

**EVALUASI PERHITUNGAN TIANG PANCANG  
AKIBAT GAYA TEKAN DAN BENTURAN  
PADA DERMAGA JETTY**

**(Studi Kasus)**

Skripsi  
Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana

**Oleh**

**FERRI ZALDHI  
NIM. : 07 811 0039**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2013**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

# EVALUASI PERHITUNGAN TIANG PANCANG AKIBAT GAYA TEKAN DAN BENTURAN PADA DERMAGA JETTY

## TUGAS AKHIR

Oleh :

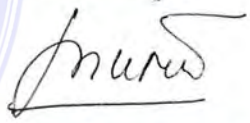
NAMA : FERRI ZALDHI  
NIM : 07 811 0039

Disetujui :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

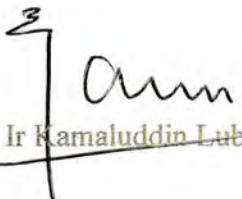
  
( Ir. Kamaluddin Lubis, M.T )

  
( Ir. Nuril Mahda Rangkuti, M.T )

Mengetahui :

Ka. Program Studi,

  
( Ir. H. Mahza, M.T )

  
( Ir. Kamaluddin Lubis, M.T )

## ABSTRAK

PLTU Nagan Raya memiliki peran yang cukup penting dalam mengatasi krisis listrik dan mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat, dalam hal ini di perlukan pelabuhan khusus untuk membantu mensuplai kebutuhan akan batubara sebagai bahan bakar utama PLTU Nagan Raya, Tercatat kebutuhan untuk unit#1 sekitar 75 ton/jam sehingga diperlukan stok aman 100.000 ton untuk menjaga pengoperasian unit dalam sebulan, maka dengan adanya Pelabuhan Khusus sangat diperlukan untuk akses masuknya batubara.

Dermaga ini direncanakan untuk menampung tongkang dengan kapasitas 12 000 DWT. Type struktur dermaga ini adalah wharf terbuka atau pier dengan trestle sebagai penghubung antara lapangan penumpukan dengan dermaga. Panjang total dermaga adalah 150 m dengan lebar 20 meter serta panjang trestle 25 meter dilengkapi dengan GSU ( Gantry Ship Unloader ) dan fender sebagai penahan tongkang agar tidak merusak dermaga.

- Benturan tongkang terhadap fender dan gaya tekan tidak terlalu mempengaruhi akan stabilitas dermaga dikarenakan gaya yang dihasilkan lebih kecil dari gaya sebenarnya sebelum di kalikan dengan safety factor di tambah lagi dengan mutu beton  $F_c' 35$  Mpa.

**Kata Kunci:** Pelabuhan, Gaya tekan, Fender

## ABSTRACT

*Nagan Raya plant has an important role in addressing the electricity crisis and stimulate economic growth society, in this case need special ports to help supply the demand for coal as the primary fuel power plant Nagan Raya, Noted the need for 1 # unit of about 75 tons / hour so that the necessary stock of 100,000 tons to maintain safe operation of the unit in a month, with a special port is needed to access the entry of coal.*

*The pier is planned to accommodate barges with a capacity of 12 000 DWT. Type the dock structure is an open wharf or pier to trestle as a liaison between field buildup to the pier. The total length of the pier is 150 m with a width of 20 meters and 25 meters long trestle comes with GSU (Gantry Ship Unloader) and anchoring the barge fenders as not to damage the dock*

*Clash of the barge against the fender and compression force did not significantly affect the stability of the pier due to the force generated is smaller than the actual style before multiply by the safety factor in adding more to the quality of the concrete  $F_c$  '35 MPa.*

*Keyword: Harbour, Wharf, Fender*

# DAFTAR ISI

## HALAMAN

ABSTRAK .....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
KATAPENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Maksud & Tujuan penulisan .....	2
1.3 Permasalahan.....	3
1.4 Batasan masalah.....	3
1.5 Metodologi penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Umum.....	10
2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Untuk Mendimensi Dermaga .....	10
2.2.1 Keadaan Tanah Dasar.....	13
2.2.2 Faktor Angin dan Gelombang.....	13
2.2.3 Gaya Tumbuk Dan Tarik Kapal.....	15

2.2.4 Gaya Gempa.....	17
2.2.5 Pemecah Gelombang.....	19
2.3 Pondasi.....	23
2.4 Jenis – Jenis Pondasi Tiang.....	25
2.4.1 Tiang Baja.....	26
2.4.2 Tiang Beton.....	27
2.4.3 Tiang Kayu.....	30
2.4.4 Tiang Komposit.....	32
2.4.5 Perbandingan Antara Jenis – Jenis Tiang.....	33
2.5 Perkiraan Panjang Tiang.....	33
2.5.1 Dukung Tiang Titik.....	33
2.5.2 Tiang Gesek.....	34
2.5.3 Tiang Kompaksi.....	35
2.6 Perancangan Tiang.....	35
2.7 Daya Dukung Pondasi Tiang.....	39
2.8 Percobaan Pembebanan Tiang.....	41

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum.....	43
3.2 Data Topografi dan Batyhmetri.....	43
3.3 Data Hydro – Oceanography.....	43
3.3.1 Data Pasang Surut.....	44
3.3.2 Data Angin.....	45

3.4 Data Penyelidikan Tanah.....	46
3.5 Data Kapal.....	47
<b>BAB IV EVALUASI PERHITUNGAN</b>	
4.1 Data – Data Evaluasi Perhitungan Tiang Pancang.....	48
4.2 Berdasarkan Data Tanah Bor Tanah.....	49
4.3 Berdasarkan Hasil Uji Sondir.....	50
4.4 Berdasarkan Hasil Uji SPT.....	51
4.5 Tahanan Lateral Tiang Pancang.....	53
4.6 Berdasarkan Momen Maksimum.....	54
4.7 Gaya Aksial Pada Tiang Pancang.....	56
4.8 Gaya Lateral Tiang Pancang.....	57
4.9 Tinjauan Geser Arah X.....	58
4.10 Tinjauan Geser Arah Y.....	59
4.11 Tinjauan Geser Dua Arah Y.....	60
4.12 Gaya Angin.....	62
4.13 Gaya Tumbuk Kapal.....	66
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN	

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pelabuhan sebagai tempat berlabuhnya kapal-kapal yang merupakan suatu tempat yang terlindung dari gerakan gelombang laut, sehingga kegiatan dapat dilaksanakan dengan aman. Pelabuhan merupakan salah satu simpul dari mata rantai bagi kelancaran angkutan muatan laut dan darat. Jadi secara umum pelabuhan adalah suatu daerah perairan yang terlindung terhadap badai/ombak, sehingga kapal dapat berputar, bersandar/membuang sauh dan bongkar muat atas barang serta perpindahan penumpang dapat dilaksanakan dengan aman. Pada umumnya ukuran suatu pelabuhan ditentukan berdasarkan panjang dermaga, lebar, kedalaman kolam dan daerah pendukung operasinya. Ukuran dan bentuk konstruksi dermaga menentukan pula besar investasi yang diperlukan, sehingga penentuan yang tepat sangat membantu sekali kepada operasi pelabuhan yang efisien.

Karena letak bumi terhadap matahari yang berbeda – beda dan berubah – ubah sepanjang tahun, maka pada beberapa bagian bumi timbul perbedaan temperature udara, akibatnya terjadi gerakan udara yaitu tekanan tinggi menuju tekanan rendah, gerakan udara ini disebut angin. Pengetahuan sifat angin sangat penting bagi perencanaan pelabuhan, karena angin mempunyai pengaruh besar dalam pengendalian kapal pada mulut pelabuhan. Angin juga menimbulkan gaya-gaya horinzontal yang perlu dipikul konstruksi dermaga. Selain itu angin mengakibatkan gelombang laut. Gelombang ini menimbulkan gaya – gaya tambahan yang juga



dipikul konstruksi bangunan dermaga. Akibat pendekatan kapal pada saat bersandar akan menimbulkan gaya tumbuk yang sangat mempengaruhi pembuatan konstruksi bangunan dermaga.

Fender adalah perangkat yang digunakan untuk meredam benturan yang terjadi pada saat kapal merapat ke dermaga atau pada saat kapal yang sedang ditambatkan bergoyang oleh gelombang atau arus yang terjadi dipelabuhan. Fender terbuat dari bahan yang elastic seperti karet. Sementara itu, bentuk Fender sendiri mengikuti dari kebutuhan atau keperluan di lapangan. Jadi, bentuk fender tidak semua sama, tergantung keadaan di lapangan.

Untuk mengatasi gaya-gaya yang ditimbulkan oleh gaya angin dan gaya tumbuk kapal, konstruksi bangunan dermaga membutuhkan tiang pancang sebagai pondasi. Penggunaan tiang pancang sebagai pondasi dermaga dikarenakan tiang pancang mempunyai kemampuan lebih dalam memikul beban dan mudah dalam proses pelaksanaan untuk mendapatkan lapisan tanah batuan pada kedalaman tanah yang diijinkan.

