,49	9,85	11,81	12,26
2015	0,00	0,00	0,00	9,48	8,19	8,35	9,54
2016	0,00	0,00	9,97	9,88	8,09	8,45	10,28
2017	0,00	8,54	9,91	10,68	9,36	9,43	10,14
2018	0,00	0,00	8,81	10,42	8,92	9,37	10,05
2019	0,00	0,00	6,81	11,37	8,95	10,09	10,34
2020	4,68	5,11	10,44	9,47	9,19	9,58	9,37
2021	0,00	0,00	8,95	11,37	10,3	10,34	8,66
2022	0,00	2,92	3,05	10,44	9,57	9,62	7,28
Maks	4,68	8,54	11,26	11,37	10,3	11,81	12,26

Tabel 4.

6) *Data Tanah*

Analisa data tanah yang dilakukan pada sub-bab terbatas pada penyajian data N-SPT dan rerata nilai N-SPT untuk mengetahui klasifikasi jenis tanah yang ada berdasarkan SNI 1726:2020.

Data tanah ditunjukkan pada Gambar 4.

7) *Data Kapal*

Spesifikasi rencana kapal (Gambar 5) yang digunakan adalah sebagai berikut.

- a. Dead Weight Tonnage (DWT) = 12000 MT
- b. LOA = 100,58 m
- c. Breadth (b) = 30,48 m
- d. Maks. Draft (d) = 4,5 m
- e. *Side Walls* = 3,4 m

Tabel 8.

Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Plat Struktur *Trestle*

Jenis	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Tulangan yang Dipakai								Kontrol Lendutan				
				Tumpuan X			Tumpuan Y			Lapangan X			Lapangan Y			
P1 (Plat Eksterior Kantilever)	2500	1250	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	OK
	2750	1250	300	D 13	-	200	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	OK
	5000	1250	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	OK
	5250	1250	300	D 13	-	125	D 13	-	200	D 13	-	300	D 13	-	300	OK
	7500	2500	300	D 16	-	150	D 16	-	150	D 16	-	300	D 16	-	300	OK
P2	7500	2750	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	OK
	7500	5000	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	OK
	7500	5250	300	D 16	-	150	D 16	-	200	D 16	-	300	D 16	-	300	OK

Tabel 9.

Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Plat Struktur *Jetty*

Jenis	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Tulangan yang Dipakai								Kontrol Lendutan				
				Tumpuan X			Tumpuan Y			Lapangan X			Lapangan Y			
P1 (Plat Eksterior Kantilever)	1000	1000	300	D 13	-	300	D 13	-	200	D 13	-	300	D 13	-	200	OK
	3000	1000	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	OK
	5000	1000	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	OK
	6250	1000	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	OK
	10000	1000	300	D 16	-	125	D 16	-	200	D 16	-	125	D 16	-	300	OK
P2	3000	3000	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	OK
	5000	3000	300	D 16	-	300	D 16	-	150	D 16	-	300	D 16	-	150	OK
	6250	3000	300	D 16	-	300	D 16	-	300	D 16	-	300	D 16	-	300	OK
P3	3000	10000	300	D 16	-	450	D 16	-	300	D 16	-	450	D 16	-	300	OK
	5000	10000	300	D 16	-	150	D 16	-	125	D 16	-	250	D 16	-	125	OK
	6250	10000	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	D 13	-	300	OK

Tabel 10.

Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Balok Struktur *Jetty*

Jenis	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tulangan Lentur						Tulangan Geser						Tulangan Torsi					
				Tumpuan			Lapangan			Tumpuan			Lapangan								
				D	s	-	D	s	-	D	s	-	D	s	-						
B1 (Memanjang)	1000	1200	800	5	-	D 32	5	-	D 32	5	-	D 32	ø 22	-	150	ø 22	-	300	8	-	D 32
	3000	1200	800	5	-	D 32	5	-	D 32	5	-	D 32	ø 22	-	150	ø 22	-	300	8	-	D 32
	10000	1200	800	5	-	D 32	5	-	D 32	5	-	D 32	ø 22	-	150	ø 22	-	300	8	-	D 32
B2 (Melintang)	1000	1200	800	6	-	D 32	6	-	D 32	6	-	D 32	ø 22	-	150	ø 22	-	300	8	-	D 32
	3000	1200	800	6	-	D 32	6	-	D 32	6	-	D 32	ø 22	-	150	ø 22	-	300	8	-	D 32
	5000	1200	800	6	-	D 32	6	-	D 32	6	-	D 32	ø 22	-	150	ø 22	-	300	8	-	D 32
	6250	1200	800	6	-	D 32	6	-	D 32	6	-	D 32	ø 22	-	150	ø 22	-	300	8	-	D 32
B3 (Fender)	1000	2500	300	D 19	-	150	D 19	-	150	ø 12	-	150	ø 12	-	150	ø 12	-	350	Tidak Butuh Tulangan Torsi		
	3000	2500	300	D 19	-	150	D 19	-	150	ø 12	-	150	ø 12	-	150	ø 12	-	350	Tidak Butuh Tulangan Torsi		
	10000	2500	300	D 19	-	150	D 19	-	150	ø 12	-	150	ø 12	-	150	ø 12	-	350	Tidak Butuh Tulangan Torsi		

Tabel 11.

Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Balok Struktur *Trestle*

Jenis	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tulangan Lentur						Tulangan Geser						Tulangan Torsi		
				Tumpuan			Lapangan			Tumpuan			Lapangan					
				D	s	-	D	s	-	D	s	-	D	s	-			
B1 (Melintang)	2500	600	400	3	-	D 19	3	-	D 19	ø 10	-	150	ø 10	-	350	Tidak Butuh Tulangan Torsi		
	2750	600	400	3	-	D 19	3	-	D 19	ø 10	-	150	ø 10	-	350	Tidak Butuh Tulangan Torsi		
	5000	600	400	3	-	D 19	3	-	D 19	ø 10	-	150	ø 10	-	350	Tidak Butuh Tulangan Torsi		
	5250	600	400	3	-	D 19	3	-	D 19	ø 10	-	150	ø 10	-	350	Tidak Butuh Tulangan Torsi		
B2 (Memanjang)	1250	900	600	4	-	D 32	4	-	D 32	ø 10	-	150	ø 10	-	350	Tidak Butuh Tulangan Torsi		
	7500	900	600	4	-	D 32	4	-	D 32	ø 10	-	150	ø 10	-	350	Tidak Butuh Tulangan Torsi		

Tabel 12.

Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Penyaluran

	Tulangan Penyaluran (mm)			Panjang Penyaluran (mm)			
	D	s	-	D	s	-	
Jetty	8	-	D	-	-	32	1250
Trestle	4	-	D	-	-	32	1250

Tabel 13.

Rekapitulasi Perencanaan Kedalaman Tiang Pancang

Jenis	Gaya	Momen			Kedalaman Pemancangan (m)	Daya Dukung (kN)		
		Tarik (kN)	Tekan (kN)	Mx (kN.m)		My (kN.m)	Tarik (kN)	Tekan (kN)
Jetty	Tunggal	-	1975	562	636	5	438	3978
	Ganda	402,8	2073	578	629			
Trestle	Tunggal	-	730	62	147	2	177	3498

- f. Dimensi Dek = 91,4 m x 23,4 m
- g. Freeboard = 1,6 m
- 8) Data Alat

Data alat yang digunakan pada kegiatan operasional bongkar-muat PLTU Timor-1 ditunjukkan pada Gambar 6 dengan tambahan sebagai berikut.

- a. Jumlah alat *Coal Barge Unloader* = 2 unit

Tabel 14.
Rekapitulasi Kontrol Kekuatan Tiang Pancang

	Jetty			Trestle
	Kondisi yang Terjadi	Kondisi Izin	Keterangan	Kondisi yang Terjadi
Kontrol Defleksi (mm)	12,1	35	OK	7,2
Kontrol Momen (KN.m)	636	3144,33	OK	147
Kontrol Aksial (KN)	2072,6	4348,246	OK	730
Kontrol Geser (KN)	121	4238,417	OK	29
Kontrol Tegangan Kekuatan Bahan (Mpa)	105,9917	490	OK	44,81736
Kontrol Tiang Pancang saat Berdiri Sendiri (s)	1,929683	3,217923	OK	1,929683

Tabel 15.
Rekapitulasi Perencanaan Tulangan *Pilecap*

Struktur	Jenis Tiang Pancang	Dimensi		Tulangan Arah X			Tulangan Arah Y				
		Panjang (mm)	Lebar (mm)								
Jetty	Tunggal (PC1)	1600	1600	D	32	-	110	D	32	-	110
	Ganda (PC2)	1600	3600	D	32	-	110	D	32	-	110
Trestle	Tunggal (PCT1)	1400	1400	D	32	-	100	D	32	-	100

Tabel 16.
Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Penunjang *Pilecap* dan Tiang Pancang

Struktur	Jenis Tiang Pancang	Tulangan Penyaluran			Tulangan Spiral		Kedalaman Pengcoran Beton		Base Plate		
		Jumlah	Panjang (mm)		Jumlah		Panjang (mm)		Tebal (mm)	Pengait	
Jetty	Tunggal	6	D - 32	1250	∅ 12	- 75	s/d - 1 M LAT		10	2	- ∅ 22
	Ganda	6	D - 32	1250	∅ 12	- 75	s/d - 1 M LAT		10	2	- ∅ 22
Trestle	Tunggal	5	D - 32	1250	∅ 12	- 75	s/d - 1 M LAT		10	2	- ∅ 22

Tabel 17.
Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

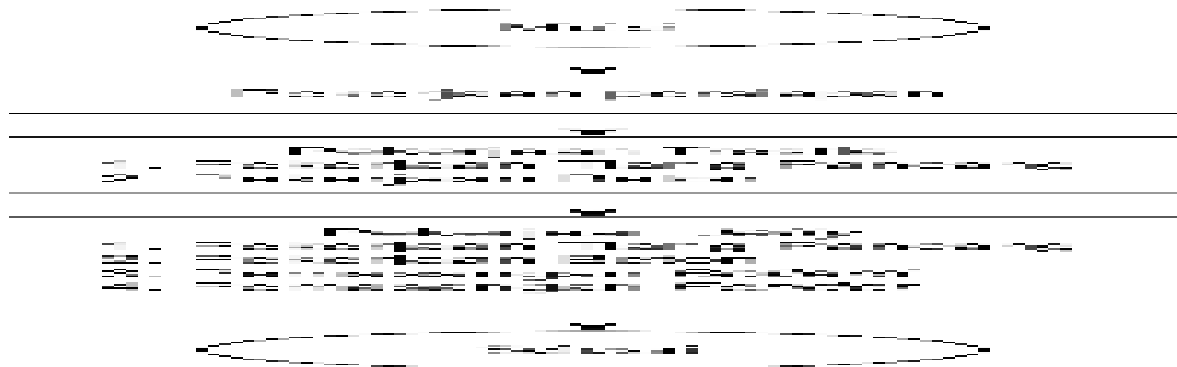
Rekapitulasi Biaya		
No	Uraian Pekerjaan	Harga Pekerjaan
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 1.115.176.693
2	Pekerjaan Konstruksi Trestle	Rp 19.871.163.400
3	Pekerjaan Konstruksi Jetty	Rp 68.324.303.257
	Total	Rp 89.310.643.350
	Ppn 10%	Rp 8.931.064.335
	Jumlah Akhir	Rp 98.241.707.685
	Jumlah Akhir (Pembulatan)	Rp 98.241.708.000

