

ABSTRAK

PERANCANGAN DERMAGA TIPE DOLPHIN UNTUK PENERIMAAN LNG DI TELUK BIMA

Oleh

Michael Agung Sanjaya Siagian

NIM 15515003

Sejak tahun 1977 sampai sekarang, Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor LNG terbesar di dunia. Potensi LNG sebagai salah satu sumber energi yang bersih terhadap lingkungan, membuat Pemerintah mengeluarkan Peraturan ASDM Nomor 06 Tahun 2006 yang mengatur pasokan LNG Indonesia yang diprioritaskan untuk pemenuhan kebutuhan LNG domestik seperti sumber energi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas/Mesin Gas (PLTG/MG). Salah satu proyek yang sedang dikerjakan di Indonesia adalah mengirimkan LNG ke Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) di Bima, Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan LNG *Carrier*. Dalam mengirimkan LNG dibutuhkan fasilitas dermaga.

Pada studi kasus Tugas Akhir ini bertujuan untuk menentukan desain dermaga *dolphin* tipe *deck on-pile* untuk kebutuhan penerimaan *Liquefied Natural Gas* (LNG) di Teluk Bima, Nusa Tenggara Barat dan menentukan kedalaman tiang pancang melalui analisis daya dukung tanah dan kapasitas lateral.

Pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan *referensi, standard dan code* dari ACI 318-08, ASCE Standard 7-10, PBI 1971, *PCI Design Handbook Precast and Prestressed 7th Edition*, *Principles of Foundation engineering 6th Edition* dari Braja M. Das, Peta *Hazard Gempa Indonesia 2017*, *The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI)*, *The World Association for Waterborne Transport Infrastructure (PIANC) 2002*, dan *British standard BS 6349-1:1994* tentang “*Maritime Structure - Part 4 : Code of Practice for Design of Fendering and Mooring System*”.

Metodologi pengerjaan tugas akhir ini yaitu :

1. Penentuan kriteria desain struktur dermaga
2. Penentuan layout, dimensi dan geometri elemen struktur dermaga
3. Pembebanan struktur dermaga
4. Pemodelan dan analisis struktur dermaga
5. Desain penulangan elemen struktur dermaga
6. Analisis daya dukung tanah

Kapal rencana yang akan bertambat di dermaga adalah Surya Aki LNG Carrier dengan spesifikasi berikut :

Nama Kapal:	SURYA AKI	<i>Gross Tonnage (GT):</i>	20,519 ton
IMO:	9060534	<i>Deadweight (DWT):</i>	11,612 ton
MMSI:	309521000	<i>Length overall (Loa):</i>	151 m
<i>Call Sign:</i>	C6NT7	<i>Breadth Extreme (B):</i>	28 m
Bendera:	Bahamas (BS)	<i>Freeboard (F):</i>	10 m
<i>AIS Vessel Type:</i>	<i>LNG Tanker</i>	<i>Draught (d):</i>	7.5 m

Data lingkungan di Teluk Bima dijelaskan berikut ini :

1. Data Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut yang didapat dari Dishidros menggunakan perangkat lunak ERGTIDE. Kondisi pasang surut pada Teluk Bima diperoleh sebagai berikut :

Elevasi Penting Pasang Surut	Tinggi (cm)
Highest Water Spring (HWS)	66.77
Mean High Water Spring (MHWS)	59.64
Mean High Water Level (MHWL)	38.18
Mean Sea Level (MSL)	0
Mean Low Water Level (MLWL)	-35.45
Mean Low Water Spring (MLWS)	-77.46
Lowest Water Spring (LWS)	-78.02
Tunggang pasang	144.79

Tunggang pasang (LWS – HWS) di Teluk Bima diperoleh sekitar 1.5 meter.

2. Data Angin

Pengolahan data angin yang didapat dari *European Centre For Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) menggunakan perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV) dan perangkat lunak *WRPlot*.

Hasil analisis ekstrim data angin diperoleh sebagai berikut :

Kt	Perioda Ulang (Tahun)	Kecepatan Angin (knots)
0	2	52.92
0.84	5	58.93
1.28	10	62.35
1.71	25	65.87
2.05	50	68.81
2.33	100	71.32

3. Data Gelombang

Data gelombang diperoleh dengan melakukan *hindcasting* terhadap data angin dengan metode yang ditunjukkan dalam SPM (*Short Protection Manual*) 1984. Hasil pengolahan data gelombang ditunjukkan sebagai berikut :

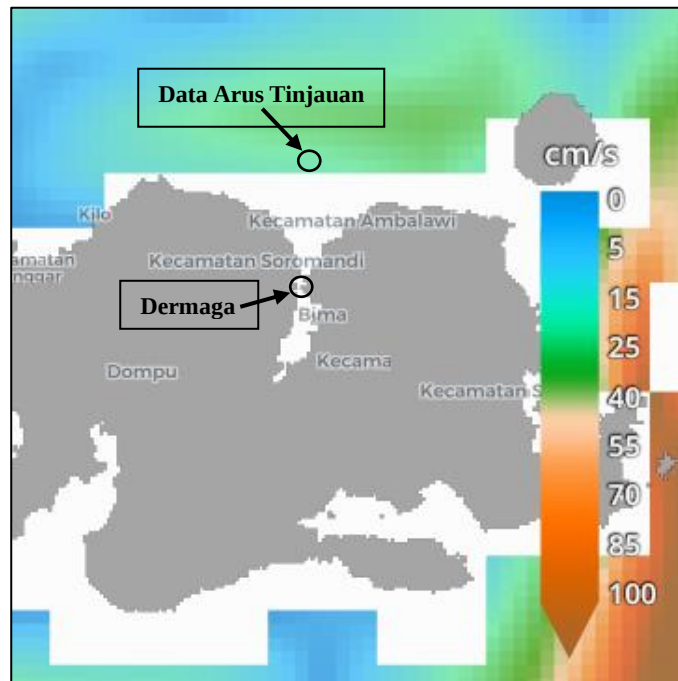
Periode Ulang	Hs (m)	Ts (s)
2 Tahun	1.99	3.86
5 Tahun	2.83	4.39
10 Tahun	3.40	4.75
25 Tahun	4.07	5.17

50 Tahun	4.70	5.56
100 Tahun	5.29	5.93

Periode ulang yang digunakan untuk keperluan perhitungan pembebanan gelombang dan elevasi lantai pada dermaga *LNG* adalah 50 tahunan dengan tinggi gelombang rencana 4.70 meter dan periode 5.56 detik.

4. Data Arus

Data arus diperoleh dari BMKG-OFS (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika – *Ocean Forecast System*) yang ditunjukkan sebagai berikut :



Berdasarkan hal tersebut, data arus maksimum untuk setiap kedalaman dan arah arus yang dipakai ditinjau dari daerah terdekat dari lokasi pembangunan dermaga yaitu sekitar 0.5 m/s.

5. Batimetri

Batimetri area lokasi rencana pembangunan dermaga ditunjukkan berikut ini :



6. Data Tanah

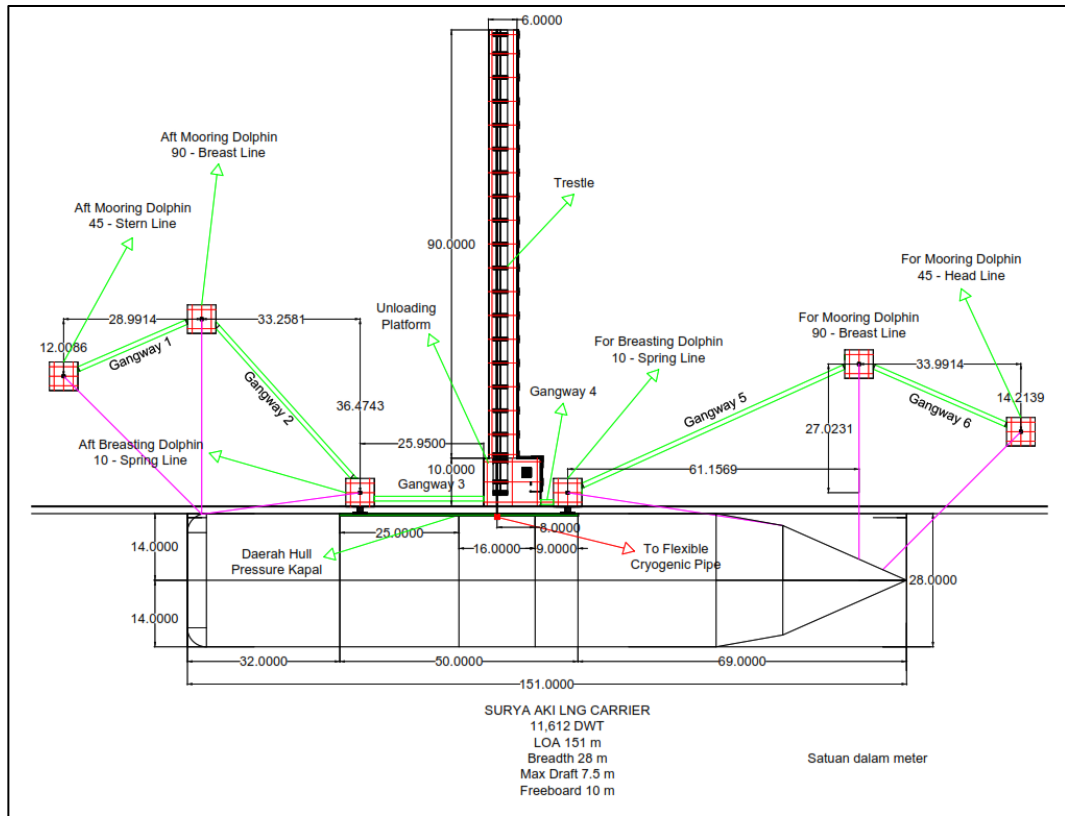
Data tanah terdekat dengan lokasi rencana pembangunan dermaga ditunjukkan berikut ini :

Kedalaman (m)	N-SPT	Tipe
0 – 1.5	18.75	<i>Silty sand</i>
1.5 – 2.8	37.5	<i>Gravel with sand</i>
2.8 – 4.5	40.0	<i>Silty sand</i>
4.5 - 6	>50.0	<i>Silty sand</i>
6 – 14.4	>50.0	<i>Tuff</i>
14.4 – 17.4	>50.0	<i>Bassalt</i>
17.4 - 20	>50.0	<i>Well graded sand with gravel</i>
20 - 24	>50.0	<i>Bassalt</i>
24 - 30	>50.0	<i>Poor graded sand with gravel</i>

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan SNI 1726:2012 tentang “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non-Gedung”, nilai *standard penetration test* rata – rata pada lokasi dermaga adalah 45,363. Klasifikasi jenis tanah menunjukkan jenis tanah pada lokasi dermaga adalah tanah sedang (S_D).

Dermaga dolphin yang diperuntukkan hanya untuk menerima LNG memiliki beberapa peralatan yang membantu proses bongkar/*unloading* LNG antara lain *flexible cryogenic hoses*, *steel cryogenic pipe*, *sleeper pipe*, *cable tray*, *hydrant water pipe*, *hydrant pillar*, *hose cabinet*, *shelter*, dan *handrail*.

Layout dermaga dolphin ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Dimensi dermaga dijelaskan berikut ini :

1. Elevasi lantai dermaga

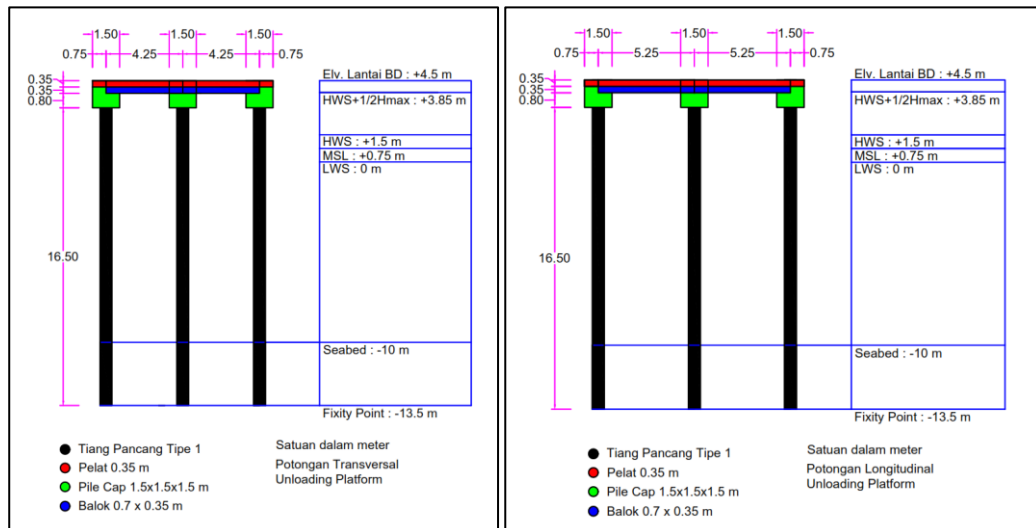
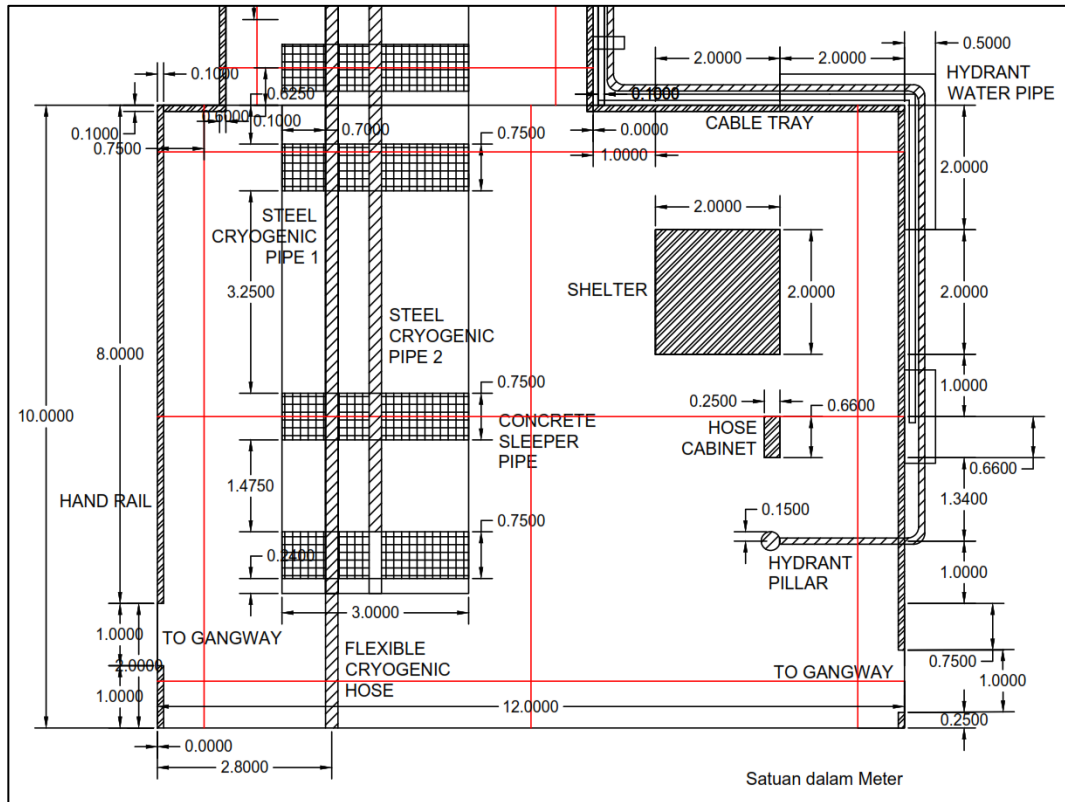
Datum yang digunakan untuk penentuan elevasi dermaga ini adalah *LWS (Low Water Spring)*. *High water spring (HWS)* di Teluk Bima adalah sekitar 1.5 meter dan tinggi gelombang maksimum 10 tahunan 4.7 meter. *Freeboard/tinggi* keamanan diasumsikan sebesar 0.65 meter dengan pertimbangan fenomena *sea level rise*. Elevasi lantai dermaga diperoleh sebesar 4.5 meter.

2. Kedalaman Perairan

Kapal yang direncanakan untuk bertambat adalah *LNG carrier* berkapasitas 11,612 DWT dengan *draft* maksimum 7.5 meter. Kedalaman perairan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah 10 meter.