Evaluasi perhitungan pembangunan dermaga di PLTU Nagan Raya, Penulis ingin mengetahui perhitungan struktur mengenai benturan tongkang terhadap dermaga dan sekaligus berhubungan dengan gaya lateral yang di hasilkan oleh tongkang tersebut.

Pelaksanaan konstruksi ini terdapat di Desa Suak Puntong Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya, Pembangunan dermaga ini mempunyai kapasitas 12000 DWT ( Dead Weight Ton ) dengan panjang dermaga 150 Meter dengan Lebar 20 meter.

Perencanaan Dermaga ini menggunakan SPP ( steel pipe pile )  $\Phi$  812 mm dengan kuat tekan beton 350 kg/cm<sup>2</sup>, Struktur yang mampu menahan beban bukan berarti struktur tersebut diam tak bergerak dan kokoh jika dibebani, akan tetapi struktur tersebut akan merespon atau menghasilkan perilaku yang baik jika dibebani. Maksudnya struktur tersebut mampu menahan gaya-gaya yang menghasilkan momen (geser, lentur) dengan perilaku melendut dan lain-lain. Sehingga jika terjadi kelebihan beban (overload ), maka struktur tersebut tidak langsung ambruk atau putus, sehingga tidak memakan korban jiwa maupun materi.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis hanya ini mengevaluasi perhitungan struktur dermaga tersebut dengan standar “ Perencanaan Pelabuhan” dan “*Port Engineering*”. Adapun pembangunan dermaga tersebut menjadi salah satu kunci masuknya batu bara sebagai bahan bakar utama PLTU Nagan Raya.

## 1.2 Maksud & Tujuan Penulisan

Maksud penulisan skripsi ini untuk mengetahui gaya - gaya yang terjadi akibat benturan tongkang dan gaya lateral yang di hasilkan oleh tongkang terhadap dermaga khususnya PLTU Nagan Raya.

Tujuan dari penulisan skripsi ini untuk mengevaluasi berapa gaya benturan tongkang dan gaya lateral yang di hasilkan oleh tongkang terhadap dermaga.

## 1.3 Permasalahan

Didalam PLTU Nagan Raya yang membutuhkan pasokan batubara 75 ton/jam maka di butuhkan pelabuhan yang bersifat khusus maka didalam pelabuhan

tersebut harus memiliki fasilitas GSU (*Gantry Ship Unloader*), *belt conveyor, hopper, truck*. Selain itu mendesain pelabuhan itu sendiri terdapat Beban Mati, Beban Hidup dan Gempa. Adapun Beban Mati terdiri dari berat Beton Bertulang, Handrail, Rail Crane, Asphalt dan Bangunan diatas dermaga. Sedangkan Beban Hidup terdiri dari Benturan Tongkang, Gantry Ship Unloader, Truck dan Operator itu sendiri.

#### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini penulis hanya ingin membahas perhitungan strukturnya pada benturan tongkang terhadap fender dan gaya lateral yang terjadi pada struktur dermaga.

#### 1.5 Metodologi Penulisan

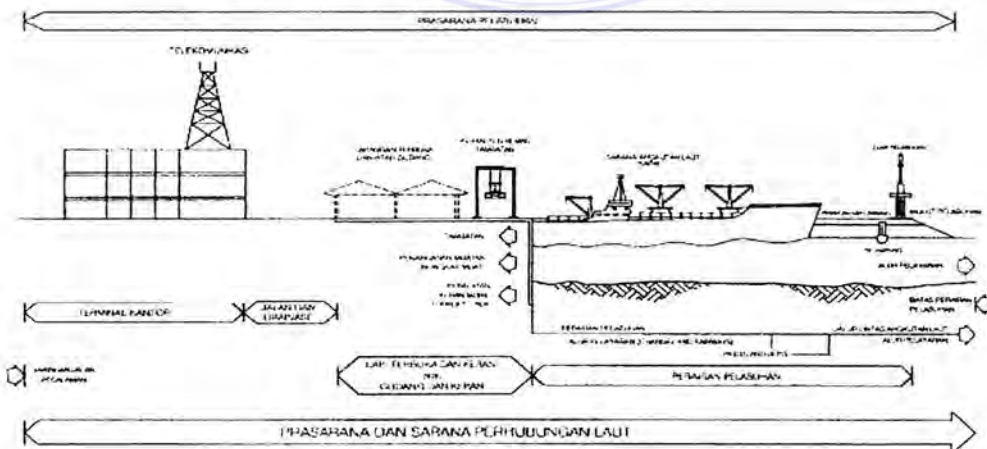
Metode penulisan yang dilakukan dalam penyusunan skripsi adalah dengan cara: Pengumpulan Data perencanaan dermaga PLTU Nagan Raya dan Konsultasi kepada kontraktor dan konsultan. Studi literatur pedoman dalam penyusunan teori-teori dan rumus-rumus serta pendekatan-pendekatan dari sejumlah buku yang berhubungan dengan pelabuhan dan pondasi, khususnya pondasi tiang pancang dan benturan *coal barge*. Analisa dalam penulisan ini diperlukan analisa sehingga akan diperoleh suatu kesimpulan dari hasil tersebut. Oleh karena itu pada penulisan ini diberikan perhitungan dimensi tiang pancang terhadap benturan dan gaya lateral yang di hasilkan. Memberikan kesimpulan dari pokok permasalahan sehingga maksud dan tujuan penulisan tercapai.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Dermaga adalah tempat berlabuh serta bertambatnya kapal-kapal, baik kapal-kapal penumpang maupun kapal-kapal barang. Dermaga sangat penting kedudukannya sebagai salah satu pendukung angkutan, khususnya angkutan laut. Dalam Negara Republik Indonesia yang berbentuk kepulauan dengan daerah yang luas, sangat dirasakan kebutuhan adanya suatu angkutan laut yang efektif, dalam arti aman, murah, lancar, cepat, mudah, teratur dan nyaman. Dalam angkutan laut dibedakan dua hal pokok yaitu berupa sarana dan prasarana. Sarana dalam system angkutan laut adalah jenis dari kapal-kapal laut yang berlayar melalui jalur angkutan laut termasuk kegiatan bongkar muat kapal pada dermaga. Sedangkan prasarana adalah fasilitas yang dimiliki dermaga yang meliputi suar pelabuhan, pemecahan gelombang, gudang, kantor, sarana telekomunikasi, terminal, jalan, dan draenase, peralatan bongkar muat dan lain sebagainya, Sarana dan prasarana saling satu dengan lainnya.



Gambar 2.1 : Siklus Perencanaan Dermaga

Sumber : Perencanaan pelabuhan, Oleh : Soedjana Kramadibrata

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)26/12/23

Untuk membangun dermaga diperhitungan beberapa permasalahan, diantaranya yaitu:

Secara teknis pelabuhan adalah suatu bagian dari ilmu bangunan maritim, pelabuhan Maritim kapal-kapal dan melakukan bongkar muat barang atau lainnya dan masalah yang menyangkut pelabuhan itu sendiri.

Dalam perencanaan pelabuhan harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Ukuran kapal yang akan beroperasi
- b. Gaya-gaya yang ditimbulkan oleh kapal tersebut
- c. Gerakan angin dan tekanan angin
- d. Gerakan gelombang dan gaya gelombang
- e. Kemungkinan pasang surut yang terjadi
- f. Arus dan gaya-gaya yang disebabkan arus air
- g. Kemungkinan pengangkutan pasir dipantai
- h. Kondisi tanah setempat
- i. Gempa yang terjadi dan gaya yang ditimbulkan
- j. Daya dukung tanah (Geoteknik)
- k. Beban hidup yang bekerja pada pelabuhan
- l. Gaya apung dari pelabuhan untuk tipe pontoon

Ukuran bentuk dermaga menentukan pula besar investasi yang diperlukan, sehingga sangat membantu kepada operasi pelabuhan yang efisien.

Pelabuhan dapat dibangun disuatu teluk atau daerah yang terlindung, dimana bias

Dari analisa ini maka beberapa macam pelabuhan yang terdapat di Indonesia antara lain :

- Pelabuhan alam
- Pelabuhan Buatan
- Pelabuhan semi Alam

1. Pelabuhan alam adalah suatu daerah yang menjurus kedalam yang terlindung oleh suatu pulau, jazirah atau terletak disuatu teluk, sehingga navigasi dan berlabuhnya kapal dapat dilakukan.

2. Pelabuhan buatan (Artificial Harbour ) adalah suatu daerah perairan yang dibuat oleh manusia, sehingga terlindung terhadap ombak dan badai ataupun arus yang mana kapal-kapal dapat merapat. Pelabuhan buatan ini biasanya dibuat untuk berlabuhnya kapal dan proses pembuatan ini dilakukan oleh tenaga mekanis dan tenaga manusia. Untuk pelaksanaannya dilakukan pengerukan pada daerah yang telah disetujui oleh pihak perusahaan pelabuhan dalam hal ini yang perlu turun tangan adalah departemen perhubungan laut.