Tabel 18.
Hasil Perencanaan Struktur

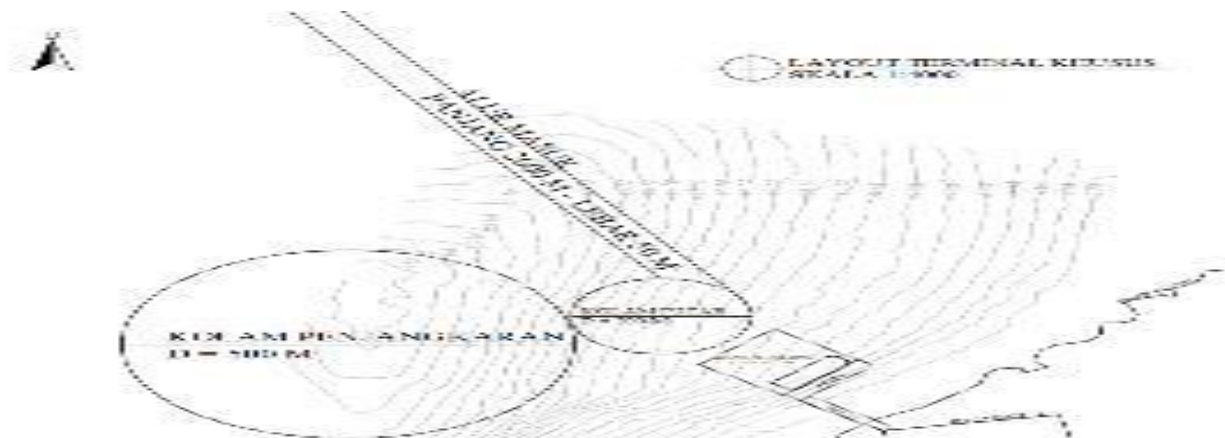
Trestle						
Dimensi Struktur (<i>Trestle</i>)	122,5	x	15,5	m		
Elevasi Permukaan	+5,5			m LAT		
Selimit Beton	7			cm		
Tebal Plat Lantai	30			cm		
Dimensi balok melintang	40	x	60	cm		
Dimensi balok memanjang	60	x	90	cm		
Pile cap tunggal	140	x	140	x	175	cm
Mutu beton	f _c	40				
Mutu baja pancang	SKK	490				
Jenis baja tulangan	BJTP	280	&	BJTS	420B	
Tulangan plat	D	13	&	D	16	
Tulangan lentur	D	19	&	D	32	
Tulangan geser	∅	10				
Tiang pancang	SPP	∅700				
Kedalaman tiang tegak	-2	s/d	-5	m LAT		
Dimensi Struktur (<i>Jetty</i>)	22,5	x	125	m		
Elevasi Permukaan	+5,5			m LAT		
Selimit Beton	7			cm		
Tebal Plat Lantai	30			cm		
Dimensi balok melintang	80	x	120	cm		
Dimensi balok memanjang	80	x	120	cm		
Pile cap tunggal	160	x	160	x	175	cm
Pile cap ganda	160	x	360	x	175	cm
Mutu beton	f _c	40				
Mutu baja pancang	SKK	490				
Jenis baja tulangan	BJTP	280	&	BJTS	420B	
Tulangan plat	D	13	&	D	16	
Tiang pancang	SPP	∅800				
Kedalaman tiang tegak	-8	s/d	-10	m LAT		
<i>Fender</i>	SCN 1000 F3.0 + Frontal Pad 3,5 x 5 m					
<i>Bollard</i>	Tee Bollard 80 T					

Tabel 19.
Hasil Evaluasi *Layout* Perairan & Dermaga PLTU Timor-1

Fasilitas Perairan	Uraian	Kondisi			
		Eksisting	Satuan	Evaluasi	Satuan
Areal Penjangkaran	Kedalaman	20	-m LAT	20	-m LAT
	Luas	80	Ha	31	Ha
Alur Masuk	Kedalaman	7	-m LAT	15	-m LAT
	Panjang	2601,74	m	2601,74	m
Kolam Putar	Lebar	150	m	50	m
	Kedalaman	7	-m LAT	15	-m LAT
Kolam Pelabuhan	Diameter	400	M	200	m
	Kedalaman	5,4	-m LAT	5,4	-m LAT
	Luas	2,73	Ha	1,5625	Ha
Dermaga	Panjang	181	m	125	m
	Lebar	150	m	125	m
	Panjang	-	m	125	m
Trestle	Lebar	25	m	21,5	m
	Elevasi	-	+m LAT	5,5	+m LAT
Trestle	Panjang	-	m	122,5	m
	Lebar	8	m	15,5	m
	Elevasi	-	+m LAT	5,5	+m LAT



Gambar 10. Diagram alir metode pelaksanaan.



Gambar 11. Hasil evaluasi *layout* perairan.

- b. Berat *Coal Barge Unloader* = 715 ton
- c. Kapasitas *Coal Barge Unloader* = 750 t/jam
- d. Lebar *Belt Conveyor* = 2200 mm
- e. Berat *Belt Conveyor* = 0,84 t/m
- f. Kecepatan *Belt Conveyor* = 2,5 m/s

9) *Data Layout Eksisting Masterplan*

Data *layout* fasilitas perairan dan dermaga eksisting ditampilkan pada Tabel 3. Rekapitulasi Kecepatan Angin di Area Terminal Khusus PLTU Timor-1

Tahun	Kecepatan Angin pada Elevasi 10 m (m/s)						
	Utar Laut	Barat Laut	Barat Daya	Selatan	Tenggara	Tenggara Laut	Tenggara
2013	0,00	0,00	11,26	9,52	8,39	9,27	9,94

2014	0,00	0,00	0,00	10,49	9,85	11,81	12,26
2015	0,00	0,00	0,00	9,48	8,19	8,35	9,54
2016	0,00	0,00	9,97	9,88	8,09	8,45	10,28
2017	0,00	8,54	9,91	10,68	9,36	9,43	10,14
2018	0,00	0,00	8,81	10,42	8,92	9,37	10,05
2019	0,00	0,00	6,81	11,37	8,95	10,09	10,34
2020	4,68	5,11	10,44	9,47	9,19	9,58	9,37
2021	0,00	0,00	8,95	11,37	10,3	10,34	8,66
2022	0,00	2,92	3,05	10,44	9,57	9,62	7,28
Maks	4,68	8,54	11,26	11,37	10,3	11,81	12,26

Tabel 4.

Tinggi Gelombang pada Tiap Kedalaman di Area PLTU Timor-1

Kedalaman (-m LAT)	Tinggi Gelombang (m)
10	1,54
9	1,52
8	1,51
7	1,51
6	1,52
5	1,54
4	1,57

Tabel 5

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Evaluasi Layout

Evaluasi layout dilakukan untuk menguji kelayakan dimensi dan spesifikasi dimensi fasilitas, untuk layout perairan untuk layout dermaga, terhadap kapal barge 12000 DWT [2-4].

1) Layout Perairan.

Hasil evaluasi layout perairan seperti area penjangkaran, alur masuk, kolam putar, dan kolam dermaga dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 7. Dimana Tabel 6 dan Gambar 7 merepresentasikan layout perairan yang bagus.