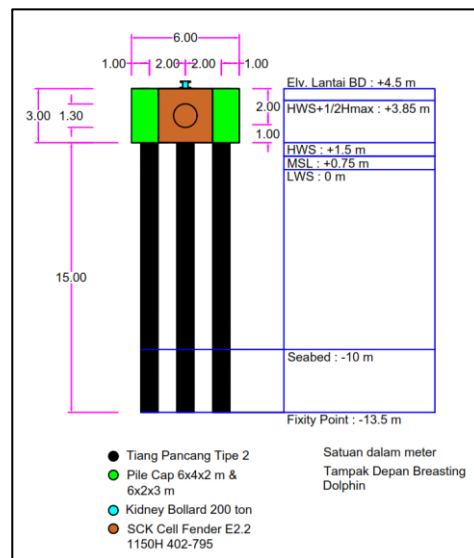
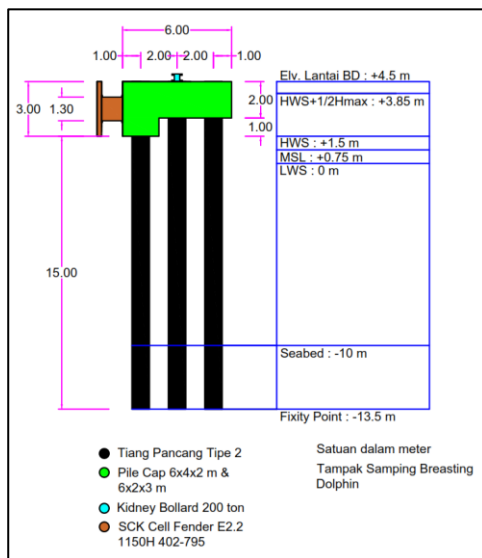
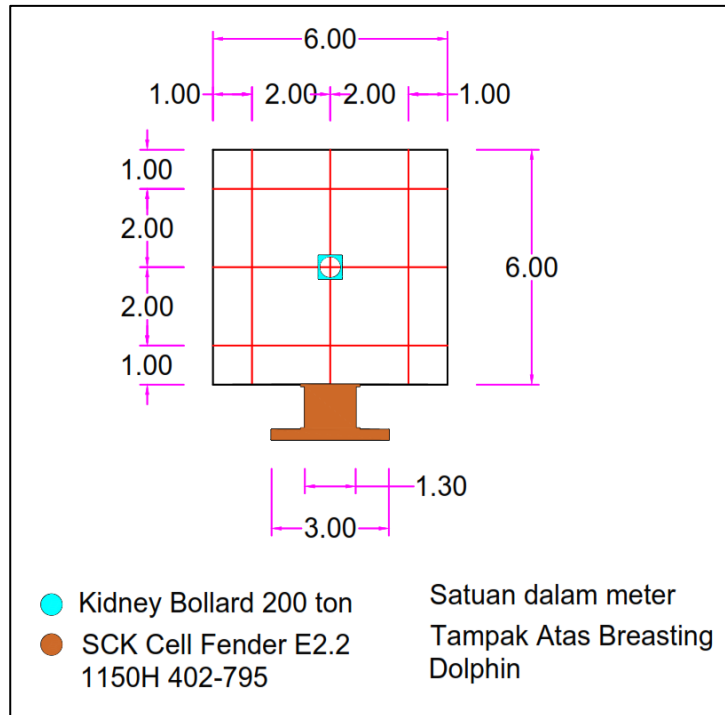
3. Dimensi Unloading Platform

Dimensi *unloading platform* ditunjukkan pada gambar berikut ini :



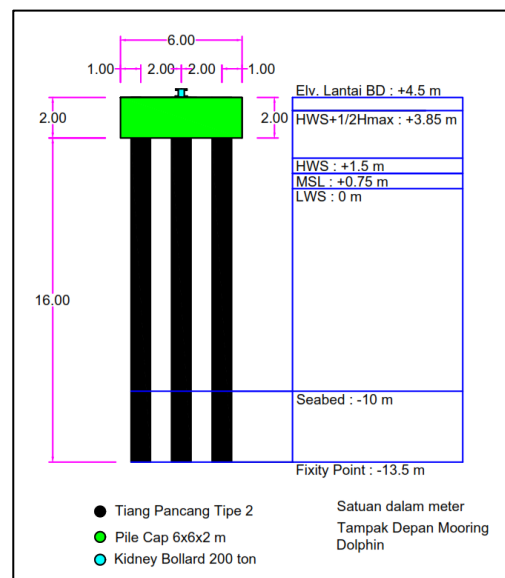
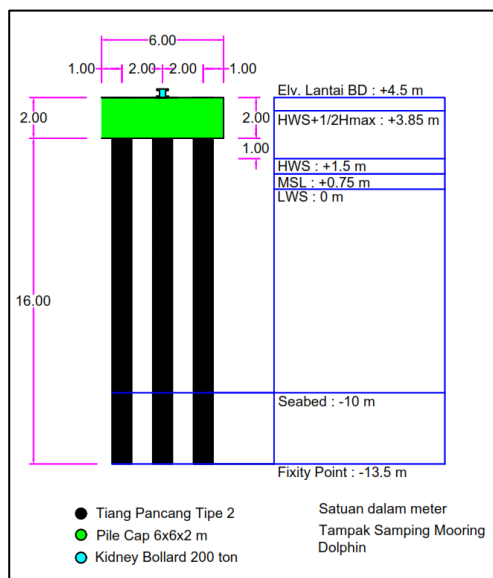
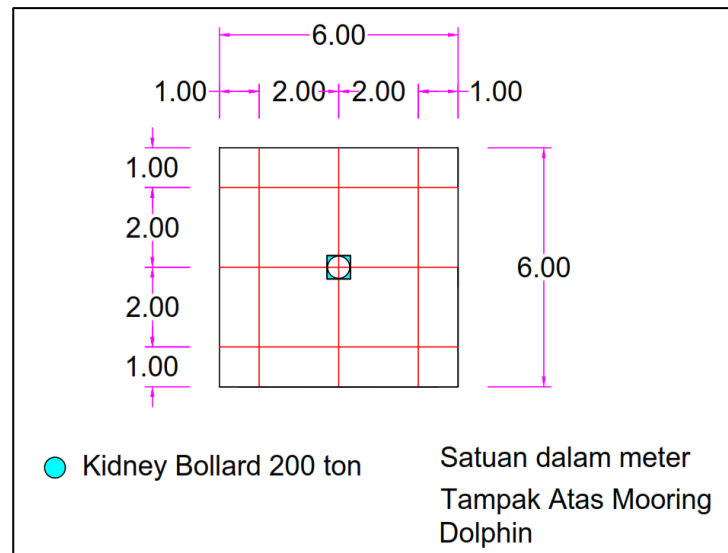
4. Dimensi Breasting Dolphin

Dimensi *breasting dolphin* ditunjukkan pada gambar berikut ini :



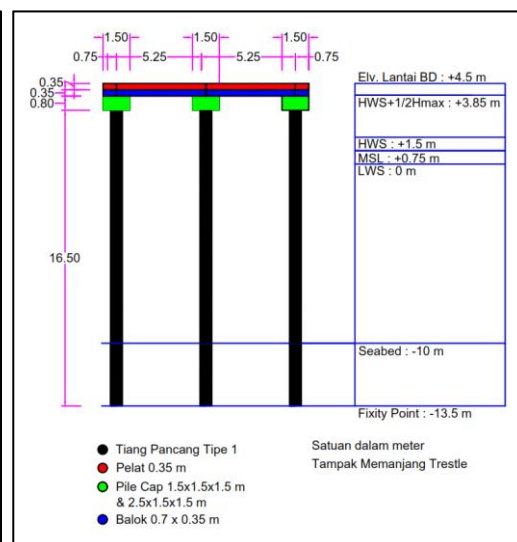
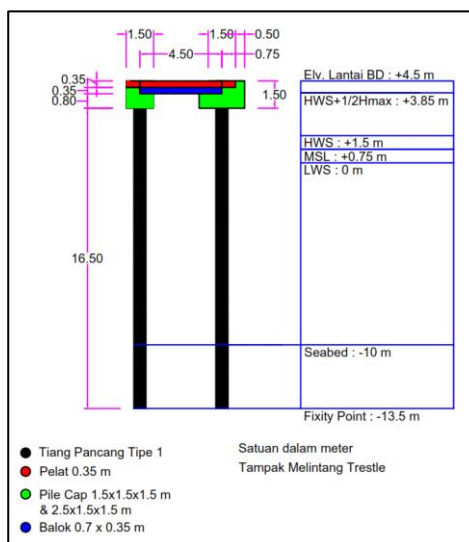
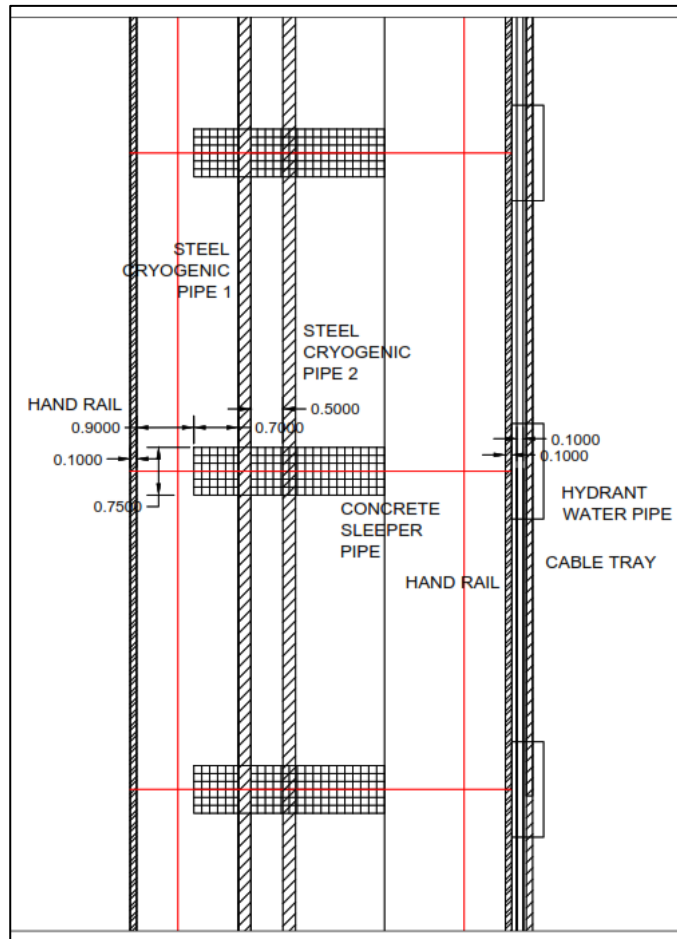
5. Dimensi *Mooring Dolphin*

Dimensi *mooring dolphin* ditunjukkan pada gambar berikut ini :



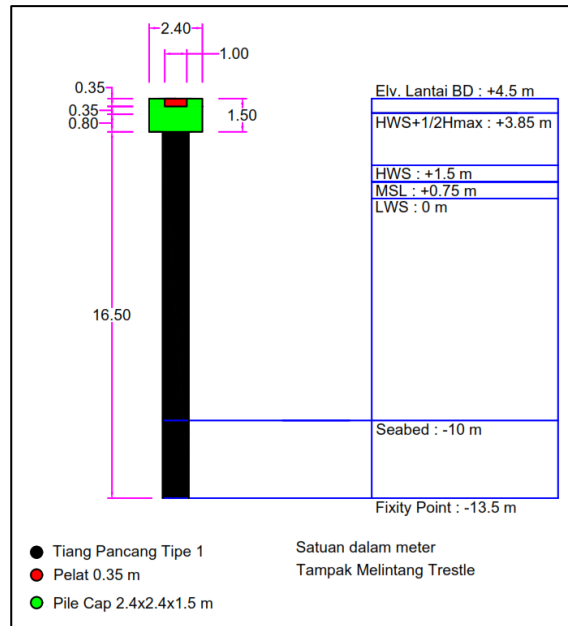
6. Dimensi *Trestle*

Dimensi *trestle* ditunjukkan pada gambar berikut ini :



7. Dimensi *Gangway*

Dimensi *gangway* ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Desain struktur dermaga pada Tugas Akhir ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dermaga didesain untuk menerima kapal berukuran 11,612 DWT dengan dimensi setiap struktur dermaga ditunjukkan sebagai berikut :
 - a. Struktur *Unloading Platform*
 - Panjang : 12 m
 - Lebar : 10 m
 - Elevasi lantai dermaga : +4.5 m dari LWS
 - Kedalaman Perairan : -10 m dari LWS
 - *Fixity Point* : 3.5 m
 - b. Struktur *Trestle*
 - Panjang : 90 m
 - Lebar : 6 m
 - Elevasi lantai dermaga : +4.5 m dari LWS
 - Kedalaman Perairan : -10 m dari LWS
 - *Fixity Point* : 3.5 m

- c. Struktur *Gangway*
 - Panjang : 26 m, 45 m, 23 m, 2.65 m, 51 m, dan 31 m
 - Lebar : 1 m
 - Elevasi lantai dermaga : +4.5 m dari LWS
 - Kedalaman Perairan : -10 m dari LWS
 - *Fixity Point* : 3.5 m
- d. Struktur *Mooring Dolphin*
 - Panjang : 6 m
 - Lebar : 6 m
 - Elevasi lantai dermaga : +4.5 m dari LWS
 - Kedalaman Perairan : -10 m dari LWS
 - *Fixity Point* : 3.5 m
- e. Struktur *Breasting Dolphin*
 - Panjang : 6 m
 - Lebar : 6 m
 - Elevasi lantai dermaga : +4.5 m dari LWS
 - Kedalaman Perairan : -10 m dari LWS
 - *Fixity Point* : 3.5 m
2. Fasilitas berlabuh dan tambat kapal pada dermaga adalah sebagai berikut :
 - a. Jenis *Fender* : *SCK Cell Fender E2.2 SCK 1150H*
 - b. Kapasitas *Fender* : 402 kN-m
 - c. Reaksi *Fender* : 795 kN
 - d. Jenis *Bollard* : *Kidney Bollard*
3. Hasil pemodelan struktur dermaga dengan menggunakan SAP2000 adalah sebagai berikut :
 - a. Defleksi maksimum tiang pancang : 0.087 m dengan batas maksimum 0.09 m.
 - b. Defleksi maksimum balok ditunjukkan sebagai berikut :

Balok	Defleksi (m)	
	Desain	Batas Maksimum
Unloading Platform	0.001576	0.007069
Trestle	-0.00225	0.008854
Gangway	-0.00414	0.033727

- c. Reaksi Peletakan maksimum ditunjukkan sebagai berikut :

No	Struktur	Reaksi Peletakan (kN)	
		F3 (-)	F3 (+)
1	<i>Unloading Platform</i>	-113.952	609.96
2	<i>Trestle</i>	-2.913	648.988
3	<i>Afterward Mooring Dolphin 45</i>	-996.87	1458.368
4	<i>Afterward Mooring Dolphin 90</i>	-665.458	1126.939
5	<i>Afterward Breasting Dolphin</i>	-741.586	1261.936
6	<i>Forward Breasting Dolphin</i>	-795.155	1334.379
7	<i>Forward Mooring Dolphin 90</i>	-665.458	1126.939
8	<i>Forward Mooring Dolphin 45</i>	-963.847	1425.196

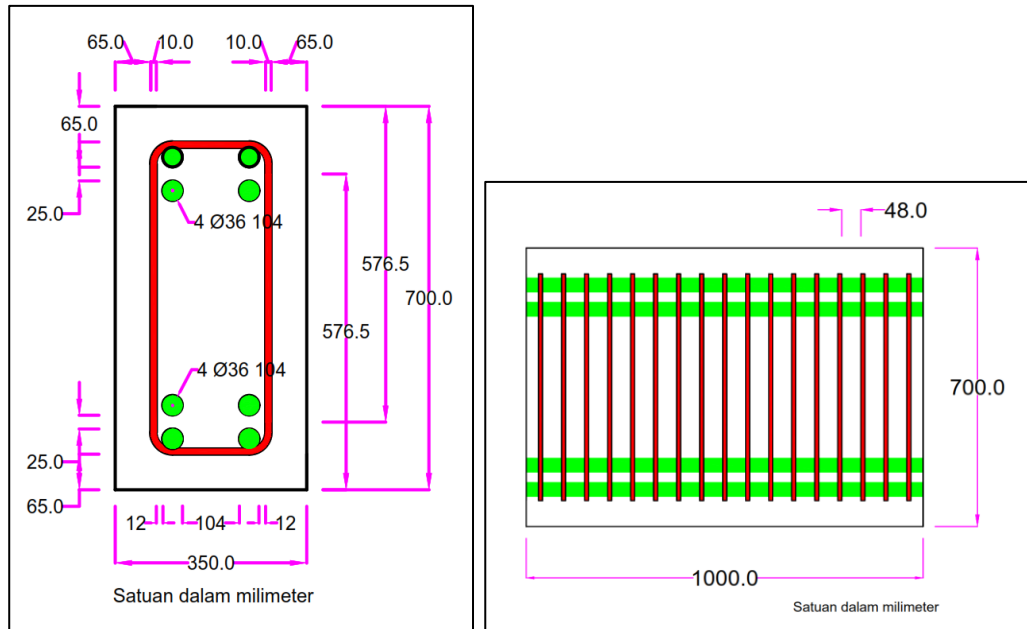
9	<i>Gangway 1</i>	229.405	722.361
10	<i>Gangway 2</i>	229.405	722.361
11	<i>Gangway 3</i>	229.405	722.361
12	<i>Gangway 4</i>	229.405	722.361
13	<i>Gangway 5</i>	229.405	722.361
14	<i>Gangway 6</i>	229.405	722.361
Keterangan :			
F3 (-) : Tiang Pancang Mengalami Tarik			
F3 (+) : Tiang Pancang Mengalami Tekan			

- d. Unity Check Ratio (UCR) maksimum : 0.563366
4. Dimensi elemen masing – masing struktur dermaga adalah sebagai berikut :
- a. Unloading Platform
- Tiang Pancang
 - o Material : Baja ASTM A139 Grade E
 - o Diameter : 660 mm
 - o Tebal : 20.6 mm
 - o Konfigurasi : 3 x 3 buah
 - Balok
Dimensi balok dijelaskan berikut ini

Tipe	Jenis	Dimensi (m)		
		Panjang	Lebar	Tebal
Balok Tipe 1	Menerus	5.25	0.35	0.7
Balok Tipe 2	Menerus	4.25	0.35	0.7
Balok Tipe 3	Menerus	3.393	0.35	0.7

Properti penulangan balok dijelaskan berikut ini.