3. Pelabuhan semi alam contohnya pelabuhan BOOM baru di Palembang. Gunanya menunjang perdagangan maka lintas muatan, pelabuhan itu diciptakan sebagai titik sentral yang mungkin perpindahannya dalam hal ini perpindahan muatan penumpang, dimana kapal-kapal dapat berlabuh dan bersandar atau berputar (Turning Bazin) untuk melakukan kegiatan aktivitas bongkar muat atau

## 2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi untuk Mendimensi Dermaga

### 2.2.1 Keadaan Tanah Dasar

Pada setiap bangunan Teknik Sipil selalu dihadapkan pada masalah pondasi dan stabilitas yang erat kaitannya dengan masalah karakteristik dan struktur tanah sebagai pendukung bangunan keseluruhan banyak ditentukan atas kekuatan tanah tersebut dan diukur sebagai tekanan tanah yang diizinkan. Jadi intensitas pembebanan maksimum perhitungan harus didasarkan pada :

- a. Daya tekanan tanah maksimal.
- b. Penurunan bangunan yang direncanakan.
- c. Bangunan harus dapat memikul gaya-gaya yang timbul, yaitu gaya-gaya lateral dan vertical dalam tanah sehingga tidak menjadikan rusaknya bangunan.

Intensitas pembebanan netto adalah perbedaan antara intensitas tekanan awal tanah pada taraf pondasi yang bersangkutan sebelum adanya bangunan dengan total intensitas akhir tanah pada saat bangunan sudah didirikan dan dipergunakan. Kapasitas daya dukung ultimate adalah nilai intensitas pembebanan

netto pada saat mana tanah bergeser, disebabkan gaya geser yang terjadi sebagai akibat tekan tanah maksimal. Untuk mendalami jenis/macam tanah sebagai pendukung bangunan mengklasifikasikan jenis tanah dengan pembagian utamaberikut:

- a. Berangkal.

### b. Kerakal.

- c. Kerikil.
- d. Pasir.
- e. Lanau
- f. Lempung.
- g. Gambut.

Biasanya seorang perencana memisalkan bahwa daerah tekanan efektif di bawah tanah yang dibebani, diperdalam kurang lebih  $1\frac{1}{2}$  kali dari lebar tersebut. Kondisi yang diperkirakan pada daerah tekanan dimana efektif terjadi dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Merata.
- Lapisan lunak yang dapat tertekan di atas lapisan keras.
- Lapisan keras di atas lapisan lunak.
- Dapat terdiri dari bermacam jenis tebal lapisan.

Keempat jenis kondisi tanah di atas menentukan perhitungan atau percobaan lapangan dan digunakan sebagai data dalam hal penentuan macam pondasi dan diperkirakan penurunannya.

Pengenalan atas gaya tanah diperlukan untuk memecahkan sebagian masalah gaya geser tanah dan tegangan-tegangan lain yang bekerja padanya secara praktis, pengetahuan ini diperlukan untuk mengetahui daya dukung tanah, tegangan tanah (vertical dan horizontal) dan stabilitas sudut pergeseran tanah pada pembebanan. Untuk perencanaan sementara sebelum diadakannya penyelidikan mekanika tanah, maka dapat digunakan nilai daya dukung tanah seperti pada tabel 2.1 di bawah ini. Dalam keadaan aslinya pada setiap lapisan



lebih kecil dari pada tegangan vertical.

**Tabel 2.1 Nilai Daya Dukung Tanah**

Macam Tanah	Daya Dukung Ton/M <sup>2</sup>	Macam Tanah	Daya Dukung Ton/m <sup>2</sup>
Lempung, sangat halus	2,5	Pasir, padat/bersih	25,0
Lempung, halus	7,5	Pasir, padat/berlanau	15,0
Lempung, normal	12,5	Pasir, lepas dan halus	20,0
Lempung, setengah lekat	17,5	Pasir, bergradasi dan lepas	18,0
Lempung, lekat	22,5	Pasir dan kerikil	50,-
Lempung, keras	30,0	Pasir bersemen	10,0
		Cadas	15,0
		Bed Rock	1000,0

Sumber Tabel 2.1 Perencanaan pelabuhan, Soedjono Kramadibrata

**2.2.2 Faktor Angin dan Gelombang**

Angin terjadi akibat adanya gerakan udara dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah. Kecepatan gerakan udara tergantung dari besarnya perbedaan tekanan dan jaraknya. Angin terbagi atas dua bagian, yaitu :

**1. Angin Laut**

Angin laut adalah peredaran udara pada suatu gerakan lingkaran yang diakibatkan perbedaan tekanan. Perbedaan tekanan terjadi pada saat volume udara di daratan mulai mengembang menjadi tekanan udara dalam lapisan-lapisan udara yang berkurang sedang lapisan-lapisan udara di atas laut bertambah (massa udara bertambah). Akibatnya lapisan bagian bawah terjadi suatu aliran

udara dari laut ke daratan, sedangkan di lapisan bagian atas aliran udara dari darat

ke lautan. Angin laut terjadi pada siang hari, saat matahari menyinari bumi daratan lebih panas dari pada lautan.

## 2. Angin Darat

Pada malam hari di waktu matahari tenggelam, maka daratan lebih mudah melepaskan panas yang telah diserap laut Sehingga lapisan udara di atas lautan lebih panas dan lapisan udara di atas tekanannya berkurang dibandingkan dengan tekanan udara di lapisan-lapisan di atas daratan. Pada saat ini akan terjadi arus pergerakan udara yang melingkar, tetapi berlawanan dengan pergerakan udara pada siang hari, pergerakan ini disebut angin darat.

Pengetahuan sifat angin sangat penting bagi perencanaan pelabuhan karena:

1. Angin mempunyai pengaruh besar dalam pengendalian kapal, terutama pendekatan kapal pada mulut-mulut pelabuhan.
2. Angin menimbulkan gaya-gaya horizontal yang perlu dipikul konstruksi pelabuhan.
3. Angin mengakibatkan gelombang laut, gelombang ini menimbulkan gaya-gaya tambahan yang wajib dipikul konstruksi bangunan pelabuhan.

Besaran angin diukur berdasarkan kecepatan (intensitas) dan jumlah banyaknya pada suatu periode tertentu (frekuensi). Intensitas/kecepatan angin diukur dengan dimensi meter per detik atau kilometer per jam ataupun mil per jam. Perbandingan ukuran-ukuran tadi mempengaruhi besaran sebagai berikut:

$$1 \text{ m/detik} = 3,6 \text{ km/jam} = 2,237 \text{ mil/jam, atau}$$

$$X \text{ m/detik} = (4X - 0,4X) \text{ m/detik} = 2,24 X \text{ mil/jam}$$

$$Y \text{ m/detik} = (y/4 + y/40) \text{ m/detik} = 0,62 Y \text{ mil/jam}$$

$$Z \text{ mil/jam} = 0,447 Z \text{ m/detik} = 1,61 Z \text{ km/jam}$$

Angin yang bekerja pada bangunan-bangunan menimbulkan suatu tekanan yang berbentuk muatan sebagai akibat perubahan kecepatan pada sekitar bangunan yang harus dipikul konstruksi bangunan tersebut. Besarnya tekanan muatan angin dinyatakan dalam buku peraturan Muatan Indonesia 1970 atau NI-18, yang besarnya dinyatakan dengan rumus :

$$P = \frac{v^2}{16}$$

Dimana :

$$P = \text{Tekanan angin (kg/m}^2) \rightarrow P_{\min} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$V = \text{Kecepatan angin (m/det)}$$

### 2.2.3 Gaya Tumbuk dan Tarik Kapal

Fender adalah menjaga kapal dan atau dermaga dari kerusakan ,ketika bebenturan pada waktu kapal merapat ke dermaga.Oleh karena itu harus menggunakan material yang lebih lunak dari besi,artinya bila terjadi benturan antar kapal dengan dermaga,akan ditahan oleh material fender,dan material inilah yang akan terkena kerusakan duluan.akan tetapi yang lebih penting adalah kemampuan material fender untuk dapat meredam gaya benturan sehingga gaya benturan yang diterima oleh dermaga menjadi berkurang. Teknologi inilah yang sekarang banyak dikembangkan dengan menggunakan material jenis karet kualitas tinggi yang didesain dengan berbagai bentuk sehingga dapat meredam energi ribuan kilogram meter.

Rubber Fender Type V / Arch fender adalah jenis fender yang telah dioptimalkan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

untuk peningkatan penyerapan energi untuk gaya maksimum

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Hollow Cylinder Rubber Fender digunakan untuk longitudinal dan melintang di dermaga. Fender silinder memiliki gaya reaksi rendah, dan penyerapan energy bagus,

Rubber Fender Type D memiliki gaya reaksi, dengan penyerapan energi yang lebih tinggi. biasa digunakan untuk frame dermaga dan kapal-kapal yang lebih kecil karena lebar ke bawah sehingga kapal / boat kecil dapat menyentuh frame.