2) Layout Dermaga

Hasil evaluasi layout dermaga seperti jetty dan trestle dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 8.

B. Perencanaan Struktur

Perencanaan struktur dermaga meliputi pemodelan pada SAP2000 dan kontrol desain pemodelan, perencanaan plat, perencanaan balok, perencanaan kolom virtual, dan perencanaan pondasi [2], [4], [5].

1) Pemodelan pada SAP 2000 dan Kontrol Desain.

Hasil pemodelan pada SAP 2000 didapatkan setelah dikontrol terhadap beberapa parameter, yang ditampilkan pada Gambar 9 dan Gambar 10 [6].

2) Perencanaan Plat

Perencanaan plat tentang kebutuhan tulangan, serta kontrol lendutan yang ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 8. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Plat Struktur Trestle

P a L T n e e r o l l e v o l v e r)	Tulangan yang Dipakai				K o n t r o l l e n d u t a n
	Tumpuan X	Tumpuan Y	Lapangan X	Lapangan Y	
P 2 1 3	1 3	3	3	3	O
l 5 2 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	K
(0 5 0	0	0	0	0	
P 0 0 0					
l 2 1 3	1 2	3	3	3	O
a 7 2 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	K
t 5 5 0	0	0	0	0	
E 0 0 0					
k 5 1 3	1 3	3	3	3	O
s 0 2 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	K
t 0 5 0	0	0	0	0	
e 0 0 0					
r 5 1 3	1 1	2	3	3	O
i 2 2 0	D 1 - 2	D 1 - 0	D 1 - 3	D 1 - 0	K
o 5 5 0	5	0	0	0	
r 0 0 0					

K	7	2	3	1	1	1	3	3	3	O
a	5	5	0	D 1	-	5	D 1	-	5	D 1
n	0	0	0	6	-	0	6	-	0	6
t	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0
i										
l	7	2	3	1	3	3	3	3	3	O
e	5	7	0	D 1	-	0	D 1	-	0	D 1
v	0	5	0	3	-	0	3	-	0	3
e	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0
r										
)										
	7	5	3	1	3	3	3	3	3	O
	5	0	0	D 1	-	0	D 1	-	0	D 1
	0	0	0	3	-	0	3	-	0	3
	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0
P										
2	7	5	3	1	2	3	3	3	3	O
	5	2	0	D 1	-	0	D 1	-	0	D 1
	0	5	0	6	-	0	6	-	0	6
	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0

Tabel 9.

3) Perencanaan Balok

Perencanaan balok berisi tentang kebutuhan tulangan dan kontrol lendutan yang ditunjukkan pada Tabel 8. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Plat Struktur Trestle

P a L T n e e r o l l e v o l v e r)	Tulangan yang Dipakai				K o n t r o l l e n d u t a n					
	Tumpuan X	Tumpuan Y	Lapangan X	Lapangan Y						
P 2 1 3	1 3	3	3	3	O					
l 5 2 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	K					
(0 5 0	0	0	0	0						
P 0 0 0										
l 2 1 3	1 2	3	3	3	O					
a 7 2 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	K					
t 5 5 0	0	0	0	0						
E 0 0 0										
k 5 1 3	1 3	3	3	3	O					
s 0 2 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	K					
t 0 5 0	0	0	0	0						
e 0 0 0										
r 5 1 3	1 1	2	3	3	O					
i 2 2 0	D 1 - 2	D 1 - 0	D 1 - 3	D 1 - 0	K					
o 5 5 0	5	0	0	0						
r 0 0 0										
K 7 2 3	1	1	3	3	O					
a 5 5 0	D 1	-	5	D 1	-					
n 0 0 0	6	-	0	6	-					
t 0 0 0	0	-	0	0	-					
i										
l	7	2	3	1	3	3	3	3	O	
e	5	7	0	D 1	-	0	D 1	-	0	D 1
v	0	5	0	3	-	0	3	-	0	3
e	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0
r										
)										
	7	5	3	1	3	3	3	3	3	O
	5	0	0	D 1	-	0	D 1	-	0	D 1
	0	0	0	3	-	0	3	-	0	3
	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0
P										
2	7	5	3	1	2	3	3	3	3	O
	5	2	0	D 1	-	0	D 1	-	0	D 1
	0	5	0	6	-	0	6	-	0	6
	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0

Tabel 9.

Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Plat Struktur Jetty

J e n j a a s n (	Tulangan yang Dipakai				K o n t r o			
	Tumpuan X	Tumpuan Y	Lapangan X	Lapangan Y				
P	2	1	3	3	O			
a	5	2	0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	K
e	0	5	0	0	0	0	0	
n	0	0	0					
j	2	1	3	1	2	3	3	O
a	7	2	0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	K
a	5	5	0	0	0	0	0	
s	0	0	0					
n	5	1	3	1	3	3	3	O
(	0	2	0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	D 1 - 0	K
	0	5	0	0	0	0	0	
	0	0	0					
	5	1	3	1	1	2	3	O
	2	2	0	D 1 - 2	D 1 - 0	D 1 - 3	D 1 - 0	K
	0	5	0	5	0	0	0	
	0	0	0					

g m m (m m m)) m)	1 L e n d u t a n
P 1 1 1 0 0 3 3 2 3 2 (0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 O P 0 0 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 K l 3 1 a 0 0 3 3 3 3 3 t 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 O E 0 0 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 K k 5 1 s 0 0 3 3 3 3 3 t 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 O e 0 0 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 K r 6 1 i 2 0 3 3 3 3 3 o 5 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 O r 0 0 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 K K a n t i l e v e r) 0 0 0 1 2 1 0 1 2 1 0 O 0 0 0 D 6 - 5 D 6 - 0 D 6 - 5 D 6 - 0 K 3 3 0 0 3 3 3 3 3 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 O 0 0 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 K 5 3 P 0 0 3 3 1 3 1 2 0 0 0 1 0 1 5 1 0 1 5 O 0 0 0 D 6 - 0 D 6 - 0 D 6 - 0 D 6 - 0 K 6 3 2 0 3 3 3 3 3 5 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 O 0 0 0 D 6 - 0 D 6 - 0 D 6 - 0 D 6 - 0 K 1 3 0 0 0 3 4 3 4 3 0 0 0 1 5 1 0 1 5 1 0 O 0 0 0 D 6 - 0 D 6 - 0 D 6 - 0 D 6 - 0 K P 1 3 5 0 0 0 3 1 1 2 1 0 0 0 1 5 1 2 1 5 1 2 O 0 0 0 D 6 - 0 D 6 - 5 D 6 - 0 D 6 - 5 K 1 6 0 2 0 3 3 3 3 3 5 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 O 0 0 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 D 3 - 0 K	