Parameter	Simbol	Properti		Satuan
		Tulangan Lentur	Tulangan Geser	
Jenis	-	Ulir	Polos	-
Diameter	<i>D</i>	36	10	mm
Spasi antar tulangan	<i>s</i>	104	48	mm
Jumlah	<i>n</i>	4	-	Buah
Jumlah Lapis	-	2	-	Buah
Diameter Bengkokkan	-	-	60	mm
Sudut Bengkokkan	-	-	90	Derajat
Panjang Angkur	-	-	60	mm
Diameter Tulangan Kulit	-	-	-	mm

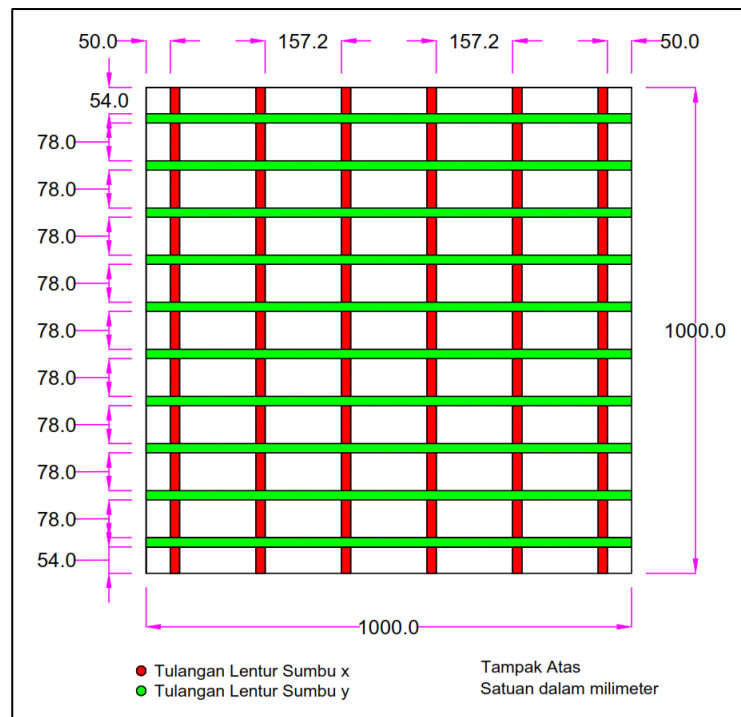
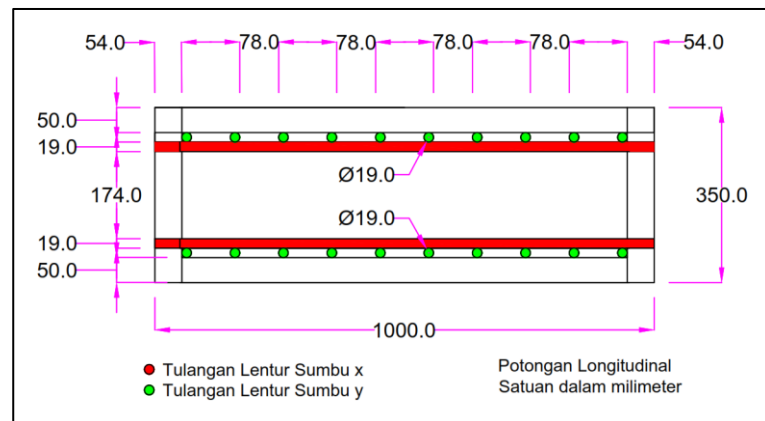
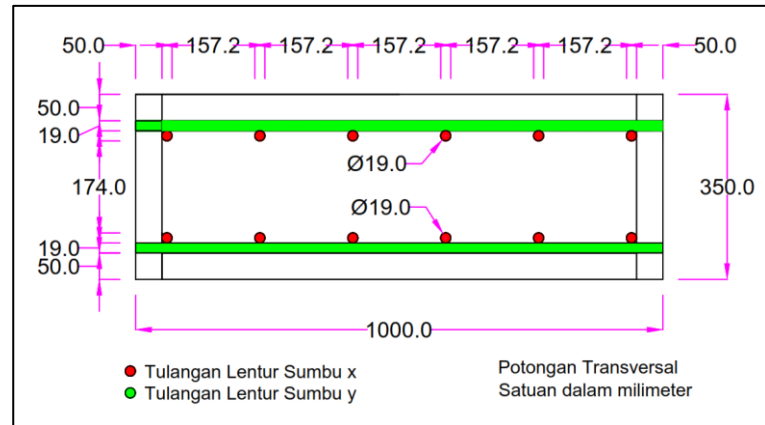


- Pelat Per 1 Meter
Dimensi pelat dijelaskan berikut ini.

Tipe	Jenis	Dimensi (m)		
		Panjang	Lebar	Tebal
Pelat Tipe 1	Menerus	5.25	4.25	0.35
Pelat Tipe 2	Tertumpu Sederhana	5.25	0.75	0.35
Pelat Tipe 3	Tertumpu Sederhana	4.25	0.75	0.35
Pelat Tipe 4	Tertumpu Sederhana	0.75	0.75	0.35
Pelat Tipe 4	Kantilever	2.643	1	0.35

Properti penulangan pelat per 1 meter dijelaskan berikut ini.

Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	
Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	19	19	mm
Spasi antar tulangan	s	157.2	78	mm
Jumlah	n	6	10	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Bengkokkan	-	-	-	mm
Sudut Bengkokkan	-	-	-	derajat
Panjang Angkur	-	-	-	mm
Diameter Tulangan Kulit	-	-	-	mm



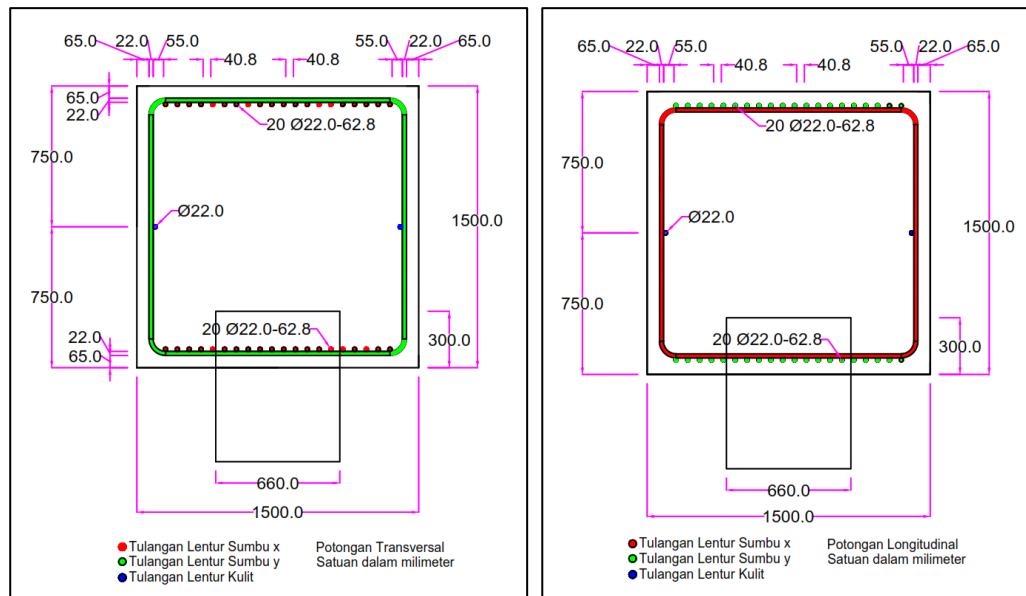
- Pile Cap
Dimensi Pile Cap dijelaskan berikut ini.

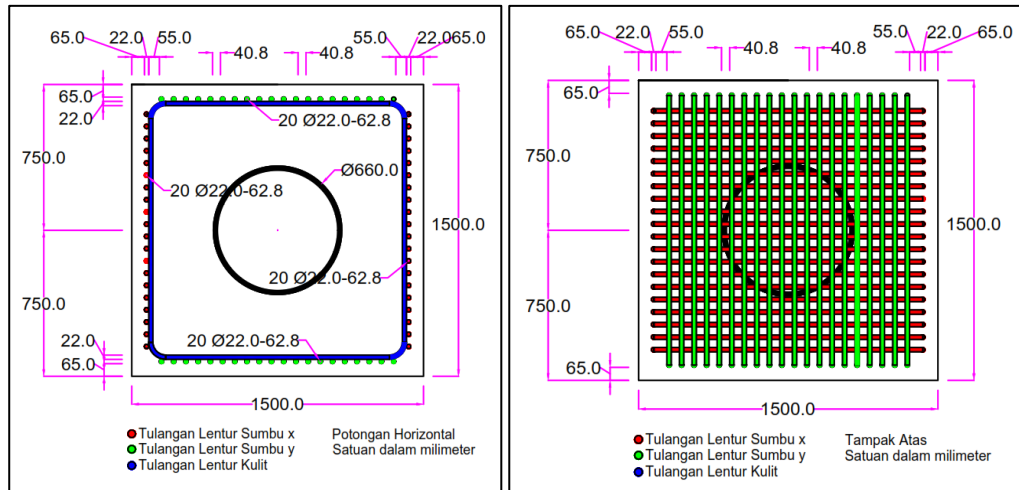
Tipe	Dimensi (m)
------	-------------

	Panjang	Lebar	Tebal
Pile Cap Tipe 1	1.5	1.5	1.5
Pile Cap Tipe 2	2.5	1.5	1.5
Pile Cap Tipe 3	2.5	2.5	1.5

Properti penulangan pile cap tipe 1 dijelaskan berikut ini.

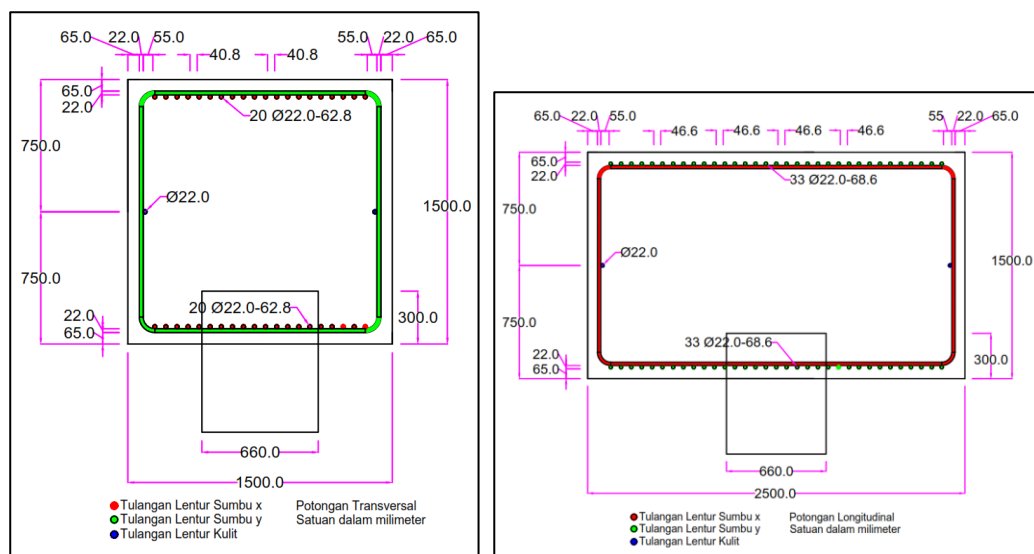
Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	
Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	22	22	mm
Spasi antar tulangan	s	40.84	40.84	mm
Jumlah	n	20	20	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Bengkokkan	-	132	132	mm
Sudut Bengkokkan	-	90	90	Derajat
Panjang Angkur	-	264	264	mm
Diameter Tulangan Kulit	-	22	22	mm

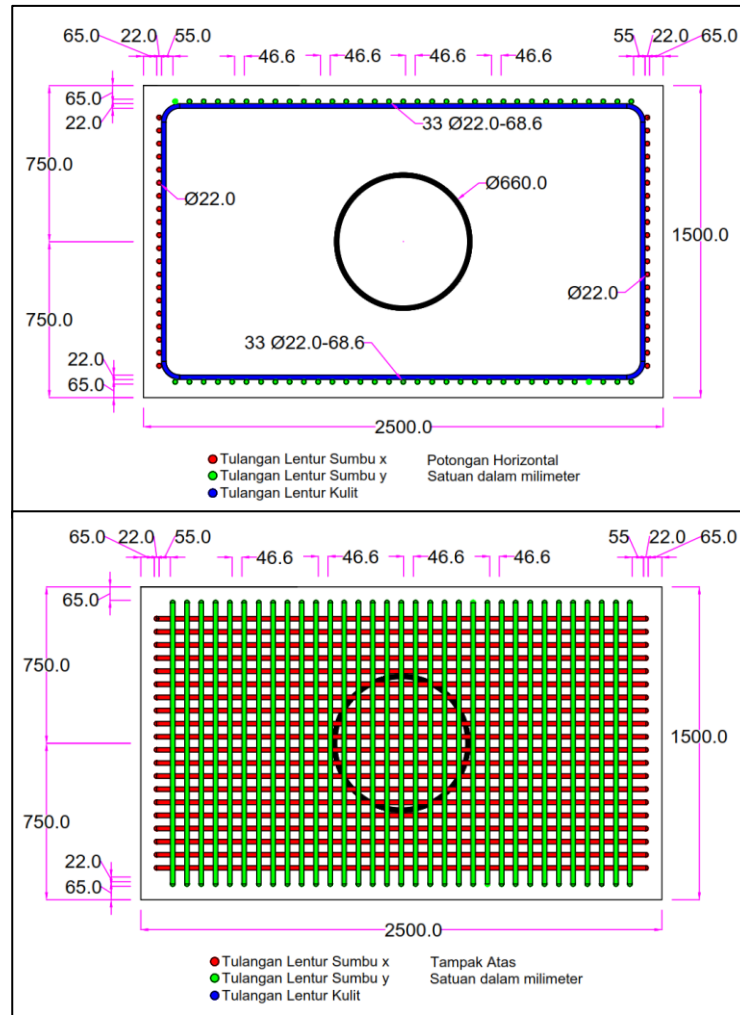




Properti penulangan pile cap tipe 2 dijelaskan berikut ini.