Rubber Fender Type M dan Fender Type A penggunaan umum untuk dermaga dan Pelabuhan. Rubber Fender Type Cell, kekuatan reaksi rendah dan kemampuan penyerapan energi yang tinggi; karet fender cell dilengkapi dengan fronal frame. Produk tersebut memiliki karakteristik penyerapan tenaga yang lebih tinggi, dan sangat handal untuk penggunaan di dermaga / pelabuhan dengan kapal besar.

Besarnya gaya yang bekerja pada tambatan diukur sesuai arah angin yang menentukan dan arus yang bekerja pada tambatan tersebut. Bila pada tambatan tersebut terdapat kapal sedang bertambat maka yang diperhitungkan adalah luas muka kapal di atas permukaan air, kemudian dikalikan dengan faktor 1,3 yaitu sebagai ganti ukuran bentuk kapal sebenarnya,

Besarnya gaya akibat arus adalah :  $\frac{\gamma}{2g} \times V^2$  .....

(2.2)

Dimana:

$\gamma$  = berat jenis benda cair dimana kapal tersebut terapung

$g$  = percepatan gravitasi

$V$  = kecepatan arus

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang **Energi kinetik akibat benturan dari kapal saat kapal akan bertambat** Document Access: 26/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah  
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
 Access From (Repository.uma.ac.id) 26/12/23

dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{1}{2} MV^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{W}{g} \cdot V^2 \dots\dots\dots (2.3)
 \end{aligned}$$

Dimana :

E = Energi Kinetis

M = Massa kapal

W = Berat kapal

g = Percepatan gravitasi

V = Kecepatan kapal pada saat bertambat

Energi kinetic ini biasanya 50% diterima oleh system fender dan sisanya dipikul oleh konstruksi tambatan. Untuk kapal besar biasanya kecepatan dihitung

V = 7,5 - 15 cm/detik dan untuk kapal kecil diambil V = 30 cm/detik.

**2.2.4 Gaya Gempa**

Bangunan pelabuhan termasuk dalam kategori bangunan khusus, maka besaran koefisiensi gempa harus dihitung 2 kali dari koefisiensi gempa besar. Arah kerja gempa harus diperkirakan pada segala arah. Sebagai akibat gaya gempa yang mendadak, maka dalam perhitungan dapat diizinkan adanya kenaikan tegangan pada konstruksi kayu, beton, dan baja sebesar 1,5 kali tegangan-tegangan yang diizinkan bagi tegangan tank, tekan dan geser.

Tabel 2.2 Besar Koefisien Faktor Tanah Terhadap Jenis Konstruksi

Jenis Tanah	Konstruksi			
	Kayu	Baja	Beton Tulang	Tembok
Keras	0,6	0,6	0,8	1,0
Sedang	0,8	0,8	0,9	1,0
Lunak	1,0	1,0	1,0	1,0

Sumber Tabel 2.2 Perencanaan pelabuhan, Soedjono Kramadibrata

Sedangkan daya dukung tanah diizinkan kenaikan 30% - 50% tergantung dari jenis tanah.

Besarnya gaya gempa dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F &= K \cdot W \\
 &= (K_i \cdot L \cdot B) \cdot W \\
 &= (f \cdot K_o \cdot L \cdot B) \cdot W \dots\dots\dots (2.4)
 \end{aligned}$$

Dimana :

F = Gaya gempa

K = Koefisien gempa

W = Beban vertical dengan muatan hidup yang penuh

f = koefisien sesuai tingkat penggunaan bangunan

(untuk bangunan pelabuhan f = 2)

L = Faktor lajur gempa

(Indonesia dibagi atas 3 daerah lajur gempa, masing-masing

L<sub>1</sub> = 1,00; L<sub>2</sub> = 0,50; L<sub>3</sub> = 0,25)

UNIVERSITAS MEDAN AREA berdasarkan tingkat bersangkutan

$K_o$  = Koefisien gempa dasar

Besarnya koefisien gempa dasar ditentukan berdasarkan tinggi rendahnya bangunan.

Untuk  $H \leq 10$  m, maka  $K_o = 0,1$

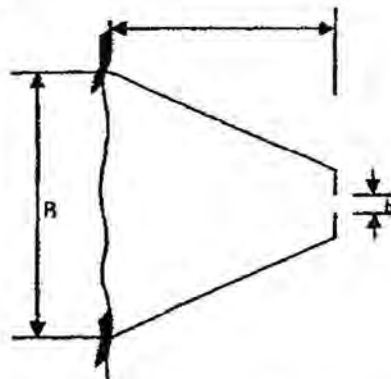
Untuk  $10 \text{ m} < H < 40 \text{ cm}$ , maka  $K_o = \frac{1}{10 + 0,1H}$

$K_n$  = Koefisien gempa pada puncak,  $K_n = (1 + 0,05 H) K_o$

$B$  = Faktor tanah yang mendukung bangunan (dapat dilihat pada tabel 2.4).

**2.2.5. Pemecah Gelombang**

Pemecah gelombang merupakan pelindung utama bagi pelabuhan buatan. Maksud dasar dari pemecah gelombang adalah melindungi daerah pedalaman perairan pelabuhan, yaitu memperkecil daerah pedalaman prairan pelabuhan, memperkecil tinggi gelombang laut, sehingga kapal dapat berlabuh dengan tenang dan melakukan bongkar muat.. Untuk memperkecil gelombang pada perairan dalam, tergantung kepada tinggi gelombang ( $H$ ), lebar muara ( $b$ ), lebar perairan pelabuhan ( $B$ ) dan panjang perairan pelabuhan, seperti terlihat pada gambar 2.2. di bawah ini.

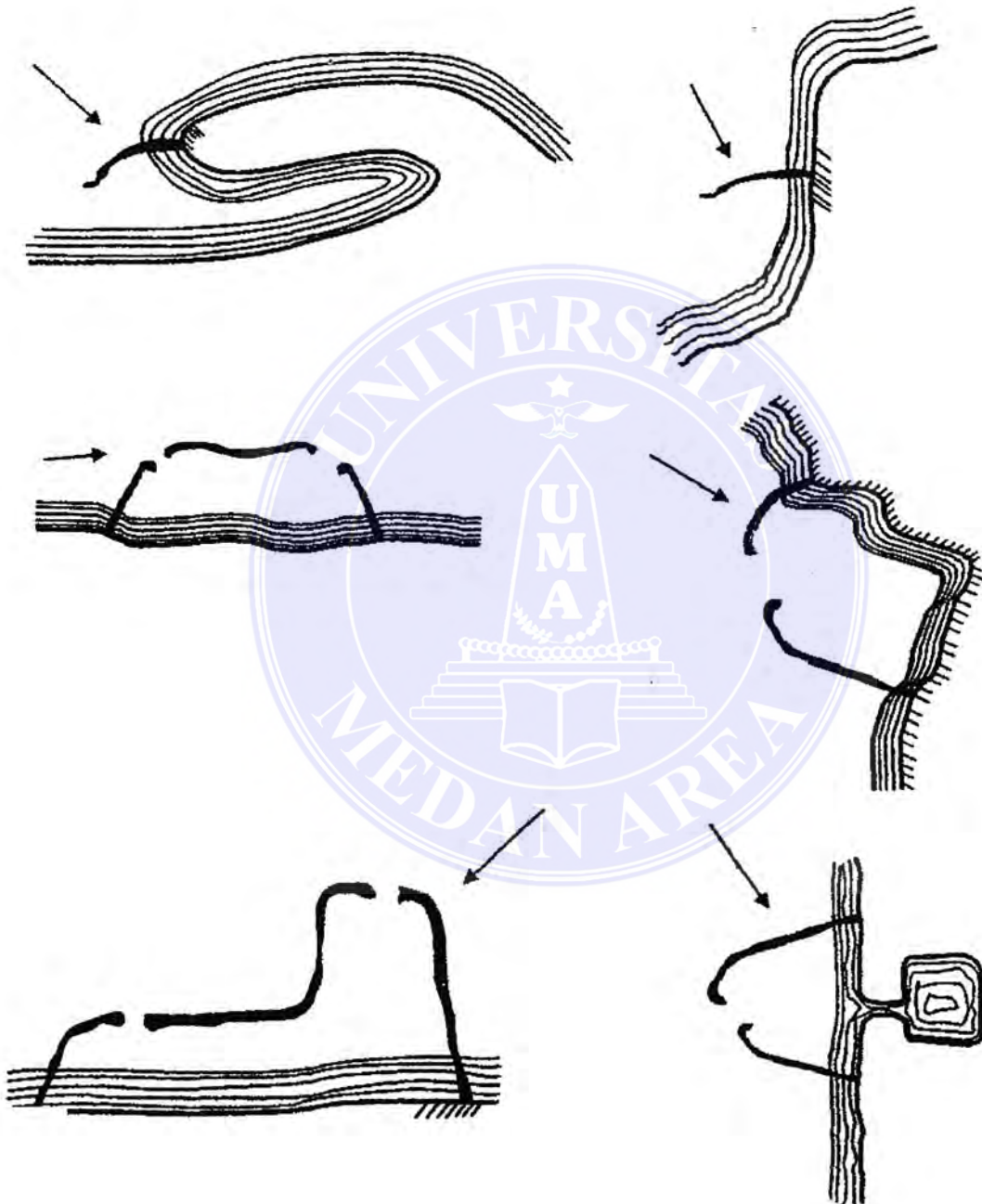


Gambar 2.2. Pemecah Gelombang

UNIVERSITAS MEDAN AREA *Perencanaan pelabuhan, Oleh : Soedjana Kramadibrata*

Bentuk-bentuk bangunan pemecah gelombang dapat dilihat pada gambar 2.3.