Tabel 10. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Balok Struktur Jetty

P a n j e n n i g (m m m))	Tulangan Lentur		Tulangan Geser		Tulangan Torsi
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	
B 1 1 8 1 0 2 0 5 - D 3 2 5 - D 3 2 ø 2 - 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2					

(0 0 M 0 0 e 3 1 m 0 2 8 a 0 0 5 - D 3 2 5 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 - 0 0 0	1 j 0 2 8 a 0 0 5 - D 3 2 5 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 n 0 0 0
B 1 1 8 2 0 2 0 6 - D 3 2 6 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 (0 0 0 0	1 j 0 2 8 a 0 0 5 - D 3 2 5 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 n 0 0 0
M 0 0 0 e 3 1 8 l 0 2 0 6 - D 3 2 6 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 i 0 0 0 0	1 j 0 2 8 a 0 0 5 - D 3 2 5 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 n 0 0 0
- 5 1 8 t 0 2 0 6 - D 3 2 6 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 a 0 0 0 0	1 j 0 2 8 a 0 0 5 - D 3 2 5 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 n 0 0 0
g 6 1 8) 2 2 0 6 - D 3 2 6 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 5 0 0 0	1 j 0 2 8 a 0 0 5 - D 3 2 5 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 n 0 0 0
B 1 2 3 3 0 5 0 D 1 9 - 5 0 D 1 9 - 5 0 ø 2 - 1 5 ø 2 - 5 0	1 j 0 2 8 a 0 0 5 - D 3 2 5 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 n 0 0 0
(0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 3 n 0 5 0 D 1 9 - 5 0 D 1 9 - 5 0 ø 2 - 1 5 ø 2 - 5 0 d 0 0 0 0	1 j 0 2 8 a 0 0 5 - D 3 2 5 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 n 0 0 0
0 0 0 e 1 2 3) 0 5 0 D 1 9 - 5 0 D 1 9 - 5 0 ø 2 - 1 5 ø 2 - 5 0 0 0 0 0	1 j 0 2 8 a 0 0 5 - D 3 2 5 - D 3 2 ø 2 - 1 5 ø 2 - 0 8 - D 3 2 n 0 0 0

dan Tabel 8. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Plat Struktur Trestle

P a L T n e e J j b b e a a a l n r l i g (m m m m))	Tulangan yang Dipakai				K o n t r o l L e n d u t a n
	Tumpuan X	Tumpuan Y	Lapangan X	Lapangan Y	
P 2 1 3 1 5 2 0 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 O (0 5 0 0					K
P 0 0 0 l 2 1 3 a 7 2 0 D 1 3 - 0 2 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 O t 5 5 0 0					K
E 0 0 0 k 5 1 3 s 0 2 0 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 O t 0 5 0 0					K
r 5 1 3 i 2 2 0 D 1 3 - 1 1 D 1 3 - 2 2 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 O o 5 5 0 0					K
r 0 0 0 K 7 2 3 a 5 5 0 D 1 6 - 1 1 D 1 6 - 5 5 D 1 6 - 0 3 D 1 6 - 0 3 O n 0 0 0 0					K
t 0 0 0 l 7 2 3 e 5 7 0 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 O v 0 5 0 0					K
r 0 0 0) P 7 5 3 2 5 0 0 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 D 1 3 - 0 3 O 0 0 0 0					K

n 0	g 0	) 5	6 4	2 0 0 3	D 1 3 -	D 1 3 -	1 1 -	1 1 -	1 1 -	3 3
B 1	2 2	(5	0 0 0 4	D 3 4 -	D 3 4 -	1 1 -	1 1 -	1 1 -	1 1 -	3 3
M 0	0 0 0	) 0								
e m										
- a	7 9 6		3 4 -	D 3 4 -	D 3 4 -	1 1 -	1 1 -	1 1 -	1 1 -	3 3
n 5	0 0 0 4	D 2	4 -	D 2 0 -	D 2 0 -	1 1 -	1 1 -	1 1 -	1 1 -	3 3
j 0	0 0 0									
a 0										
n g										
)										

r 5	1 3	2 2 3	D 1 -	D 1 -	2 2	D 1 -	D 1 -	3 3	3 3	O K
i 2	2 0	5 5 0	D 3 -	D 3 -	0 0	D 3 -	D 3 -	0 0	0 0	O K
o 0	0 0	0 0 0								
r 7	2 3	7 2 3	D 1 -	D 1 -	1 1	D 1 -	D 1 -	3 3	3 3	O K
K 5	5 0	5 5 0	D 6 -	D 6 -	0 0	D 6 -	D 6 -	0 0	0 0	O K
a 0	0 0	0 0 0								
n 0	0 0	0 0 0								
t 7	2 3	7 2 3	D 1 -	D 1 -	3 3	D 1 -	D 1 -	3 3	3 3	O K
t 5	7 0	5 7 0	D 3 -	D 3 -	0 0	D 3 -	D 3 -	0 0	0 0	O K
v 0	5 0	0 5 0								
e 0	0 0	0 0 0								
r 7	5 3	7 5 3	D 1 -	D 1 -	3 3	D 1 -	D 1 -	3 3	3 3	O K
) 5	0 0	0 0 0	D 3 -	D 3 -	0 0	D 3 -	D 3 -	0 0	0 0	O K
P 0	0 0	0 0 0								
2 7	5 3	7 5 3	D 1 -	D 1 -	1 2	D 1 -	D 1 -	3 3	3 3	O K
5 2	0 0	5 2 0	D 6 -	D 6 -	0 0	D 6 -	D 6 -	0 0	0 0	O K
0 5	0 0	0 5 0								
0 0	0 0	0 0 0								