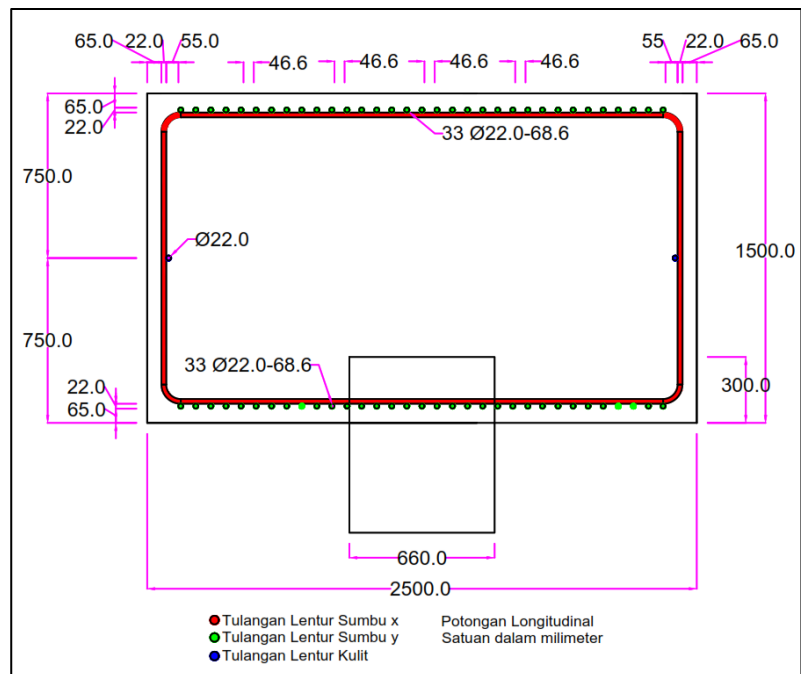
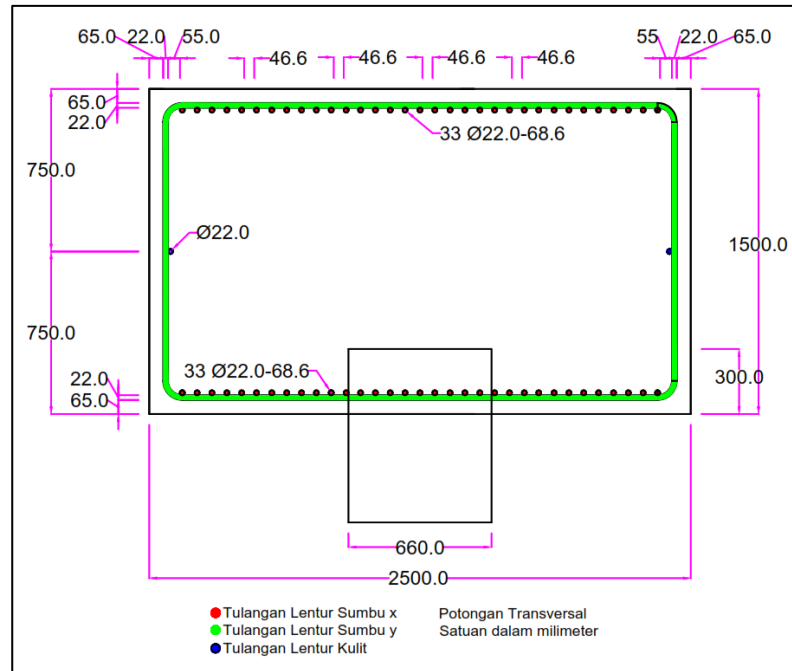
Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	
Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	22	22	mm
Spasi antar tulangan	s	40.84	46.562	mm
Jumlah	n	20	33	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Bengkokkan	-	132	132	mm
Sudut Bengkokkan	-	90	90	Derajat
Panjang Angkur	-	264	264	mm
Diameter Tulangan Kulit	-	22	22	mm

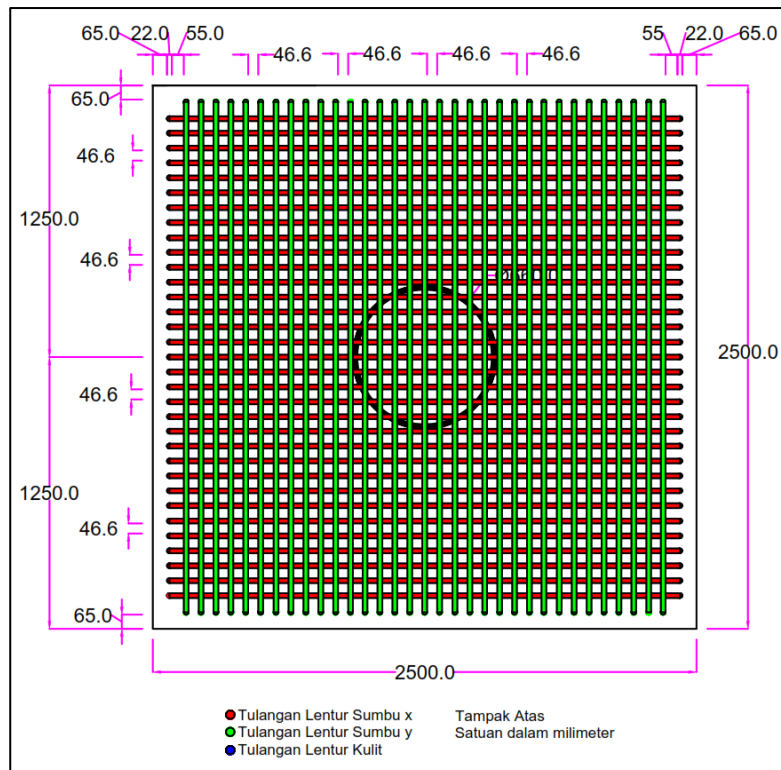
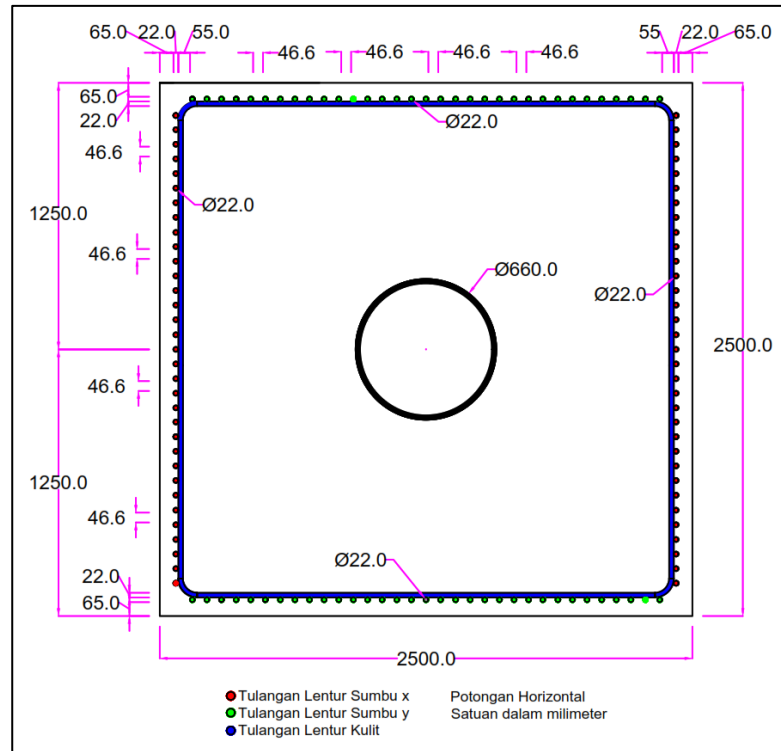




Properti penulangan pile cap tipe 3 dijelaskan berikut ini.

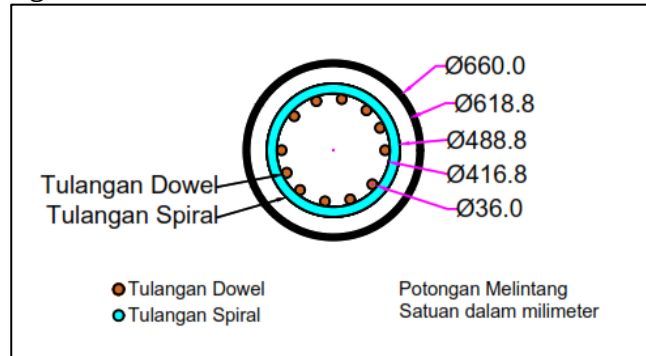
Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	
Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	22	22	mm
Spasi antar tulangan	s	46.562	46.562	mm
Jumlah	n	33	33	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Bengkokkan	-	132	132	mm
Sudut Bengkokkan	-	90	90	Derajat
Panjang Angkur	-	264	264	mm
Diameter Tulangan Kulit	-	22	22	mm



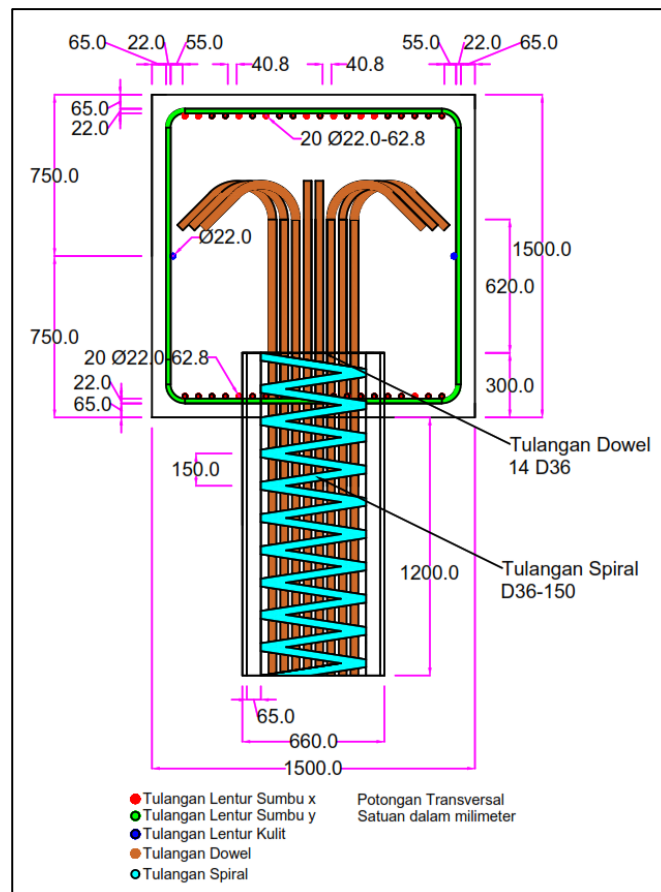


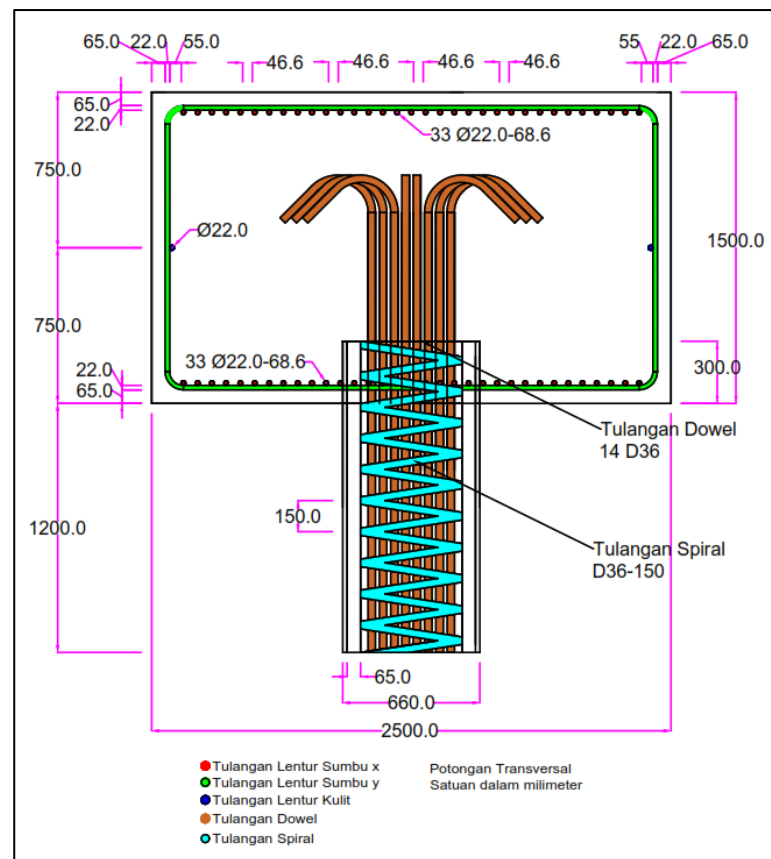
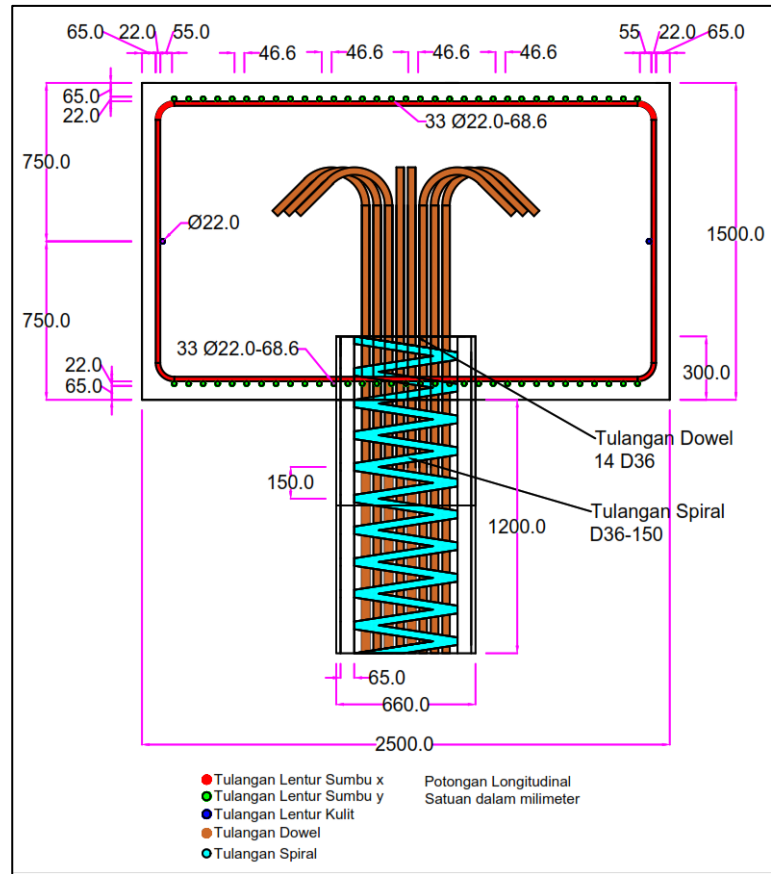
- Tulangan Dowel
 - Diameter tulangan ulir : 36 mm
 - Jumlah tulangan ulir : 14 buah
 - Clear Cover : 85.6 mm
 - Perpanjangan ke luar : 620 mm

Perpanjangan ke dalam : 1500 mm



- Tulangan Spiral
Diameter tulangan ulir : 36 mm
Spasi : 150 mm





b. Trestle

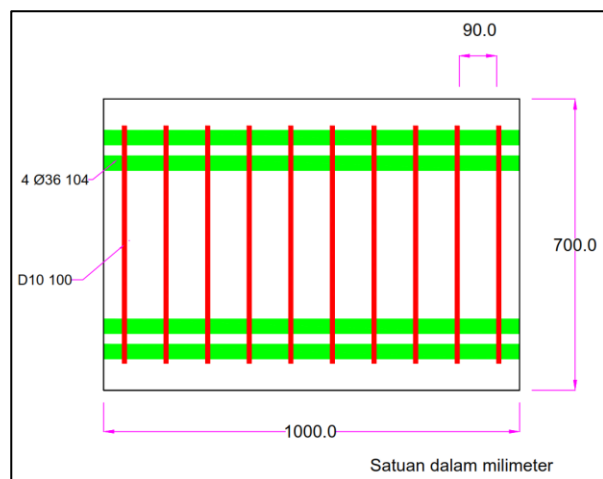
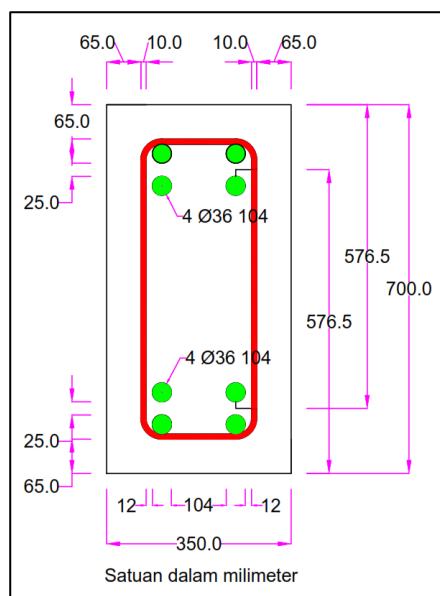
- Tiang Pancang
 - o Material : Baja ASTM A139 Grade E
 - o Diameter : 660 mm
 - o Tebal : 20.6 mm
 - o Konfigurasi : 2 x 19 buah
- Balok

Dimensi balok dijelaskan berikut ini

Type	Jenis	Dimensi (m)		
		Panjang	Lebar	Tebal
Balok Tipe 1	Menerus	5	0.35	0.7
Balok Tipe 2	Menerus	4.25	0.35	0.7
Balok Tipe 3	Menerus	4.5	0.35	0.7

Properti penulangan balok dijelaskan berikut ini.