berikut ini:



**UNIVERSITAS MEDAN AREA Bentuk-bentuk Pemecah Gelombang**

Sumber: *Perencanaan Pelabuhan, oleh: Soedjono Kramadibrata*

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



Pemecah gelombang sendiri mempunyai beberapa bentuk dasar dan syarat-syarat teknis sebagai berikut :

- Gelombang disalurkan melalui suatu dinding batu miring atau pemecah gelombang batu, sehingga energi gelombang dihilangkan secara gravitasi, karena gelombang pecah baik di permukaan batu ataupun melalui celah-celah.
- Batu-batu tersebut dapat pula dibentuk dalam bentuk-bentuk secara buatan misalnya dari beton bertulang. Pemakaian batu-batu buatan ini digunakan bila pada lokasi yang diizinkan sukar didapatkan batu alam yang sesuai beratnya dengan kebutuhan yang memecahkan gelombang atau pertimbangan-pertimbangan teknis lainnya.
- Dengan membangun suatu dinding tegak yang cukup ketinggian dan kekuatannya sedemikian sehingga gelombang tersebut dapat didifraksikan dan dihapuskan karena pecahnya gelombang.
- Dinding pemecah gelombang dengan diberi penyerap gelombang

Penentuan dan perancang pemecah gelombang harus melalui tingkat-tingkat penyelidikan lapangan, perhitungan, penyelidikan laboratorium dengan model dan disesuaikan dengan pengalaman di lapangan. Dalam merancang pun harus dipelajari faktor pelaksanaan karena adanya pengaruh-pengaruh alam dan peralatan yang digunakan dan tersedianya tenaga terampil. Bentuk-bentuk pemecah gelombang :

### 1) Pemecah Gelombang Batu

Jenis pemecah gelombang ini adalah jenis-jenis dalam mengembangkan pemecah-pemecah gelombang selanjutnya, pemecah gelombang ini menahan

gaya-gaya horizontal yang timbul akibat gelombang-gelombang statis dan dinamis. Bentuk ini mempunyai fleksibilitas yang tinggi dalam pemeliharaannya.

#### 1) Pemecah gelombang Batu Buatan

Dalam melaksanakan suatu pemecah gelombang batu sering dijumpai kesulitan dalam mendapatkan ukuran batu yang sesuai dengan yang direncanakan. Guna mengatasinya, maka dibuatlah batu buatan yang memenuhi persyaratan berat dan secara konstruktif dirancang sedemikian sehingga makin lama satu sama lainnya saling mengikat diri lebih rapat, sehingga kuat menahan energi gelombang.

#### 2) Pemecah Gelombang dinding

Pemecah gelombang ini biasanya dipakai bila keadaan tanah dasar laut mempunyai daya dukung yang kuat (berlapis pasir), sehingga kuat menahan muatan di atasnya. Bentuknya dapat berupa blok-blok dinding, kaisan berupa kotak atau silindris. Fungsi dinding vertikal ini adalah merefleksi gelombang sehingga energinya hilang. Konstruksi semacam ini disebut pemecah gelombang majemuk.

#### 3) Penyerap Peredam Gelombang

Penyerap gelombang mempunyai bentuk suatu kotak yang berlubang-lubang. Bentuk lubang pada umumnya berupa persegi atau lingkaran dan kemudian sesuai dengan hasil percobaan diberi bentuk-bentuk sesuai ilmu hidrolika, sehingga energi gelombang masuk ditiadakan energi gelombang naik.

### 2.3. Pondasi

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Suatu bangunan terdiri dari bangunan atas dan bangunan bawah.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)26/12/23

Bangunan bawah disebut pondasi bangunan, bertugas memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yg turut diperhitungkan serta melimpahkannya ke dalam tanah sampai lapisan atau kedalaman tertentu. Lapisan tanah dimana pondasi diletakkan harus mampu menampung beban-beban tadi tanpa terjadi suatu perubahan bentuk (deformasi) yang berarti. Pada umumnya pondasi suatu bangunan ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut :

1. Susunan, tebal dan sifat lapisan tanah setempat
2. Besar, macam dan sifat konstruksi
3. Keadaan/sifat khusus setempat, misalnya sifat sungai, keadaan bangunan di sekitarnya dan lain-lain.
4. Peralatan yang tersedia
5. Pertimbangan biaya

Pondasi tiang adalah bagian dari suatu struktur yang terbuat dari baja, beton dan kayu. Tiang-tiang ini digunakan untuk membuat pondasi tiang yang biasanya dalam dan lebih mahal dari pondasi dangkal, meskipun lebih mahal, penggunaan tiang ini kadang merupakan keharusan demi tercapainya mutu struktur yang aman. Berikut ini adalah beberapa kondisi yang memerlukan pondasi tiang.

1. Apabila lapisan tanah bagian atas adalah sangat mudah termanfaatkan dan terlalu lunak untuk memikul beban dari struktur bagian atas sehingga tiang diperlukan untuk menyalurkan beban itu ke tanah keras ataupun batuan. Apabila batuan atau tanah keras tidak berada pada kedalaman yang memadai, tiang dimanfaatkan untuk menyalurkan beban secara berangsur-angsur ke

UNIVERSITAS MEDAN AREA memberikan tanah secara pokok akan berasal dari tahanan

2. Ketika menerima gaya-gaya horizontal pondasi tiang dapat melawan tekuk sementara menerima gaya-gaya vertikal yang datang dari struktur di atasnya. Situasi dalam jenis ini umumnya ditemukan dalam perencanaan dan pembangunan struktur – struktur penahan tanah dan pondasi dari gedung-gedung tinggi yang semakin menderita beban angin kencang atau gaya-gaya gempa.
3. Di dalam banyak kasus, tanah-tanah ekspansive dan mudah runtuh bisa jadi ditemukan tempat-tempat dimana struktur akan didirikan. Tanah seperti ini mungkin saja mencapai kedalaman yang jauh di bawah permukaan tanah. Tanah ekspansive akan mengembang dan menyusut bergantung pada naik dan turunnya kadar air. Tekanan pengembangan dari tanah semacam ini biasanya adalah tinggi. Jika pondasi dangkal digunakan dalam kondisi tanah seperti ini, struktur bisa mengalami kerusakan yang serius. Tetapi kalau digunakan pondasi tiang, maka tiang dapat diperpanjang sedemikian sehingga melampaui zona yang aktif mengembang maupun menyusut.
4. Pondasi untuk struktur-struktur seperti menara transmisi, konstruksi lepas pantai, dan basement yang berada di bawah muka tanah akan mengalami gaya-gaya angkat. Tiang dapat digunakan sebagai pondasi untuk jenis struktur seperti ini untuk menahan gaya angkat.

## 2.4 Jenis-jenis Pondasi Tiang

Jenis-jenis yang akan digunakan dalam suatu konstruksi bergantung pada jenis beban yang akan dipikul, kondisi tanah, dan letak muka air tanah.