Tabel 12. Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Penyaluran

	Tulangan Penyaluran (mm)		Panjang (mm)	Penyaluran
Jetty	8	D -	32	1250
Trestle	4	D -	32	1250

Tabel 13. Rekapitulasi Perencanaan Kedalaman Tiang Pancang

Jenis	Gaya		Momen		Kedalaman Pemancang (m)	Daya Dukung (kN)	
	Tarik (kN)	Tekan (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)		Tarik (kN)	Tekan (kN)
Jetty	-	1975	562	636	5	438	3978
	402,8	2073	578	629			
Trestle	-	730	62	147	2	177	3498

4) Perencanaan Kolom Virtual

Perencanaan kolom virtual berisi tentang kebutuhan tulangan penyaluran yang ditunjukkan pada Tabel 8. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lenturan pada Plat Struktur Trestle

	Tulangan yang Dipakai				Kontrol Lenturan
	Tumpuan X	Tumpuan Y	Lapangan X	Lapangan Y	
P 2	1 3	3	3	3	O K
l 5	2 0	D 1 -	D 1 -	D 1 -	0 0
(0	5 0	0 0	0 0	0 0	0 0
P 0	0 0				
l 2	1 3	3	3	3	O K
a 7	2 0	D 1 -	D 1 -	D 1 -	0 0
t 5	5 0	0 0	0 0	0 0	0 0
E 0	0 0				
k 5	1 3	3	3	3	O K
s 0	2 0	D 1 -	D 1 -	D 1 -	0 0
t 0	5 0	0 0	0 0	0 0	0 0
e 0	0 0				

Tabel 9. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lenturan pada Plat Struktur Jetty

	Tulangan yang Dipakai				Kontrol Lenturan
	Tumpuan X	Tumpuan Y	Lapangan X	Lapangan Y	
P 1	1 3	3	3	3	O K
l 0	0 0	1 0	1 0	1 0	0 0
(0	0 0	D 3 -	D 3 -	D 3 -	0 0
P 0	0 0				
l 3	1 3	3	3	3	O K
a 0	0 0	1 0	1 0	1 0	0 0
t 0	0 0	D 3 -	D 3 -	D 3 -	0 0
E 0	0 0				
k 5	1 3	3	3	3	O K
s 0	0 0	1 0	1 0	1 0	0 0
t 0	0 0	D 3 -	D 3 -	D 3 -	0 0
e 0	0 0				
r 6	1 3	3	3	3	O K
i 2	0 0	1 0	1 0	1 0	0 0
o 5	0 0	D 3 -	D 3 -	D 3 -	0 0
r 0	0 0				
K 1	1 3	3	3	3	O K
a 0	0 0	1 0	1 0	1 0	0 0
n 0	0 0	D 3 -	D 3 -	D 3 -	0 0
t 1	1 3	3	3	3	O K
i 0	0 0	1 0	1 0	1 0	0 0
e 0	0 0	D 3 -	D 3 -	D 3 -	0 0
r 0	0 0				
o 0	0 0	1 2	1 0	1 2	0 0
r 0	0 0	D 6 -	D 6 -	D 6 -	0 0
) 0	0 0				
3 3	3 3				
0 0	0 0	1 0	1 0	1 0	0 0
0 0	0 0	D 3 -	D 3 -	D 3 -	0 0
5 3	3 3				
P 0	0 0	3 1	3 3	3 1	O K
2 0	0 0	1 0	1 5	1 0	0 0
0 0	0 0	D 6 -	D 6 -	D 6 -	0 0
6 3	3 3				
2 0	3 3				
5 0	0 0	1 0	1 0	1 0	0 0
0 0	0 0	D 6 -	D 6 -	D 6 -	0 0

	1									
	3	0								
	0	0	3		4		3		4	3
	0	0	0	1	5	1	0	1	5	1
	0	0	0	D 6	- 0	D 6	- 0	D 6	- 0	D 6
	0	0	0							0 K
P	1									
5	0									
0	0	3		1		1		2		1
0	0	0	1	5	1	2	1	5	1	2
0	0	0	D 6	- 0	D 6	- 5	D 6	- 0	D 6	- 5
0	0	0								0 K
6	0									
2	0	3		3		3		3		3
5	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
0	0	0	D 3	- 0	D 3	- 0	D 3	- 0	D 3	- 0
0	0	0								0 K

Tabel 10.

Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Balok Struktur Jetty

P T L	Tulangan Lentur		Tulangan Geser		Tulangan Torsi							
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan								
B 1 1 (0 0 0 M 0 0 0 e 3 1 m 0 2 0 - 0 0 n 1 j 0 2 0 0 0 g 0 0 0 B 1 1 8 (0 0 0 M 0 0 0 e 3 1 i 0 2 0 0 0 - 5 1 t 0 2 0 0 0 g 6 1 8) 2 2 0 0 0 B 1 2 3 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0	8	5 - D 2	3	5 - D 2	2	1	2 - 5	0	2	3	8 - D 3	
B 2 0 2 0 (0 0 0 M 0 0 0 e 3 1 i 0 2 0 0 0 - 5 1 t 0 2 0 0 0 g 6 1 8) 2 2 0 0 0 B 1 2 3 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0	8	6 - D 2	3	6 - D 2	2	1	2 - 5	0	2	3	8 - D 3	
B 3 0 5 0 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0	3	D 9	1	1 - 5	D 9	1	1 - 5	0	1	1 - 5	3	Tidak Butuh Tulangan Torsi
B 3 0 5 0 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0	3	D 9	1	1 - 5	D 9	1	1 - 5	0	1	1 - 5	3	Tidak Butuh Tulangan Torsi

Tabel 11.

Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Balok Struktur Trestle

P T L	Tulangan Lentur		Tulangan Geser		Tulangan Torsi							
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan								
B 1 1 (0 0 0 M 0 0 0 e 3 1 m 0 2 0 - 0 0 n 1 j 0 2 0 0 0 g 0 0 0 B 1 1 8 (0 0 0 M 0 0 0 e 3 1 i 0 2 0 0 0 - 5 1 t 0 2 0 0 0 g 6 1 8) 2 2 0 0 0 B 1 2 3 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0	8	5 - D 2	3	5 - D 2	2	1	2 - 5	0	2	3	8 - D 3	
B 2 0 2 0 (0 0 0 M 0 0 0 e 3 1 i 0 2 0 0 0 - 5 1 t 0 2 0 0 0 g 6 1 8) 2 2 0 0 0 B 1 2 3 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0	8	6 - D 2	3	6 - D 2	2	1	2 - 5	0	2	3	8 - D 3	
B 3 0 5 0 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0	3	D 9	1	1 - 5	D 9	1	1 - 5	0	1	1 - 5	3	Tidak Butuh Tulangan Torsi
B 3 0 5 0 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0	3	D 9	1	1 - 5	D 9	1	1 - 5	0	1	1 - 5	3	Tidak Butuh Tulangan Torsi

	m	m	m	T o r s i
B 2 1 5 (0 0 0 M 0 0 0 e 2 1 7 - 5 0 0 i 0 n 5 t 0 0 0 a 0 0 0 n 0 g 5) 2 5 0 0 0 0 B 1 2 2 (5 0 0 0 M 0 0 0 e 5 7 9 6 j 5 0 0 0 a 0 0 0 n 0 g)	6	4	3	Tidak Butuh Tulangan Torsi
B 2 1 5 (0 0 0 M 0 0 0 e 2 1 7 - 5 0 0 i 0 n 5 t 0 0 0 a 0 0 0 n 0 g 5) 2 5 0 0 0 0 B 1 2 2 (5 0 0 0 M 0 0 0 e 5 7 9 6 j 5 0 0 0 a 0 0 0 n 0 g)	6	4	3	Tidak Butuh Tulangan Torsi
B 2 1 5 (0 0 0 M 0 0 0 e 2 1 7 - 5 0 0 i 0 n 5 t 0 0 0 a 0 0 0 n 0 g 5) 2 5 0 0 0 0 B 1 2 2 (5 0 0 0 M 0 0 0 e 5 7 9 6 j 5 0 0 0 a 0 0 0 n 0 g)	6	4	3	Tidak Butuh Tulangan Torsi
B 2 1 5 (0 0 0 M 0 0 0 e 2 1 7 - 5 0 0 i 0 n 5 t 0 0 0 a 0 0 0 n 0 g 5) 2 5 0 0 0 0 B 1 2 2 (5 0 0 0 M 0 0 0 e 5 7 9 6 j 5 0 0 0 a 0 0 0 n 0 g)	6	4	3	Tidak Butuh Tulangan Torsi

Tabel 12.

Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Penyaluran

	Tulangan Penyaluran (mm)		Panjang (mm)	Penyaluran
Jetty	8	D	32	1250
Trestle	4	D	32	1250

Tabel 13.

Rekapitulasi Perencanaan Kedalaman Tiang Pancang

Jenis	Gaya		Momen		Kedalaman Pemancang (m)	Daya Dukung (kN)	
	Tarik (kN)	Tekan (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)		Tarik (kN)	Tekan (kN)
Tunggal	-	1975	562	636	5	438	3978
Jetty	402,8	2073	578	629	5	438	3978
Trestle	-	730	62	147	2	177	3498

5) Perencanaan Pondasi

Perencanaan pondasi meliputi analisis daya dukung tanah di area PLTU Timor-1 dan perencanaan kedalaman pemancangan yang diperlukan (Tabel 8. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Plat Struktur Trestle

P L T	Tulangan yang Dipakai				K o n t r o l L e n d u t a n
	Tumpuan X	Tumpuan Y	Lapangan X	Lapangan Y	
B 1 1 (0 0 0 M 0 0 0 e 3 1 m 0 2 0 - 0 0 n 1 j 0 2 0 0 0 g 0 0 0 B 1 1 8 (0 0 0 M 0 0 0 e 3 1 i 0 2 0 0 0 - 5 1 t 0 2 0 0 0 g 6 1 8) 2 2 0 0 0 B 1 2 3 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0					
B 2 0 2 0 (0 0 0 M 0 0 0 e 3 1 i 0 2 0 0 0 - 5 1 t 0 2 0 0 0 g 6 1 8) 2 2 0 0 0 B 1 2 3 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0					
B 3 0 5 0 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0					
B 3 0 5 0 (0 0 0 F 0 0 0 e 3 2 n 0 5 0 d 0 0 0 e r) 1 2 3 0 5 0 0 0					

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D & 1 & -1 \\ 9 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D & 1 & -1 \\ 9 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \emptyset & 1 & -1 \\ 2 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \emptyset & 1 & -1 \\ 2 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \emptyset & 1 & -1 \\ 2 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \emptyset & 1 & -1 \\ 2 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

), kontrol kekuatan tiang pancang (Tabel 14), kebutuhan tulangan pada pilecap (Tabel 14).
Rekapitulasi Kontrol Kekuatan Tiang Pancang

Tabel 11.
 Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan dan Kontrol Lendutan pada Balok Struktur *Trestle*

P a n j a n g (m)	Tulangan Lentur		Tulangan Geser		T u l a n g a n
	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	
2,64	1,3	1,3	1,3	1,3	3
5,0	3,4	3,4	3,4	3,4	5
7,0	3,4	3,4	3,4	3,4	5
9,6	3,4	3,4	3,4	3,4	5
12,2	3,4	3,4	3,4	3,4	5

	Jetty		Trestle	
	Kondisi yang Terjadi	Kondisi Izin	Keterangan	Kondisi yang Terjadi
Kontrol Defleksi (mm)	12,1	35	OK	7,2
Kontrol Momen (KN.m)	636	3144,33	OK	147
Kontrol Aksial (KN)	2072,6	4348,246	OK	730
Kontrol Geser (KN)	121	4238,417	OK	29
Kontrol Tegangan Kekuatan Bahan (Mpa)	105,9917	490	OK	44,81736
Kontrol Tiang Pancang saat Berdiri Sendiri (s)	1,929683	3,217923	OK	1,929683

$$\begin{pmatrix} 2 & 6 & 4 \\ 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D & 1 & -1 \\ 9 & 3 & -3 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D & 1 & -1 \\ 9 & 3 & -3 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \emptyset & 1 & -1 \\ 0 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \emptyset & 1 & -1 \\ 0 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \emptyset & 1 & -1 \\ 0 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \emptyset & 1 & -1 \\ 0 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Tabel 15.
 Rekapitulasi Perencanaan Tulangan *Pilecap*