Parameter	Simbol	Properti		Satuan
		Tulangan Lentur	Tulangan Geser	
Jenis	-	Ulir	Polos	-
Diameter	D	36	10	mm
Spasi antar tulangan	s	104	90	mm
Jumlah	n	4	-	Buah
Jumlah Lapis	-	2	-	Buah
Diameter Bengkokkan	-	-	60	mm
Sudut Bengkokkan	-	-	90	Derajat
Panjang Angkur	-	-	60	mm
Diameter Tulangan Kulit	-	-	-	mm

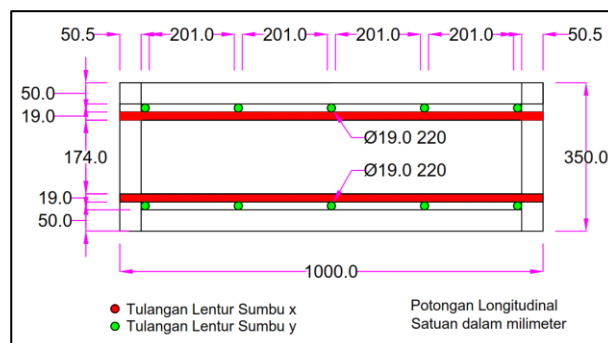
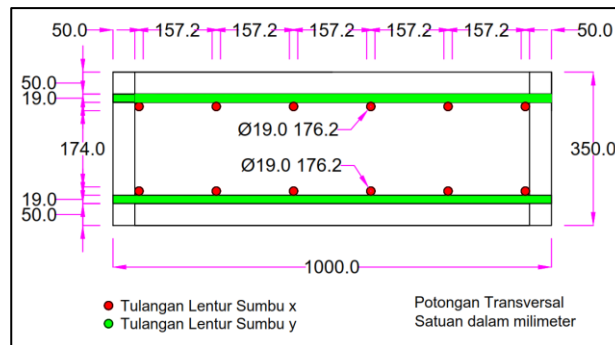


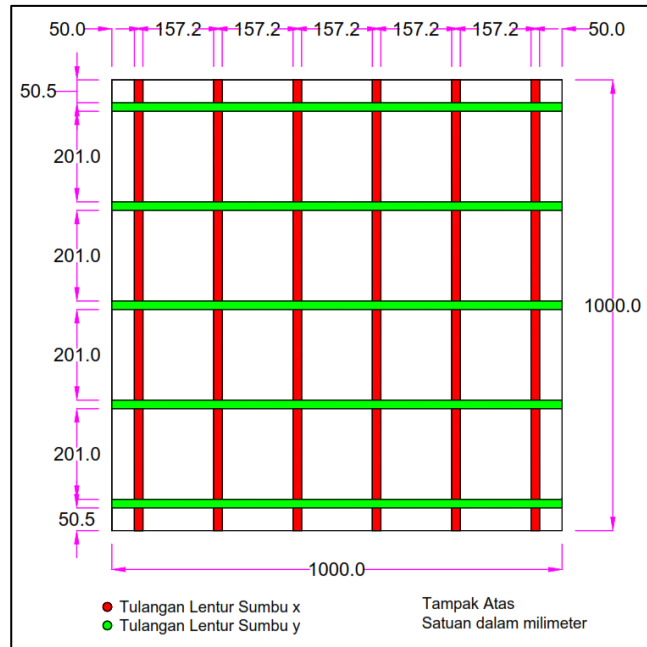
- Pelat Per 1 Meter
Dimensi pelat dijelaskan berikut ini.

Tipe	Jenis	Dimensi (m)		
		Panjang	Lebar	Tebal
Pelat Tipe 1	Menerus	5	4.5	0.35
Pelat Tipe 2	Menerus	4.25	4.5	0.35
Pelat Tipe 3	Tertumpu Sederhana	4.5	0.75	0.35
Pelat Tipe 4	Tertumpu Sederhana	5	0.75	0.35
Pelat Tipe 5	Tertumpu Sederhana	0.75	4.25	0.35
Pelat Tipe 6	Kantilever	0.6	0.75	0.35

Properti penulangan pelat per 1 meter dijelaskan berikut ini.

Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	
Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	19	19	mm
Spasi antar tulangan	s	157.2	201	mm
Jumlah	n	6	5	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Tulangan Kulit	-	-	-	mm



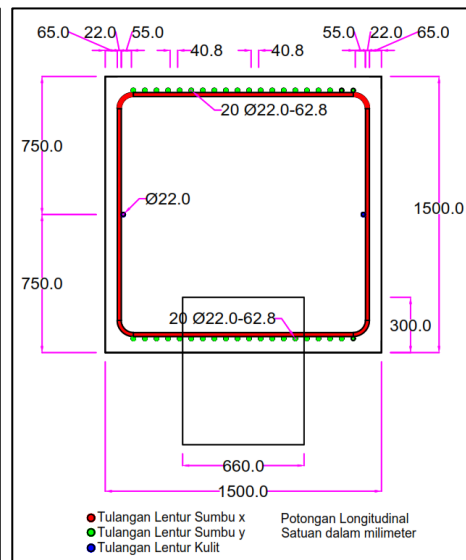
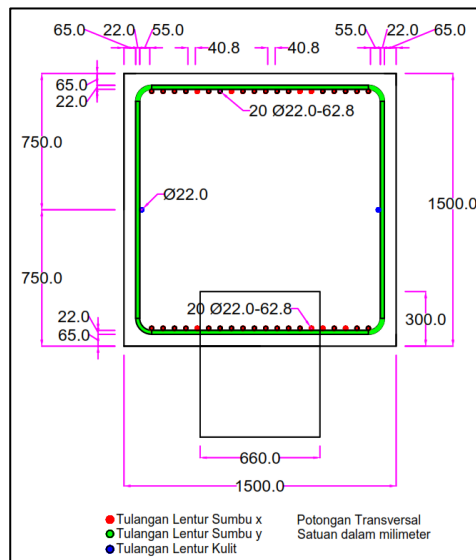


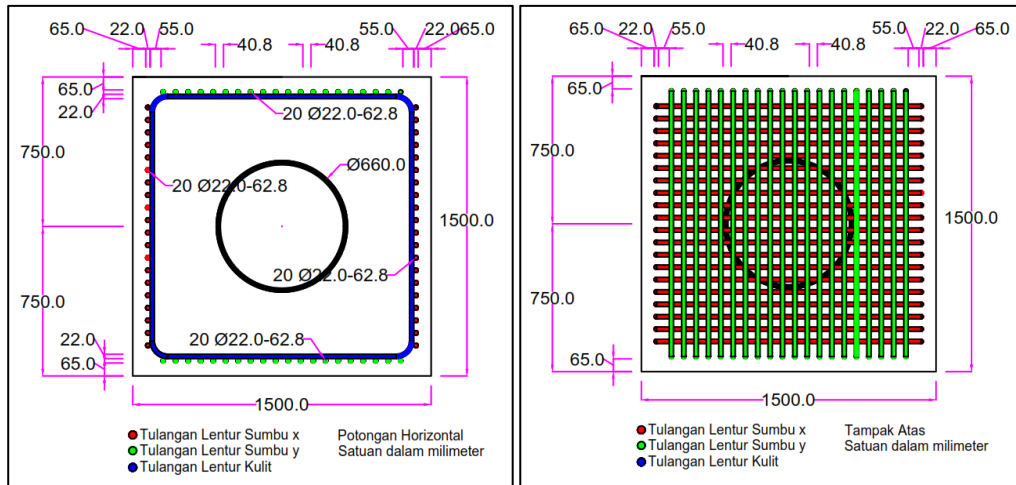
- Pile Cap
Dimensi Pile Cap dijelaskan berikut ini.

Tipe	Dimensi (m)		
	Panjang	Lebar	Tebal
Pile Cap Tipe 1	1.5	1.5	1.5
Pile Cap Tipe 2	2.5	1.5	1.5

Properti penulangan pile cap tipe 1 dijelaskan berikut ini.

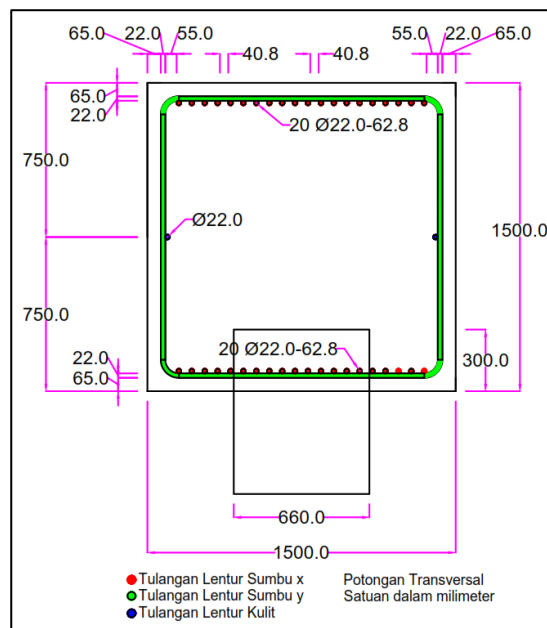
Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	
Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	22	22	mm
Spasi antar tulangan	s	40.84	40.84	mm
Jumlah	n	20	20	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Bengkokkan	-	132	132	mm
Sudut Bengkokkan	-	90	90	Derajat
Panjang Angkur	-	264	264	mm
Diameter Tulangan Kulit	-	22	22	mm

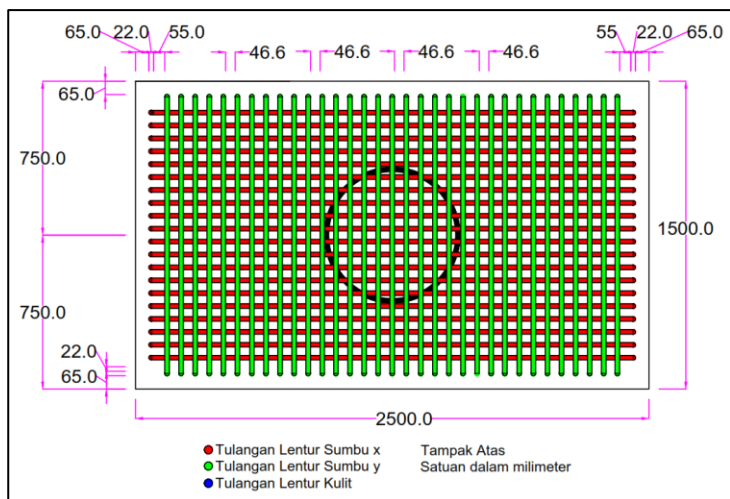
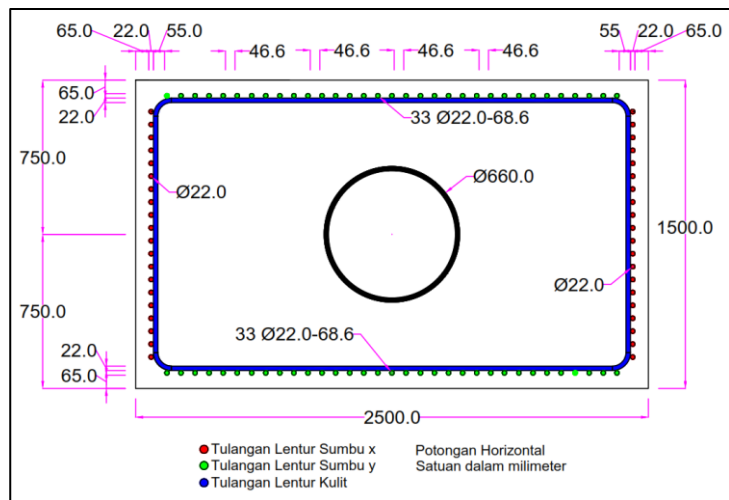
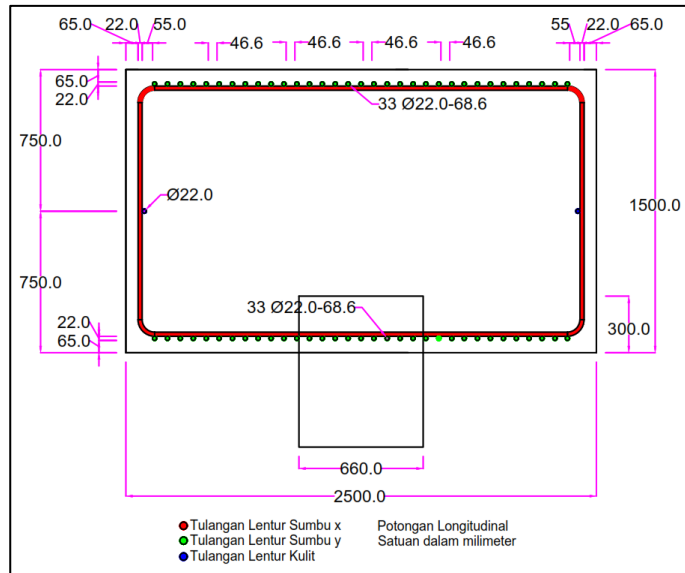




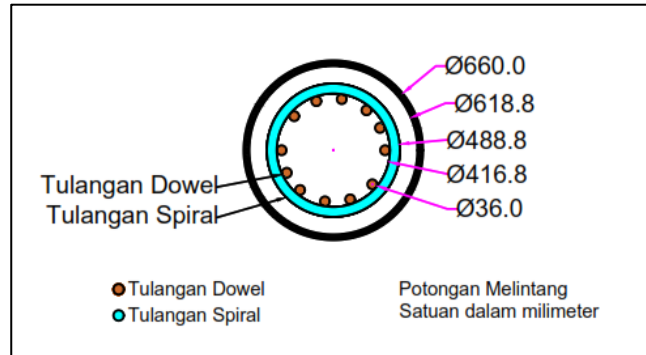
Properti penulangan pile cap tipe 2 dijelaskan berikut ini.

Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	
Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	22	22	mm
Spasi antar tulangan	s	40.84	46.562	mm
Jumlah	n	20	33	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Bengkokkan	-	132	132	mm
Sudut Bengkokkan	-	90	90	Derajat
Panjang Angkur	-	264	264	mm
Diameter Tulangan Kulit	-	22	22	mm

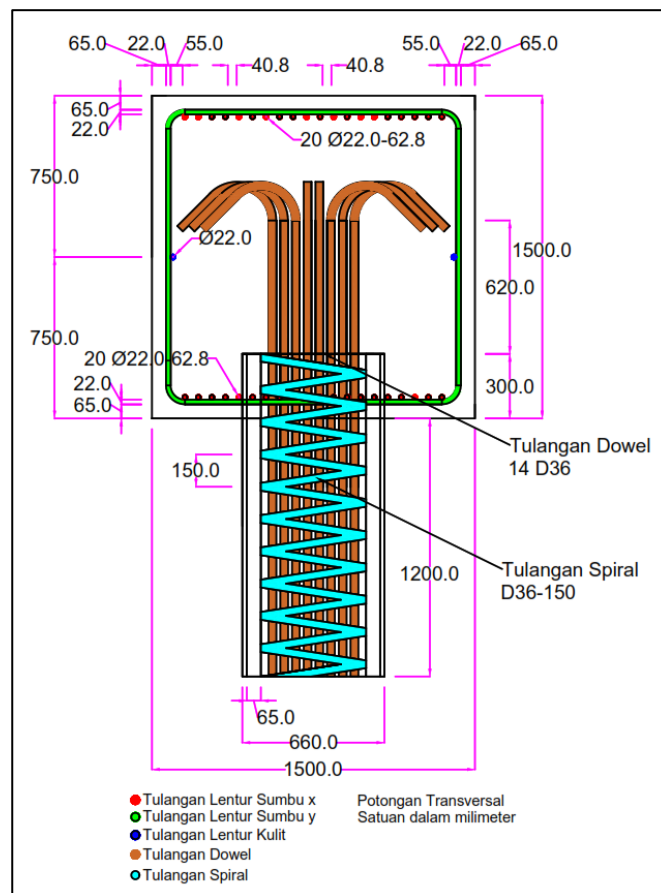


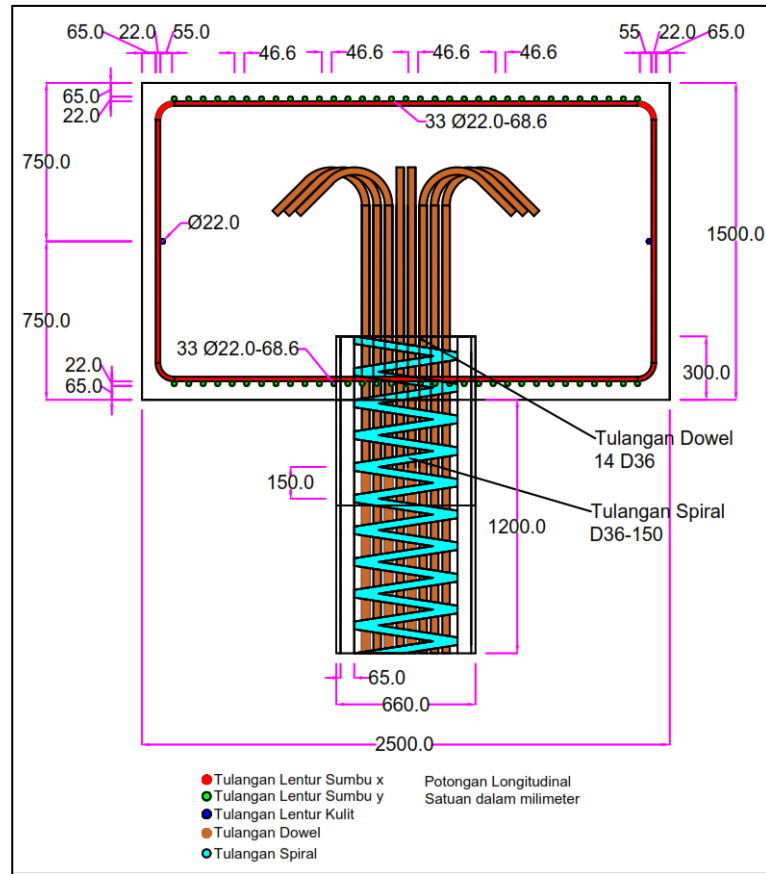


- Tulangan Dowel
 - Diameter tulangan ulir : 36 mm
 - Jumlah tulangan ulir : 14 buah
 - Clear Cover : 85.6 mm
 - Perpanjangan ke luar : 620 mm
 - Perpanjangan ke dalam : 1500 mm



- Tulangan Spiral
 - Diameter tulangan ulir : 36 mm
 - Spasi : 150 mm





c. Gangway

- Tiang Pancang

- Material : Baja ASTM A139 Grade E
- Diameter : 1168 mm
- Tebal : 19.1 mm

- Balok

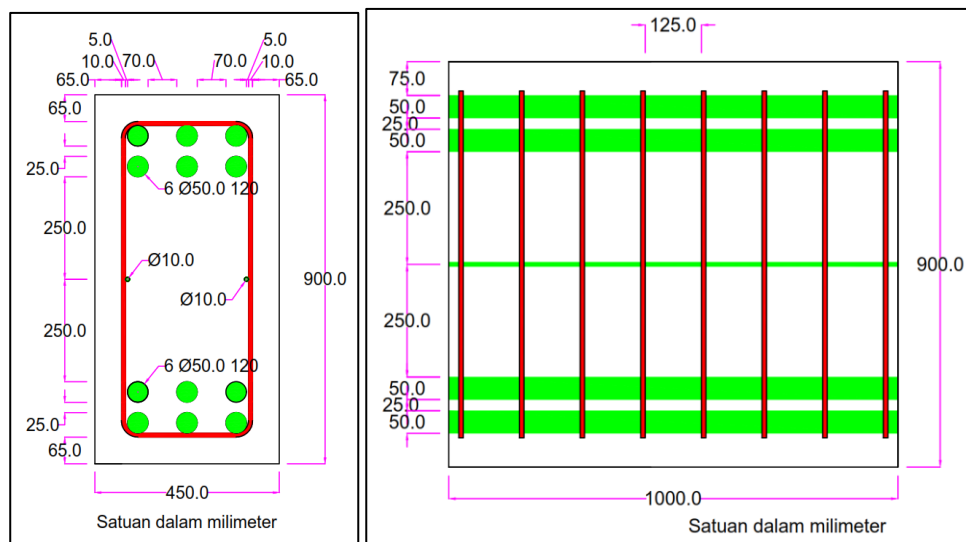
Dimensi balok dijelaskan berikut ini

Struktur	Panjang Bentang Rencana (m)	Jumlah Pile
Gangway 1	11.538	3
Gangway 2	14.100	4
Gangway 3	10.475	3
Gangway 4	3.393	2
Gangway 5	16.189	4
Gangway 6	14.270	3

Properti penulangan balok dijelaskan berikut ini.

Parameter	Simbol	Properti	Satuan
-----------	--------	----------	--------

		Tulangan Lentur	Tulangan Geser	
Jenis	-	Ulir	Polos	-
Diameter	D	36	10	mm
Spasi antar tulangan	s	104	90	mm
Jumlah	n	4	-	Buah
Jumlah Lapis	-	2	-	Buah
Diameter Bengkokkan	-	-	60	mm
Sudut Bengkokkan	-	-	90	Derajat
Panjang Angkur	-	-	60	mm
Diameter Tulangan Kulit	-	-	-	mm



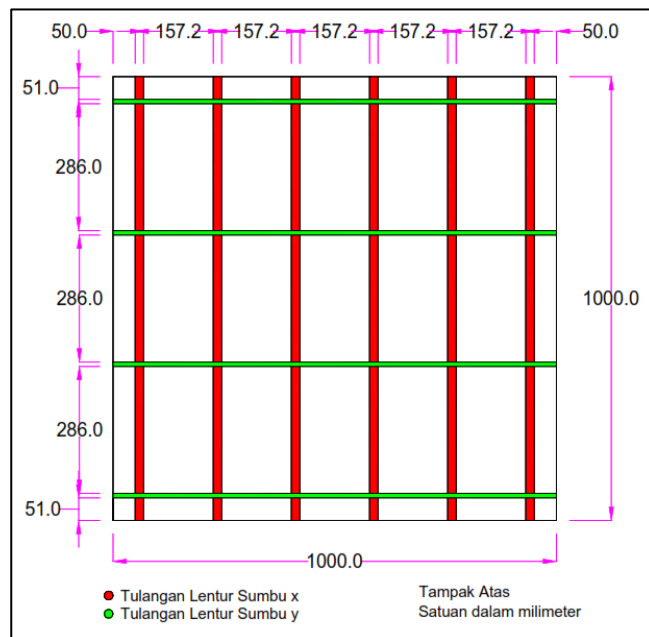
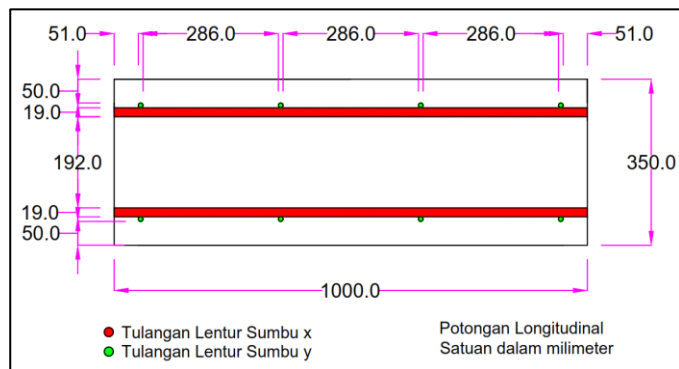
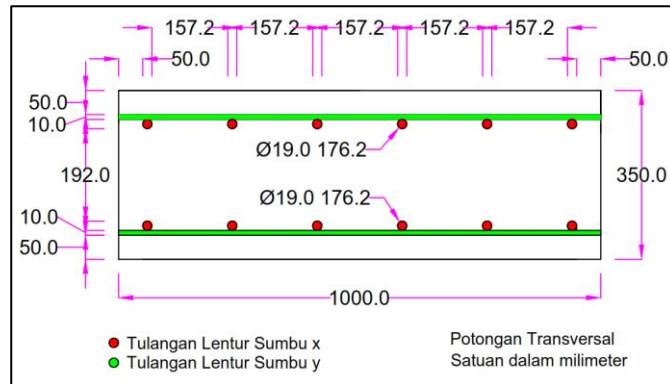
- Pelat Per 1 Meter
Dimensi pelat dijelaskan berikut ini.

Type	Jenis	Dimensi (m)		
		Panjang	Lebar	Tebal
Pelat Tipe 1	Tertumpu Sederhana	11.538	1	0.35
Pelat Tipe 2	Tertumpu Sederhana	14.100	1	0.35
Pelat Tipe 3	Tertumpu Sederhana	10.475	1	0.35
Pelat Tipe 4	Tertumpu Sederhana	3.393	1	0.35
Pelat Tipe 5	Tertumpu Sederhana	16.189	1	0.35
Pelat Tipe 6	Tertumpu Sederhana	14.270	1	0.35
Pelat Tipe 7	Tertumpu Sederhana	1	1	0.35

Properti penulangan pelat per 1 meter dijelaskan berikut ini.

Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	

Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	19	10	mm
Spasi antar tulangan	s	157.2	286	mm
Jumlah	n	6	4	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Tulangan Kulit	-	-	-	mm

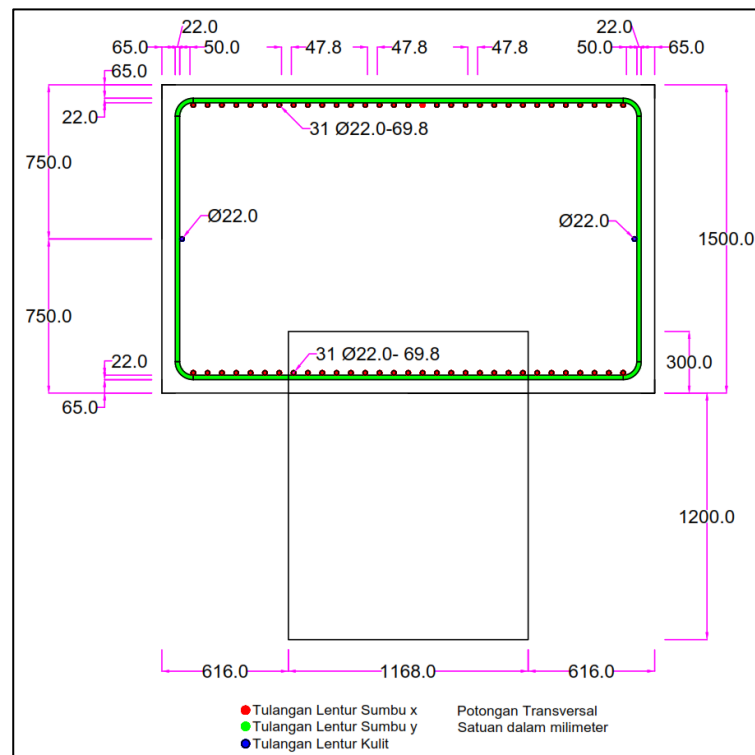


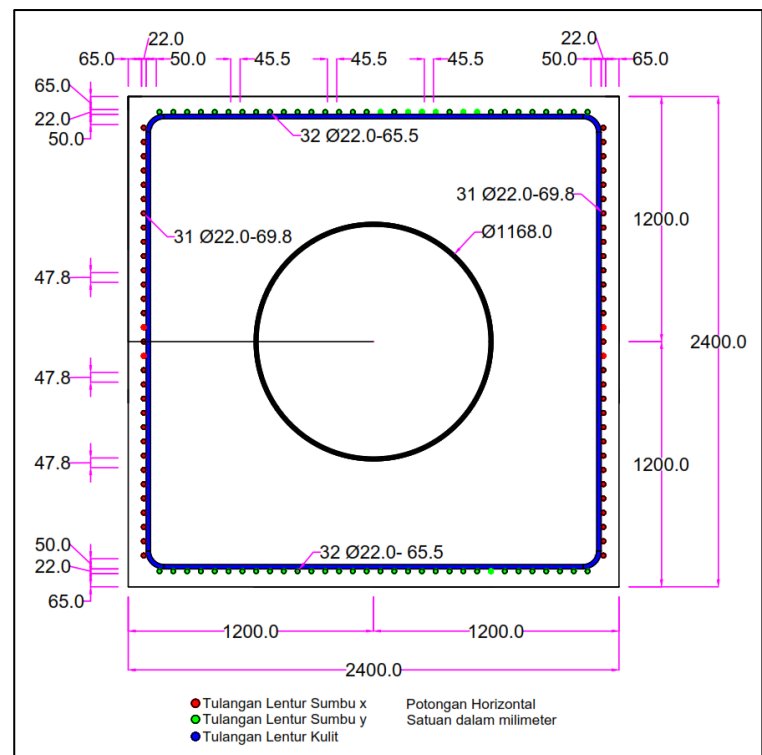
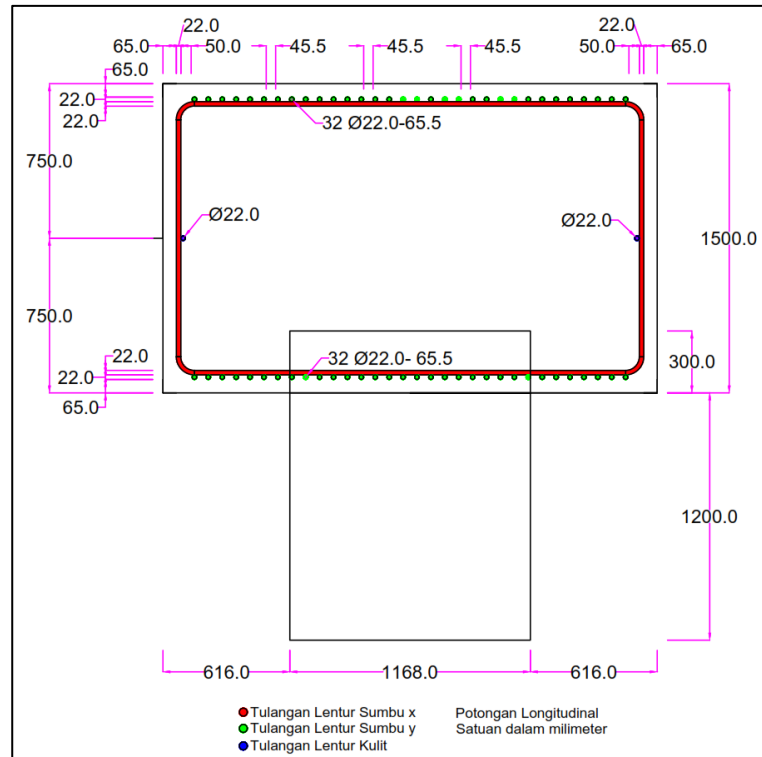
- Pile Cap
Dimensi Pile Cap dijelaskan berikut ini.