Biasanya tiang dapat dibagi dalam kategori:

- Tiang Baja

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



- Tiang Kayu
- Tiang Komposit

### 2.4.1 Tiang Baja

Tiang baja umumnya digunakan sebagai tiang pipa maupun sebagai tiang baja berpenampang H. Tiang pipa dapat disorongkan ke dalam tanah dengan tujuan terbuka atau tertutup. Balok baja berpenampang flens lebar dan I dapat juga digunakan sebagai tiang. Namun tiang berpenampang H disukai karena badan flensnya memiliki ketebalan yang sama. Pada balok berpenampang flens lebar dan I, ketebalan badannya lebih tipis dari flensnya. Dalam banyak kasus, tiang pipa diisi dengan beton setelah dimasukkan ke dalam tanah. Berdasarkan pada pertimbangan geoteknik, beban rencana untuk sebuah tiang dapat ditentukan. Beban rencana arti kemudian dikontrol oleh beban izin tiang. Tentunya beban rencana seharusnya lebih kecil dari beban izin tiang. Tiang baja, apabila diperlukan dapat disambung dengan las atau paku keling Gambar 2.4 (a) memperlihatkan kondisi tipikal penyambungan dengan las sebuah tiang H. Kasus tipikal penyambungan dengan las tiang pipa terlihat pada gambar 2.4 (b). Gambar 2.4 (c) menunjukkan diagram penyambungan tiang H dengan paku keling dan baut. Kadang-kadang kondisi pemancangan agak sulit karena harus dipancang melalui kerikil padat, lapisan keras dan batuan lunak. Untuk ini ujung tiang dapat dilengkapi dengan titik pancang dan sepatu. Gambar 2.4 (d) dan 2.4 (e) menunjukkan dua jenis sepatu yang sering dipakai pada tiang pipa. Tiang baja bisa juga mengalami korosi. Sebagai contoh tanah-tanah rawa, gambut, dan tanah organik lainnya bisa menyebabkan korosif. Tanah-tanah yang mempunyai pH

UNIVERSITAS MEDAN AREA

lebih besar dari 7 tidak terlalu korosif. Untuk mempertimbangkan akibat korosi,

Document Accepted 26/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

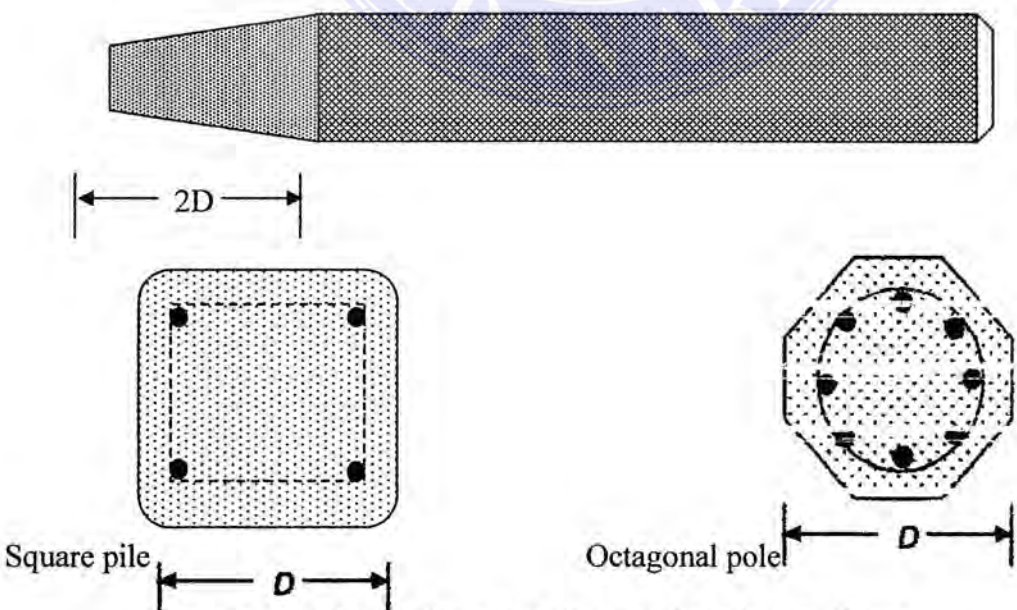
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

suatu tambahan ketebalan baja (lebih dari luas penampang rencana) umumnya direkomendasikan. Dalam keadaan tertentu penggunaan lapisan epoxy yang biasanya dipakai di pabrik bisa juga mencegah korosi. Lapisan ini tidak begitu mudah rusak akibat pemancangan tiang. Pelapisan dengan beton pada tiang baja bisa juga dapat mencegah korosi.

**2.4.2 Tiang Beton**

Tiang beton dibagi ke dalam dua kategori besar : (a) tiang pracetak (precast piles) dan (b) tiang dicor di tempat (cast-in-situ piles). Tiang pracetak dapat dibuat dengan menggunakan beton bertulang biasa, yang penampangnya bisa jadi bujur sangkar atau segi delapan (octagonal), seperti ditunjukkan pada (Gambar 2.4). Penulangan diperlukan untuk memungkinkan tiang mampu melawan momen lentur ketika pengangkatan, beban vertikal dan momen lentur yang diakibatkan oleh beban lateral. Tiang dicetak dengan panjang yang diinginkan dan dirawat bingga sebelum diangkut ke tempat pemancangan.



**UNIVERSITAS MEDAN AREA** Tiang Pracetak Dengan Penulangan Biasa

Sumber: Principles of Foundation engineering, PWS - Kent Publishing Company, Boston  
 © Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah  
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
 Access From (Repository.uma.ac.id)26/12/23

Cor di tempat dibuat dengan terlebih dahulu menggali lubang di tanah dan kemudian mengisinya dengan beton. Berbagai jenis tiang beton cor di tempat digunakan dalam konstruksi pada waktu akbir-akhir ini dan kebanyakan diantaranya telah dipatenkan oleh pabrik pembuatnya. Tiang-tiang semacam ini dapat dibagi kedalam dua kategori besar : (a) *dengan casing* dan (b) *tanpa casing*. Kedua jenis ini bisa memiliki *pedestal* pada ujung bawahnya. Tiang dengan casing terbuat dari sebuah casing baja yang disorongkan ke dalam tanah dengan bantuan sebuah *mandrel* yang ditempatkan di dalam casing. Apabila tiang telah mencapai kedalaman yang diinginkan, mandrel ditarik dan casing kemudian diisi dengan beton. Gambar 2.5 (a), (b), (c), dan (d) menunjukkan beberapa contoh tiang dengan casing tanpa pedestal, tabel 2.3 memberi informasi tentang tiang-tiang dengan casing ini. Gambar 2.5 (c) menunjukkan tiang dengan casing dan pedestal di ujung bawahnya.

**Tabel 2.3 Deskripsi Tiang Beton Cor Di tempat**

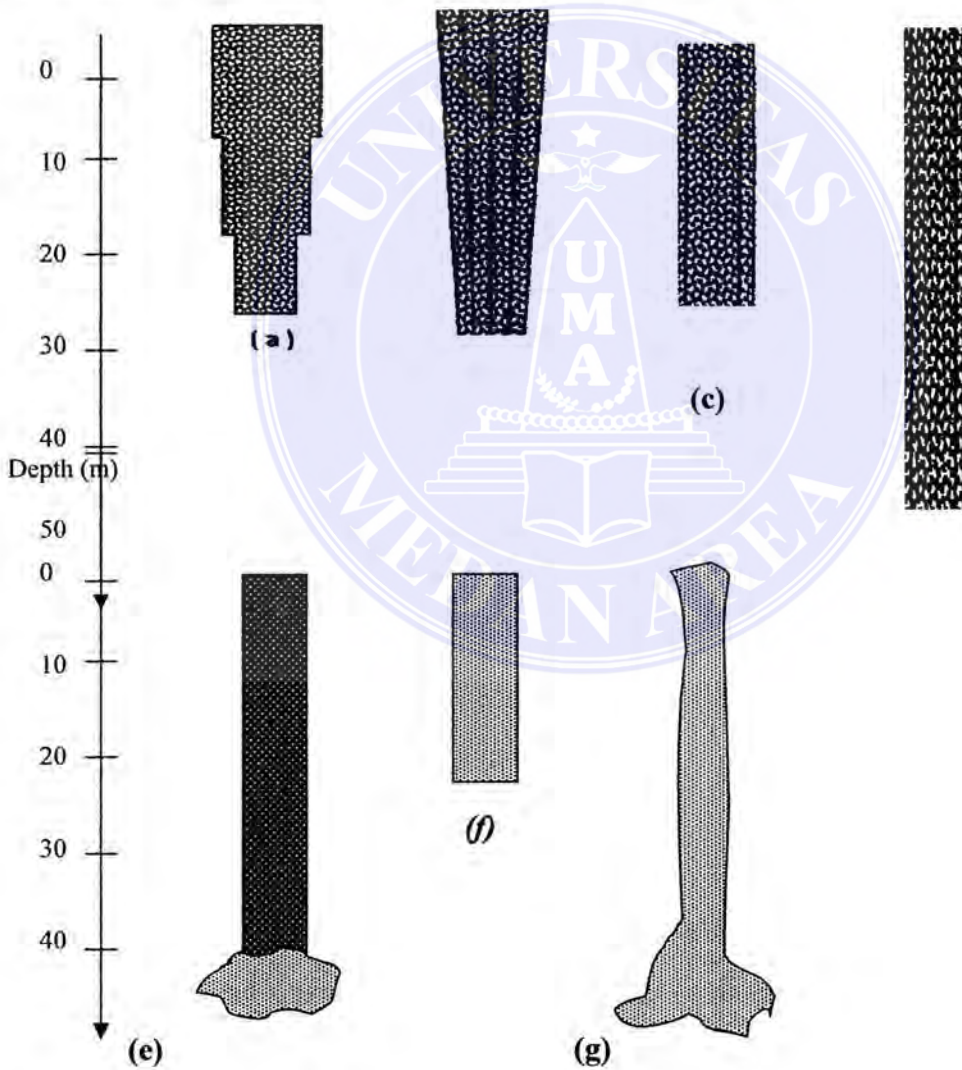
Nama	Nama tiang	Jenis casing	Kedalaman tiang maksimum (m)
a	Raymond step – taper	Berombang, casing silindris tipis	30
b	Monotube atau union metal	Bergalur tipis, casing baja berpita tanpa mandrel	40
c	Westren dengan casing	Casing tipis	30-40
d	Pipa seamless atau armco	Casing pipa baja lurus	50
e	Franki dengan casing dan pedestal	Casing tipis	30-40
f	Westran tanpa casing dan pedestal	-	15-20
	Franki tanpa casing dan pedestal	-	30-40

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Sumber: Principles of Foundation engineering, PWS - Kent Publishing Company, Boston. Document Accepted 26/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah  
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
 Access From (Repository.uma.ac.id)26/12/23

Pedestal adalah beton yang diiebihkan pada ujung bawah tiang yang masih segar. Gambar 2.5 (f) dan (g) adaiah dua jenis tiang tanpa casing dengan salah satu dlantaranya pedestal Tiang tanpa casing dibuat dengan pertama-tama mendorong casing ke dalam tanah hingga suatu kedalaman yang diinginkan dan kemudian mengisinya dengan beton segar. Casing kemudian ditarik perlahan-lahan secara bertahap.