Struktur	Jenis Tiang Pancang	Dimensi		Tulangan Arah X	Tulangan Arah Y
		Panjang (mm)	Lebar (mm)		
Jetty	Tunggal (PC1)	1600	1600	D 3 - 1 2 - 0	D 3 - 1 2 - 0
	Ganda (PC2)	1600	3600	D 3 - 1 2 - 0	D 3 - 1 2 - 0
Trestle	Tunggal (PCT1)	1400	1400	D 3 - 1 2 - 0	D 3 - 1 2 - 0

Tabel 12.
 Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Penyaluran

	Tulangan Penyaluran (mm)		Panjang (mm)	Penyaluran
Jetty	8	D -	32	1250
Trestle	4	D -	32	1250

Tabel 16.
 Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Penunjang *Pilecap* dan Tiang Pancang

Jenis	Tulangan Penyaluran	Tulangan Spiral	Kedalaman Pemancang (m)	Daya Dukung (kN)	Kedalaman Beton		Base Plate	
					Pengcoran	Base Plate		
Jetty	6	D - 3	12	50	1 - 7	1 - 5	s/d - 1 M LAT	1 2 - 2
Trestle	5	D - 3	12	50	1 - 7	1 - 5	s/d - 1 M LAT	1 2 - 2

Tabel 13.
 Rekapitulasi Perencanaan Kedalaman Tiang Pancang

Jenis	Gaya		Momen		Kedalaman Pemancang (m)	Daya Dukung (kN)	
	Tarik (kN)	Tekan (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)		Tarik (kN)	Tekan (kN)
Jetty	-	1975	562	636	5	438	3978
Trestle	-	730	62	147	2	177	3498

), dan beberapa kebutuhan tulangan penunjang *pilecap* dan tiang pondasi (Tabel 14).
Rekapitulasi Kontrol Kekuatan Tiang Pancang

	Jetty	Trestle
Kontrol Kekuatan Tiang Pancang	1,929683	1,929683

	Kondisi yang Terjadi	Kondisi Izin	Keterangan	Kondisi yang Terjadi
Kontrol Defleksi (mm)	12,1	35	OK	7,2
Kontrol Momen (KN.m)	636	3144,33	OK	147
Kontrol Aksial (KN)	2072,6	4348,246	OK	730
Kontrol Geser (KN)	121	4238,417	OK	29
Kontrol Tegangan Kekuatan Bahan (Mpa)	105,9917	490	OK	44,81736
Kontrol Tiang Pancang saat Berdiri Sendiri (s)	1,929683	3,217923	OK	1,929683

Tabel 15. Rekapitulasi Perencanaan Tulangan *Pilecap*

Struktur	Jenis Tiang Pancang	Dimensi		Tulangan Arah X	Tulangan Arah Y
		Panjang (mm)	Lebar (mm)		
Jetty	Tunggal (PC1)	1600	1600	D 3/2 - 1/0	D 3/2 - 1/0
	Ganda (PC2)	1600	3600	D 3/2 - 1/0	D 3/2 - 1/0
Trestle	Tunggal (PCT1)	1400	1400	D 3/2 - 1/0	D 3/2 - 1/0

Tabel 16).

C. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan konstruksi dari Terminal Khusus PLTU Timor-1 ditunjukkan pada Gambar 11.

D. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya disusun dari harga material dan upah setempat dan analisa harga satuan pekerjaan. Harga material dan upah setempat didasarkan pada survei harga lokal, juga mempertimbangkan inflasi dan indeks kemahalan konstruksi.

Sedangkan untuk analisa harga satuan pekerjaan didasarkan pada Kementerian Perhubungan No. 78 Tahun 2014. Rekapitulasi anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan terminal khusus PLTU Timor-1 dapat dilihat pada Tabel 17.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil analisis, evaluasi, serta perencanaan dan perhitungan yang sudah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut; (1) Hasil evaluasi *layout* perairan dan dermaga seperti pada **Error! Reference source not found.**; (2) Hasil perencanaan struktur dermaga dapat dilihat pada Tabel 17.

Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya		
No	Uraian Pekerjaan	Harga Pekerjaan
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 1.115.176.693
2	Pekerjaan Konstruksi Trestle	Rp 19.871.163.400
3	Pekerjaan Konstruksi Jetty	Rp 68.324.303.257
	Total	Rp 89.310.643.350
	Ppn 10%	Rp 8.931.064.335
	Jumlah Akhir	Rp 98.241.707.685
	Jumlah Akhir (Pembulatan)	Rp 98.241.708.000

Tabel 18 ;(3) Metode pelaksanaan konstruksi Terminal Khusus PLTU Timor-1 dikerjakan berurutan dari sisi darat ke sisi laut, mulai pekerjaan persiapan, pekerjaan *trestle*, dan diakhiri dengan pekerjaan *jetty*; (4) Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun Terminal Khusus PLTU Timor-1 adalah sebesar Rp 98.241.708.000,00 (Sembilan Puluh Delapan Milyar Dua Ratus Empat Puluh Satu Juta Tujuh Ratus Delapan Ribu Rupiah).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Coastal Engineering Research Center, *Shore Protection Manual*, 4th ed., vol. 1. Washington, D.C.: Department of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, 1984.
- [2] British Standard, *Multi-Part Document: BS 6349 - Maritime Works*, 1st ed. London: British Standard Institute (BSI), 2000. doi: 10.3403/BS6349, ISSN: 0580331695.
- [3] PIANC (Maritime Navigation Commission), *Harbour Approach Channels – Design Guidelines*, 1st ed. Belgia: The World Association for Waterborne Transport Infrastructure, 2014, ISSN: 9782872232109.
- [4] T. Shimada, "The overseas coastal area development institute of Japan (OCDI) planning division, engineering division, management & operation division, economic division," *Doboku Gakkai Ronbunshu*, vol. 1987, no. 377, pp. 15–16, 1987, doi: 10.2208/jsej.1987.15.
- [5] S. Kazemzadeh Azad and C. Topkaya, "A review of research on steel eccentrically braced frames," *J. Constr. Steel Res.*, vol. 128, pp. 53–73, 2017, doi: 10.1016/j.jcsr.2016.07.032.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, *Baja Tulangan Beton: SNI 2052:2017*, 1st ed. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2017.