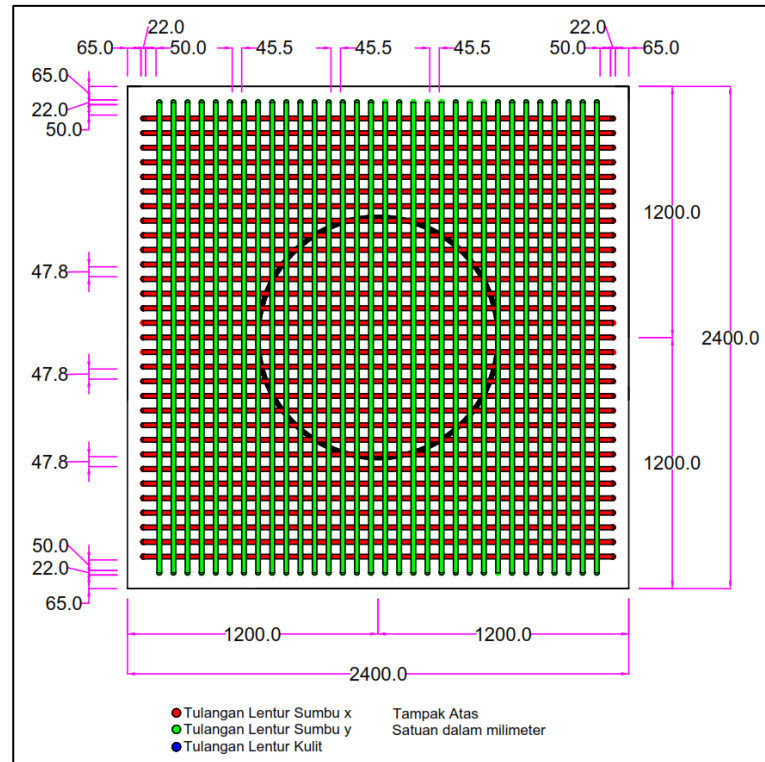
Tipe	Dimensi (m)		
	Panjang	Lebar	Tebal
Pile Cap	2.4	2.4	1.5

Properti penulangan pile cap dijelaskan berikut ini.

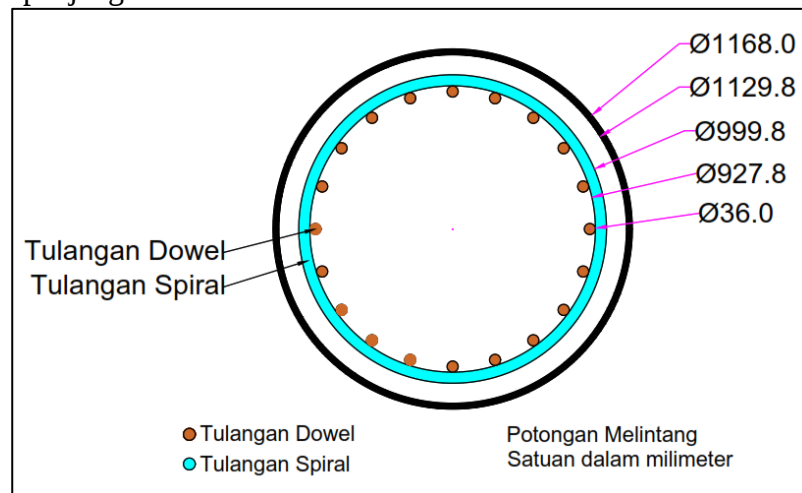
Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	
Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	40	40	mm
Spasi antar tulangan	s	136.451	130.9375	mm
Jumlah	n	32	33	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Bengkokkan	-	320	320	mm
Sudut Bengkokkan	-	135	135	Derajat
Panjang Angkur	-	240	240	mm



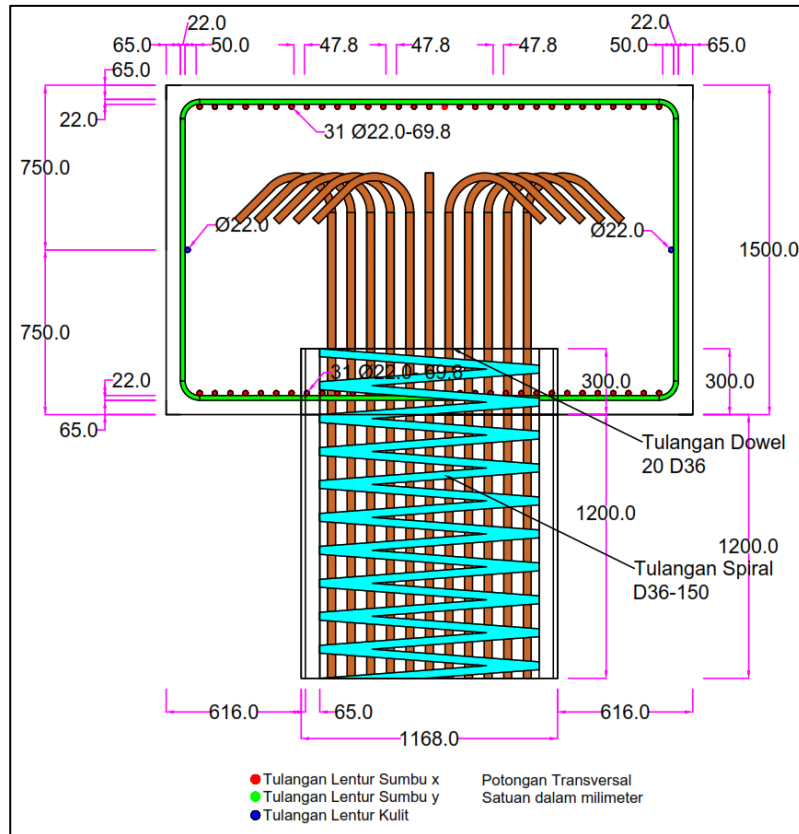




- Tulangan Dowel
 - Diameter tulangan ulir : 36 mm
 - Jumlah tulangan ulir : 20 buah
 - Clear Cover : 84.1 mm
 - Perpanjangan ke luar : 620 mm
 - Perpanjangan ke dalam : 1500 mm



- Tulangan Spiral
 - Diameter tulangan ulir : 36 mm
 - Spasi : 150 mm



d. Mooring Dolphin

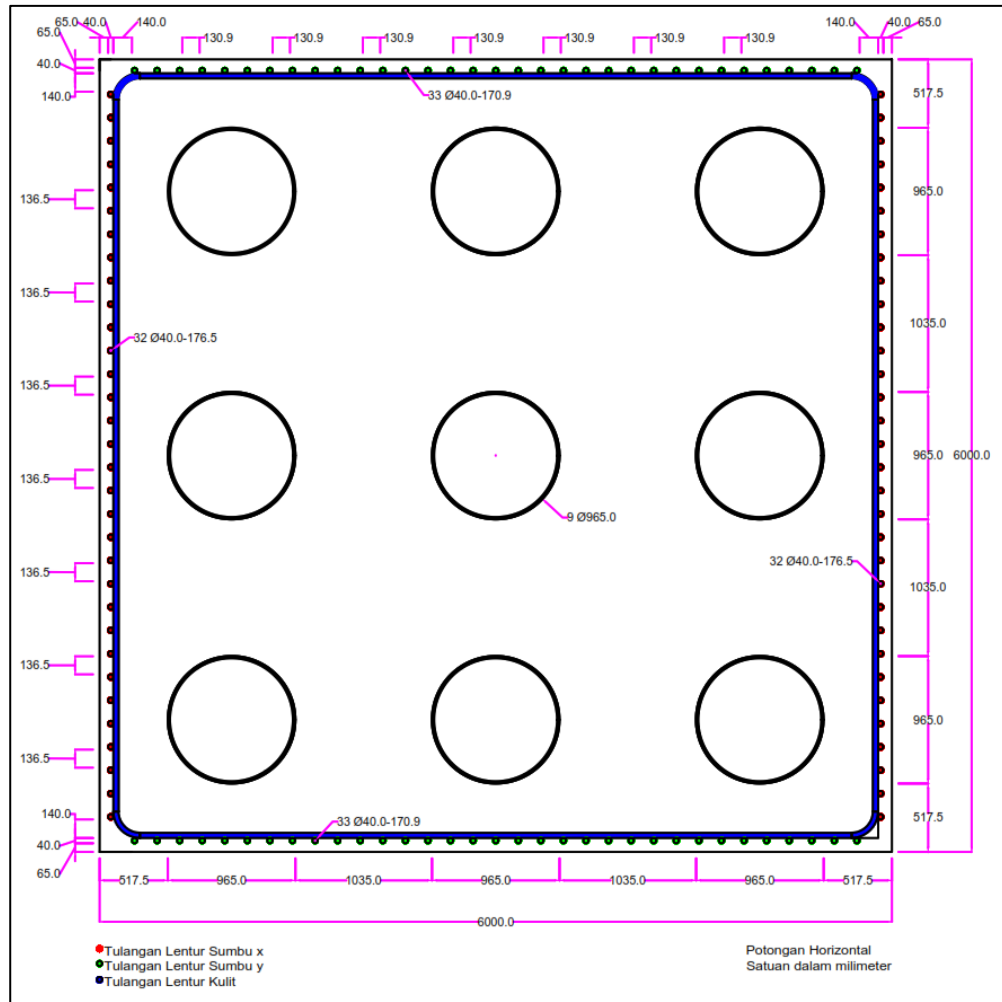
- Tiang Pancang
 - o Material : Baja ASTM A139 Grade E
 - o Diameter : 965 mm
 - o Tebal : 17.5 mm
- Pile Cap

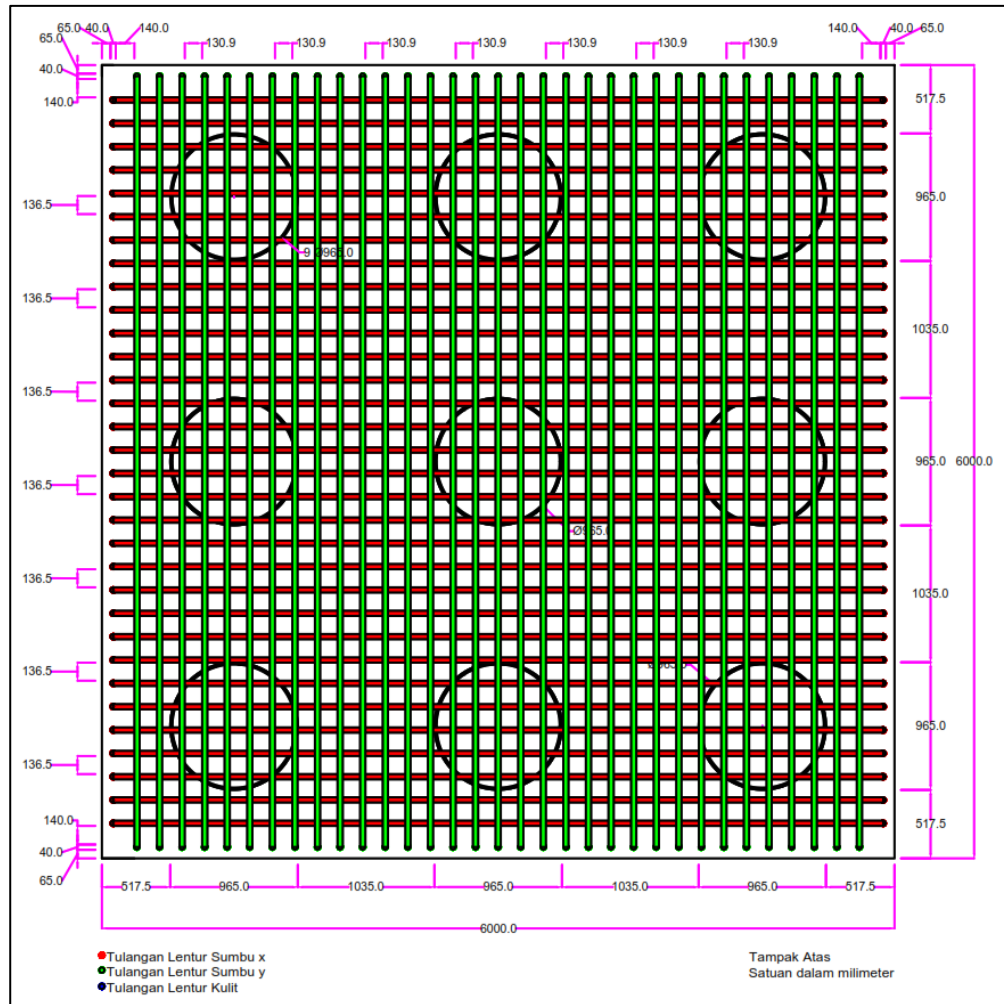
Dimensi Pile Cap dijelaskan berikut ini.

Tipe	Dimensi (m)		
	Panjang	Lebar	Tebal
Pile Cap	6	6	2

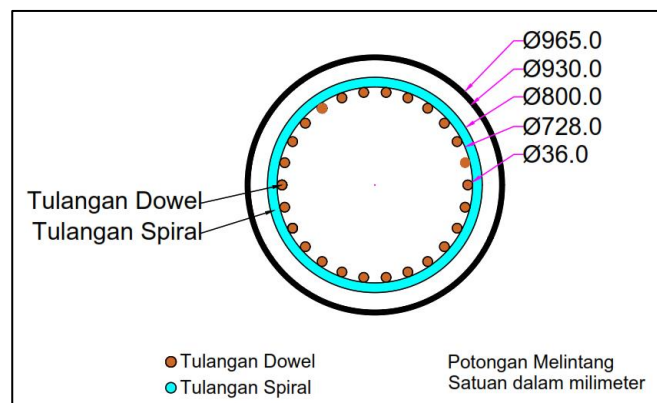
Properti penulangan pile cap dijelaskan berikut ini.

Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	
Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	40	40	mm
Spasi antar tulangan	s	136.451	130.9375	mm
Jumlah	n	32	33	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Bengkokkan	-	320	320	mm
Sudut Bengkokkan	-	135	135	Derajat
Panjang Angkur	-	240	240	mm



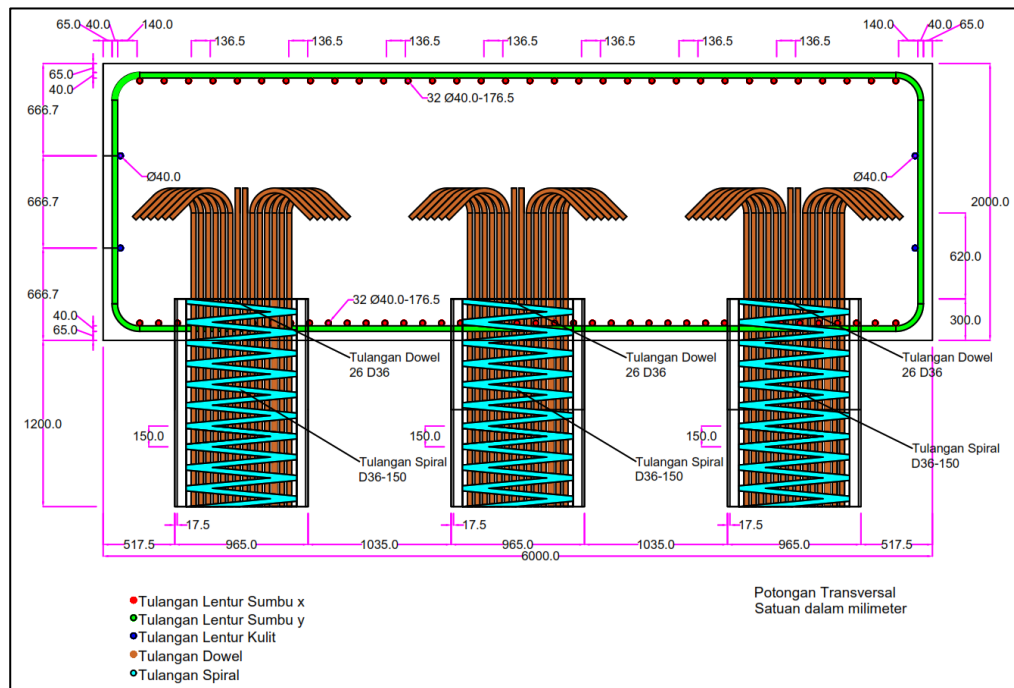


- Dimensi Pile Tulangan Dowel
 - Diameter tulangan ulir : 36 mm
 - Jumlah tulangan ulir : 26 buah
 - Clear Cover : 82.5 mm
 - Perpanjangan ke luar : 620 mm
 - Perpanjangan ke dalam : 1500 mm