**UNIVERSITAS MEDAN AREA 2.5. Tiang Beton Cor di Tempat**

Sumber: *Principles of Foundation engineering, PWS – Kent Publishing Company, Boston* Accepted 26/12/23  
 © Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
  2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
  3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (Repository.uma.ac.id)26/12/23



### 2.4.3. Tiang Kayu

Tiang adalah batang pohon yang cabang-cabangnya telah dipangkas dengan hati-hati. Panjang maksimum kebanyakan tiang kayu adalah 10-20 m. Agar kualitas tiang kayu yang dipakai bagus, maka kayunya harus lurus, keras dan tanpa adanya kerusakan. Manual Praktek No. 17 yang dikeluarkan oleh ASCE (The American Society Of Civil Engineers) tahun 1959, mengklasifikasikan tiang kayu pada 3 kategori :

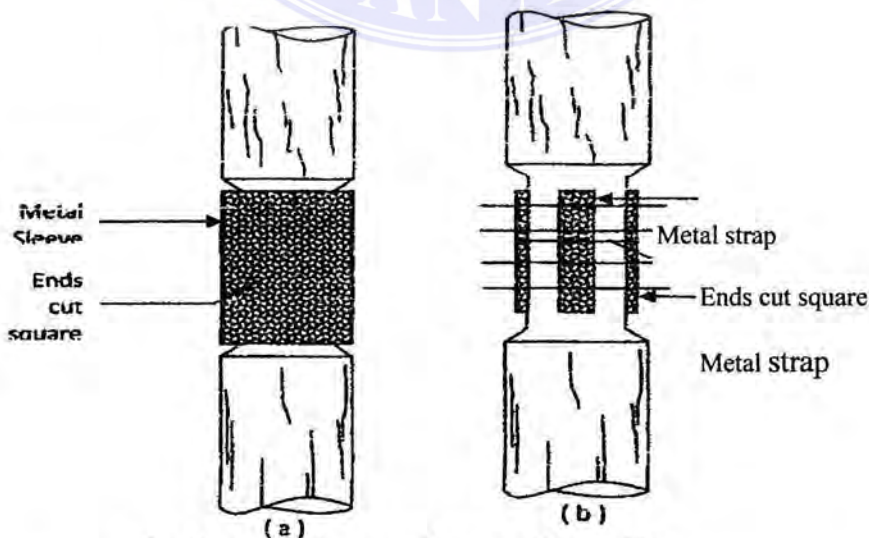
1. *Tiang klas A :* Tiang-tiang dalam kelas ini mampu menerima beban-beban yang berat. Diameter minimum batang sekurang-kurangnya 356 mm.
2. *Tiang klas B :* Tiang-tiang dalam kelas ini mampu menerima beban-beban sedang. Diameter minimum batang adalah 305 - 330 mm.
3. *Tiang klas C:* Tiang ini digunakan untuk konsruksi sementara, Tiang ini dapat digunakan untuk konstruksi permanen apabila keseluruhan tiang tenggelam di bawah muka air tanah. Diameter minimum batang sekurang-kurangnya 305 mm.

Dalam setiap keadaan, kepala tiang tidak boleh memiliki diameter kurang dan 150 mm. tiang kayu biasanya tidak dapat menahan tegangan pada pemancangan yang keras, oleh karena itu kapasitas tiang umumnya dibatasi hingga sekitar 220 - 270 KN (25 - 30 ton). Sepatu baja bisa digunakan untuk

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
mencegah kerusakan ujung bawah tiang. Kepala tiang bisa saja rusak selama

proses pemancangan. Kerusakan pada serat-serat kayu yang disebabkan oleh tumbukan palu dinamakan brooming. Untuk mencegah kerusakan kepala tiang, topi dari logam biasaya ditambahkan pada kepala tiang.

Penyambungan tiang kayu haruslah dihindari, terutama apalagi tiang akan memikul beban tank atau beban lateral. Namun apabila penyambungan diperlukan, maka ini bisa dilakukan dengan menggunakan selubung pipa (pipe sleeves) seperti ditunjukkan dalam Gambar. 2.6 (a) atau lempeng logam dengan baut (metal strap and bolt) pada Gambar 2.6 (b). Panjang selubung pipa sekurang-kurangnya 5 kali diameter tiang. Ujung batang kayu harus dipotong bujur sangkar sehingga kontak penuh dapat dijaga. Bagian penyambungan harus benar-benar dipotong sedemikian hingga cukup ketat di dalam selubung pipa. Tiang kayu dapat tetap tidak mengalami kerusakan dalam waktu yang tak terbatas apabila sekeliling kayu dapat diserang oleh berbagai organisme yang akan menimbulkan kerusakan yang berat setelah beberapa bulan. Bagian tiang yang berada di atas muka air bisa juga diserang oleh serangga.



**Gambar 2.6. Penyambungan Tiang Kayu**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Sumber: Principles of Foundation engineering, PWS - Kent Publishing Company, Boston

Document Accepted 26/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

#### 2.4.4 Tiang Komposit

Yang dimaksud dengan tiang komposit adalah tiang bagian atas dan bawah memiliki bahan yang berbeda. Sebagai contoh, tiang komposit dapat terbuat dari baja dan beton atau kayu dan beton. Tiang baja dan beton terdiri dari bagian bawah terbuat dari baja dan bagian atas terbuat dari beton yang dicor di tempat. Tiang seperti ini digunakan apabila panjang tiang yang dibutuhkan melampaui daya dukung tiang beton cor di tempat yang sederhana. Tiang kayu dan beton biasanya terdiri dari bagian bawah terbuat dari kayu yang secara permanen berada di bawah permukaan air dan bagian atasnya beton. Dalam setiap kasus, bagaimana pun tidaklah mudah membuat sambungan yang benar-benar baik antara dua bahan yang tidak sama, sehingga tiang komposit sangat jarang digunakan.

#### 2.4.5 Perbandingan Antara Jenis-jenis Tiang

Beberapa faktor akan mempengaruhi pemilihan jenis tiang untuk suatu struktur tertentu dan lokasi tertentu. Tabel 2.6 memberikan sebuah perbandingan ringkas antara keuntungan dan kerugian beberapa jenis tiang berdasarkan bahan tiang yang digunakan.

### 2.5 Perkiraan Panjang Tiang

Memilih jenis tiang yang akan digunakan dan perkiraan panjang tiang yang dibutuhkan bukanlah perkara mudah, sebab memerlukan suatu pengambilan keputusan yang baik. Pada bagian terdahulu tiang dibagi atas bahannya dan sebagai tambahan tiang juga dapat dibagi ke dalam tiga kategori berdasarkan pada panjang dan mekanisme transfer bebannya ke tanah. Ketiga kategori itu

- a. Dukung Tiang Titik (Point Bearing Piles)
- b. Tiang Gesek (Friction Piles)
- c. Tiang Kompaksi (Compaction Piles)

### 2.5.1 Dukung Tiang Titik

Jika batuan atau mirip batuan pada lokasi berada pada kedalaman yang masuk akal, yang dapat diketahui dari hasil pemboran, tiang dapat dibuat hingga mencapai batuan itu, lihat Gambar 2.7. Dalam hal ini daya dukung batas tiang secara keseluruhannya bergantung pada daya dukung bebatuan itu, sehingga tiang disebut dengan point bearing piles yaitu daya dukung tiang merupakan daya dukung titik. Untuk kasus semacam ini, panjang daya dukung tiang dapat diketahui secara pasti.

Di samping batuan, ada kalanya lapisan tanah yang keras berada pada kedalaman yang masuk akal, untuk itu tiang dapat diteruskan beberapa meter agar mencapai tanah sekeras itu, Lihat Gambar 2.7 ( b). Tiang dengan pedestal dapat dibuat pada tanah seperti ini.