- Tulangan Spiral

Diameter tulangan ulir : 36 mm
 Spasi : 150 mm



e. Breasting Dolphin

- Tiang Pancang

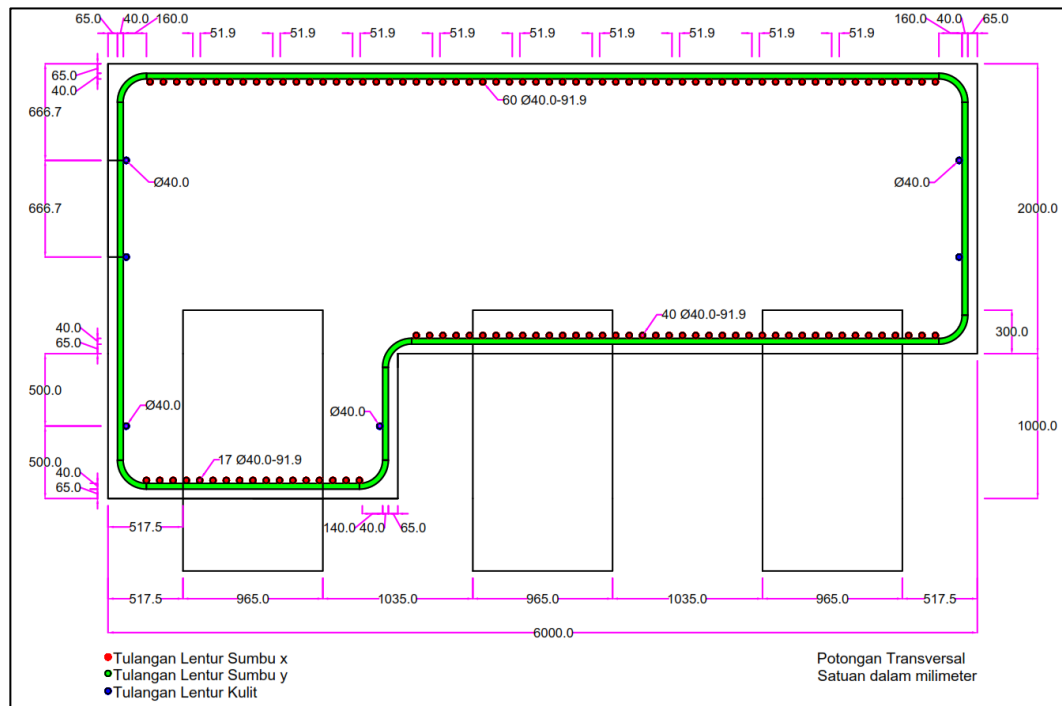
- Material : Baja ASTM A139 Grade E
- Diameter : 965 mm
- Tebal : 17.5 mm

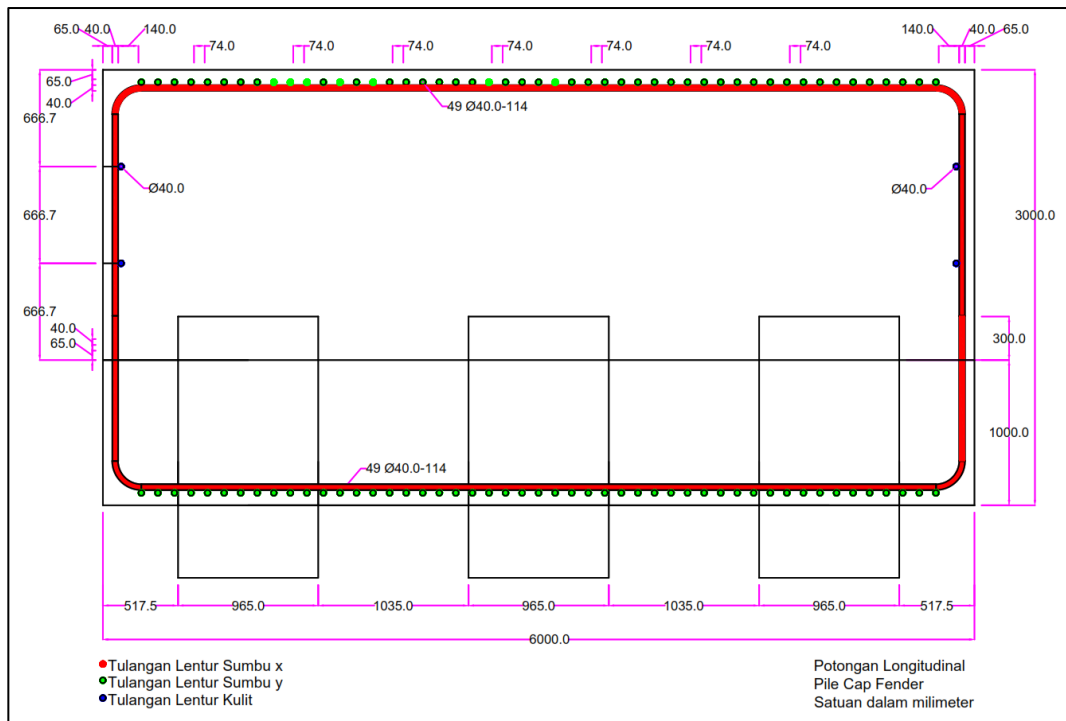
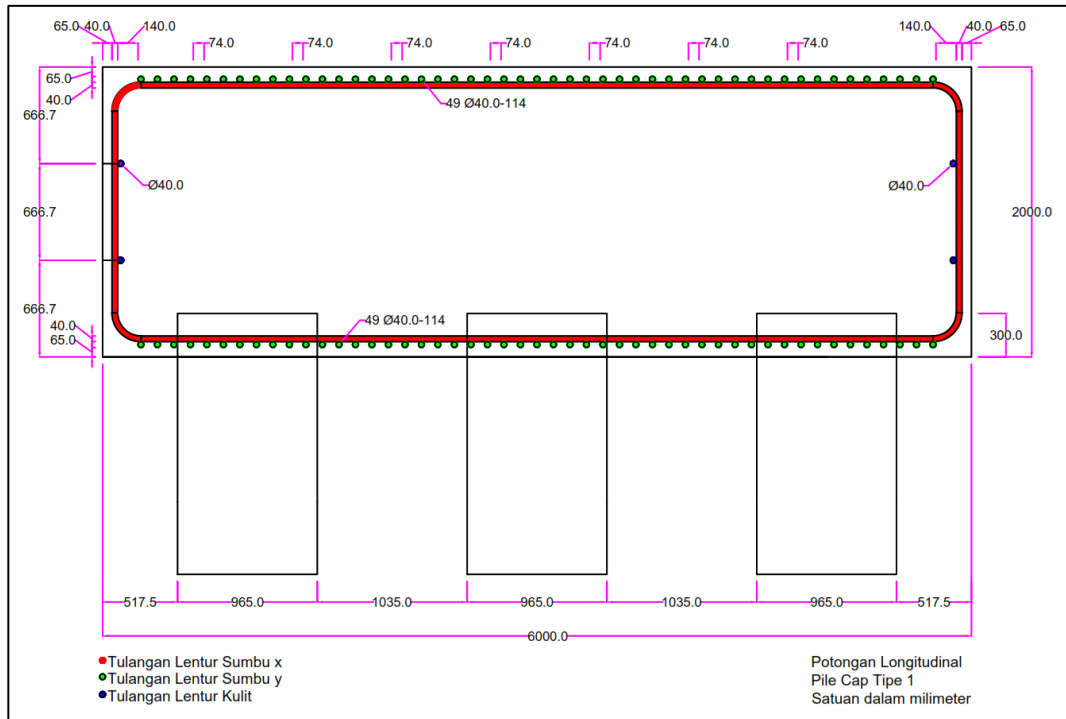
- Pile Cap
Cap dijelaskan berikut ini.

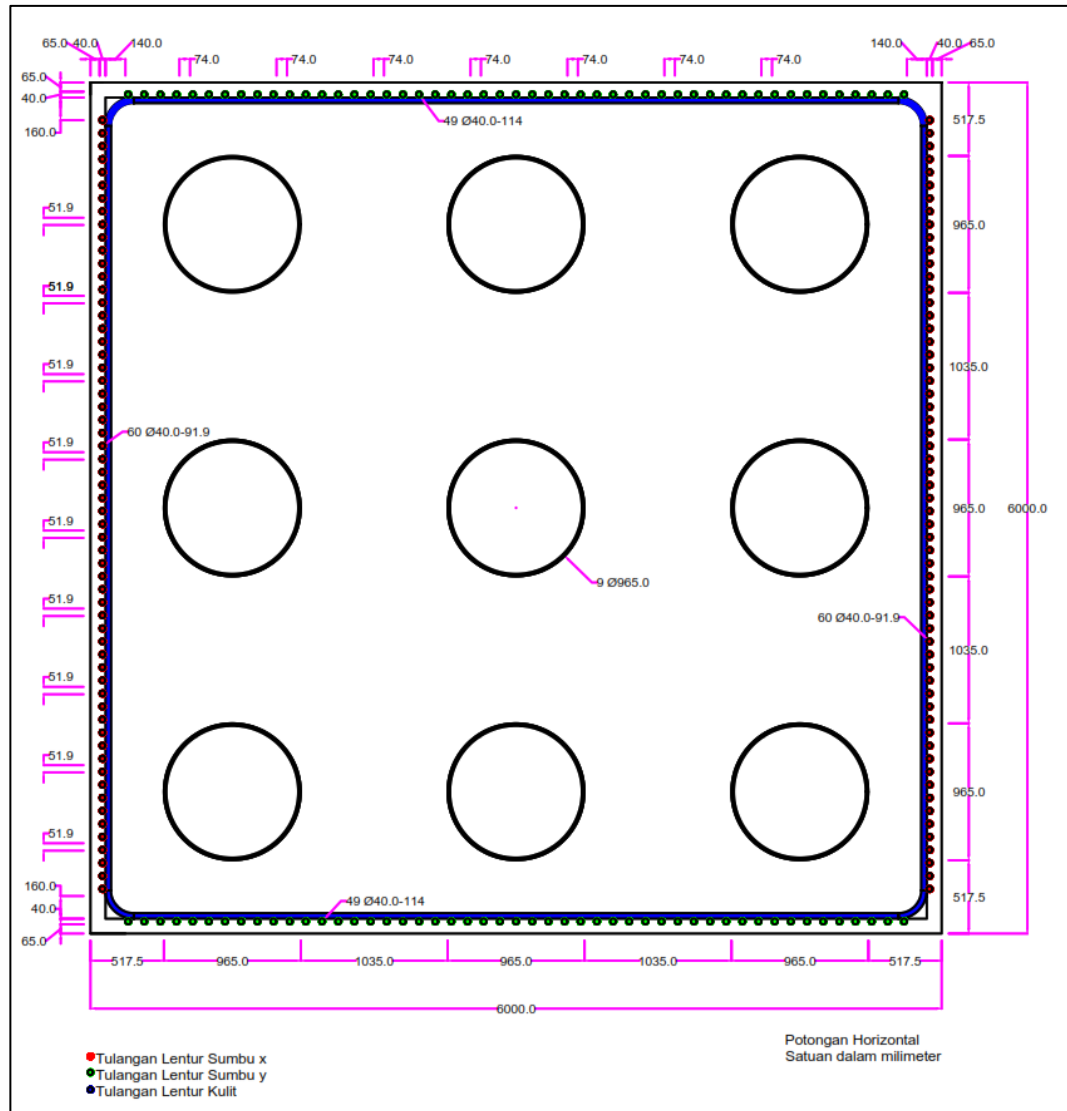
Tipe	Dimensi (m)		
	Panjang	Lebar	Tebal
Pile Cap Tipe 1	6	4	2
Pile Cap Fender	6	2	3

Properti penulangan pile cap dijelaskan berikut ini.

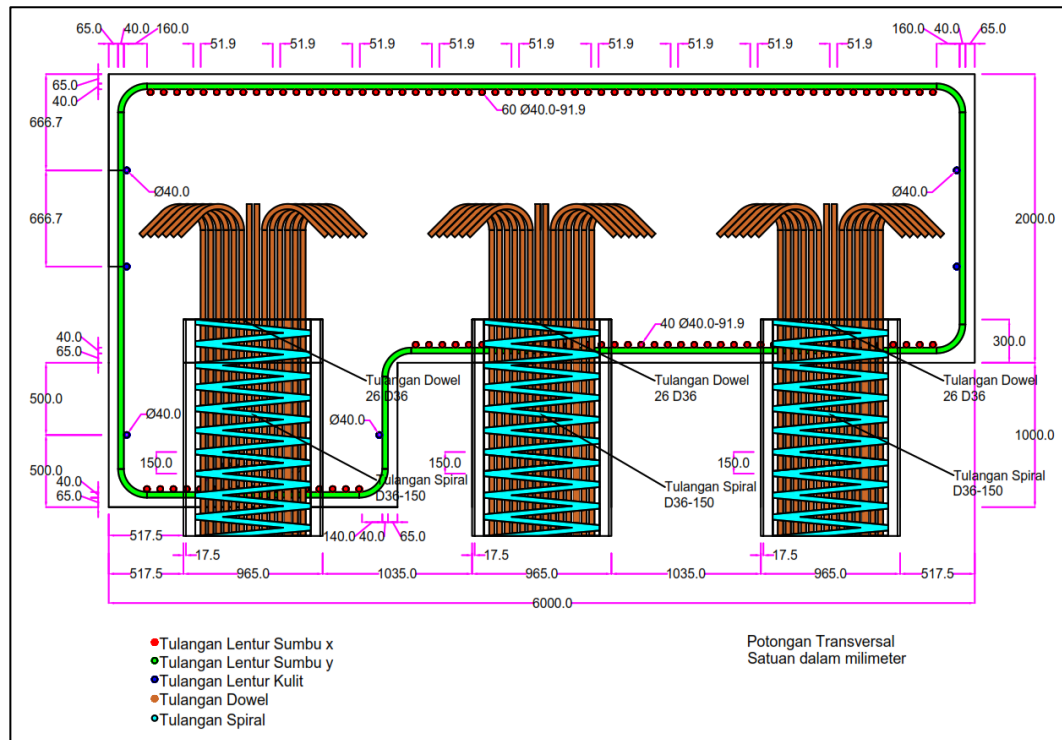
Parameter	Simbol	Tulangan Lentur		Satuan
		Arah x	Arah y	
Jenis	-	Ulir	Ulir	-
Diameter	D	40	40	mm
Spasi antar tulangan	s	51.875	73.958	mm
Jumlah	n	17	49	Buah
Jumlah Lapis	-	1	1	Buah
Diameter Bengkokkan	-	320	320	mm
Sudut Bengkokkan	-	135	135	Derajat
Panjang Angkur	-	240	240	mm
Diameter Tulangan Kulit	-	40	40	mm







- Tulangan Spiral
Diameter tulangan ulir : 36 mm
Spasi : 150 mm



5. Kedalaman tiang pancang masing – masing struktur dermaga yang dapat menahan gaya vertikal/daya dukung tanah dan gaya horizontal/lateral ditunjukkan berikut ini.

Tiang Pancang	Dimensi (m)		Digunakan Pada	Kedalaman Pemancangan (m)
	Diameter Luar	Tebal		
Tipe 1	0.66	0.0206	<i>Unloading Platform Trestle</i>	20
Tipe 2	0.965	0.0175	<i>Mooring Dolphin Breasting Dolphin</i>	30
Tipe 3	1.168	0.0191	<i>Gangway</i>	20

Kata Kunci : Dermaga Dolphin, Struktur, Pemodelan, LNG, Curah Cair

DAFTAR PUSTAKA

- American Institute of Steel Construction Inc. 2010. *Steel Construction Manual*. 14th. Chicago: American Institute of Steel Construction Inc.
- American Society of Civil Engineers (ASCE). 2010. *Minimum Design Load of Building and Other Structure*. Virginia: American Society of Civil Engineers
- Badan Standardisasi Nasional. 2016. *SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *SNI 1726:2012 Perancangan Bangunan Tahan Gempa*. Jakarta. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. *SNI 1729:2015 Spesifikasi Bangunan Baja Struktural*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *SNI 2847:2013 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta. BSN.
- Computers and Structure, Inc. 2017. "SAP2000 Help Files." *docs.csiamerica.com*.
- Das, Braja M. 2011. *Principles of Foundation Engineering*. Stamford: Cengage Learning.
- Fentek Marine Fendering Systems. 2002. *Fender Catalogue*. Hamburg: Fentek Marine Fendering Systems.
- Imran, Iswandi dan Ediansjah Zulkifli. 2014. *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Penerbit ITB.
- Panitia Peembaharuan Peraturan Beton Bertulang 1971. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan. 2002. *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.
- Thoresen, Carl A. 2014. *Port Designer's Handbook*. London: ICE Publishing.
- Triatmogjo, Bambang. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- U.S. Army Corps of Engineer. 1984. *Shore Protection Manual*. 4th. Vol. I. II. Vol. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Wight, James K, dan James G. Macgregor. 2012. *Reinforced Concrete Mechanics and Design*. New Jersey: Pearson Education, Inc.