### 2.5.2. Tiang Gesek

Apabila batuan atau tanah keras tidak berada pada kedalaman yang masuk akal, daya dukung tiang titik akan menjadi sangat panjang dan dengan demikian tidak ekonomis. Untuk kondisi bawah tanah seperti ini, maka tiang dapat dimasukkan ke dalam tanah melewati lapisan yang lunak hingga pada kedalaman tertentu, Gambar 2.7 (c).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Tiang-tiang seperti ini disebut tiang gesek (friction piles) sebab

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

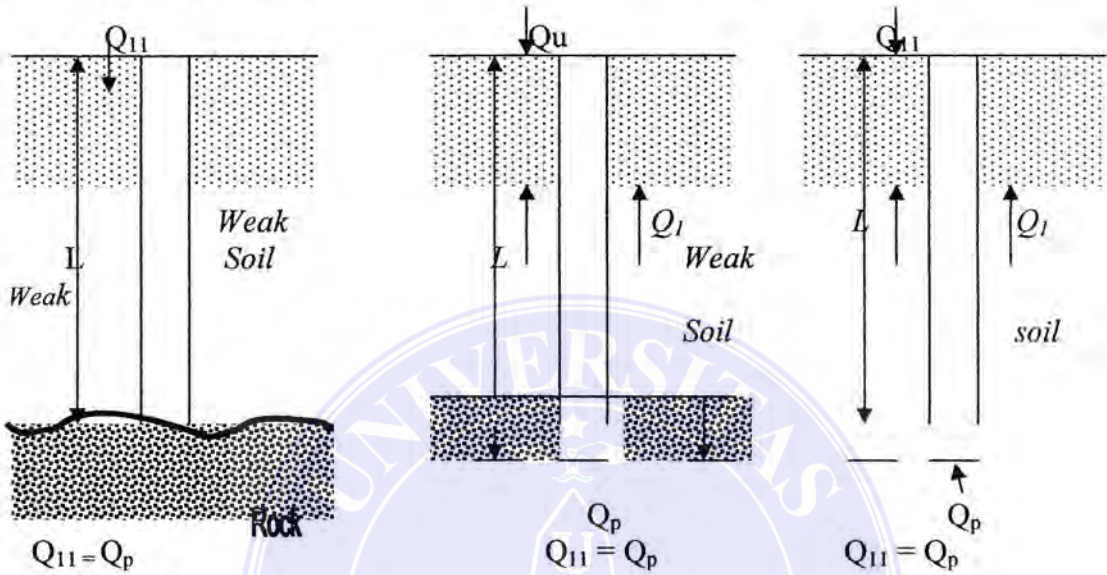
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)26/12/23

dominan dukungan tiang berasal dari gesekan kulit tiang. Namun istilah tiang gesek, meskipun, sudah sering digunakan bukanlah istilah yang tepat, sebab pada tanah lempung tahanan juga ditimbulkan oleh adanya adhesi.



**Gambar 2.7. Dukung Tiang Titik (a) dan (b); Tiang Gesek (c)**

Sumber: *Principles of Foundation engineering, PWS - Kent Publishing Company, Boston*

### 2.5.3 Tiang Kompaksi

Dalam keadaan tertentu, tiang dapat disorongkan ke dalam agar tanah yang dekat dengan permukaan memadat (compaction). Tiang seperti ini disebut dengan tiang kompaksi. Panjang tiang kompaksi bergantung pada faktor-faktor seperti :

- Kepadatan relatif tanah sebelum kompaksi
- Kepadatan relatif yang diinginkan setelah kompaksi
- Kedalaman kompaksi yang diinginkan.

Tiang-tiang ini umumnya pendek, namun sejumlah pengujian dibutuhkan agar memperoleh gambaran yang tepat untuk membuat keputusan tentang kedalaman.

## 2.6. Perancangan Tiang

Kebanyakan tiang dipancangkan ke dalam dengan menggunakan palu atau pendorong vibrator. Dalam keadaan khusus tiang dapat juga dimasukkan dengan menggunakan pancaran (jetting) atau pemboran sebagian (partial augering). Palu untuk pemancangan dapat dibagi ke dalam beberapa jenis seperti:

- a. Palu dijatuhkan
- b. Palu tunggal (single acting) dengan tenaga uap atau udara
- c. Palu double (double acting) dengan tenaga uap atau udara
- d. Palu diesel

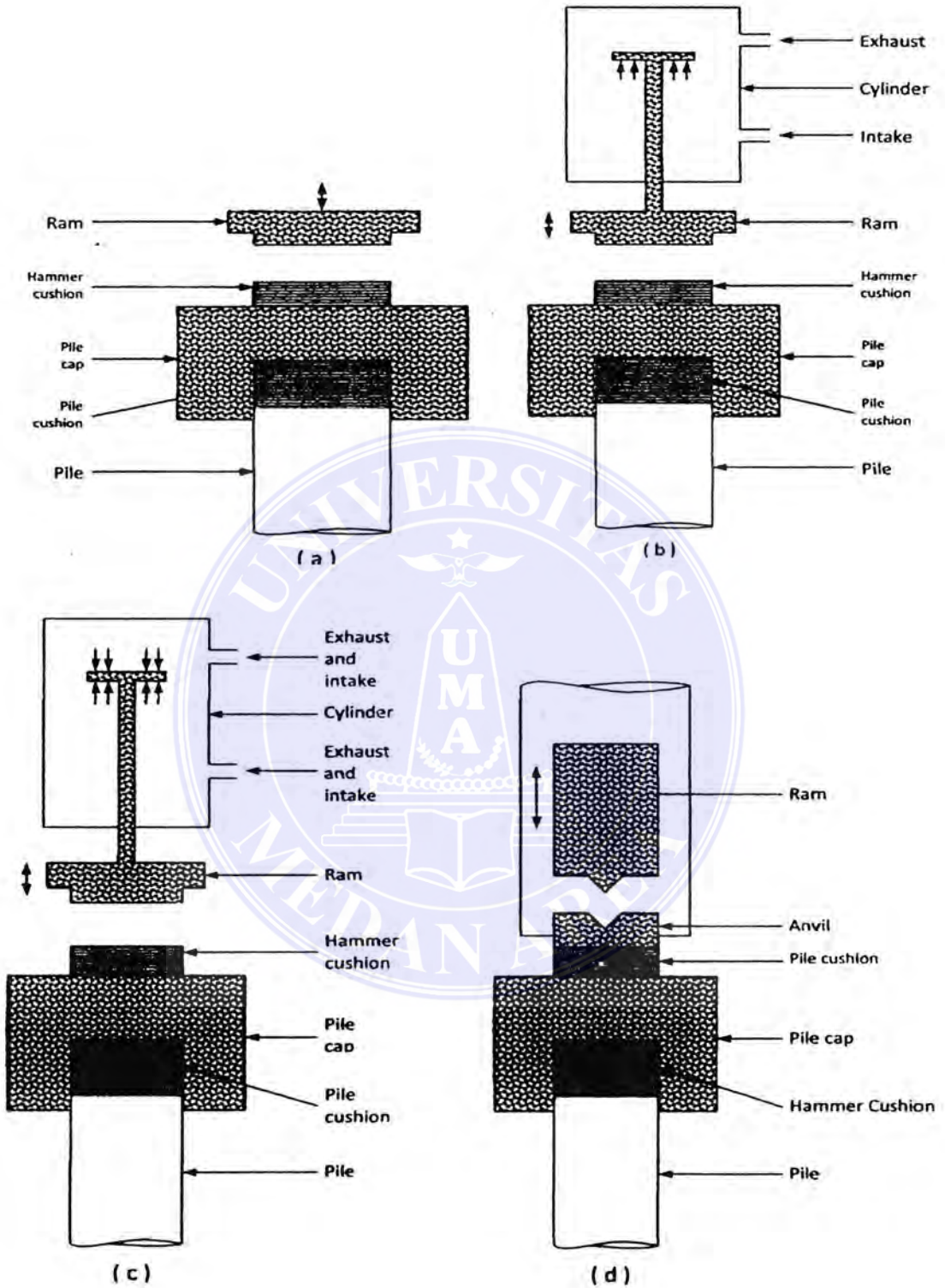
Pada operasi pemancangan, sebuah topi ditambahkan pada kepala tiang, sebuah alas dapat juga ditambahkan antara topi dan tiang. Agar topi tiang tidak rusak, sebuah alas bisa juga ditambahkan sehingga palu akan memukul alas bukan topi secara langsung.

Gambar 2.8 memberikan secara langsung ilustrasi tiang pancang dengan berbagai palu. Sebuah palu yang dijatuhkan, dinaikkan dengan derek hingga ketinggian  $H$ , lalu dijatuhkan lihat gambar 2.8 (a). Palu yang dijatuhkan (penumbuk) adalah jenis pemancangan yang paling tua. Kerugian pokok dengan menggunakan jenis penumbuk ini adalah laju pemancangan sangat rendah. Prinsip pemancangan dengan tenaga uap atau udara untuk single acting ditunjukkan pada Gambar 2.8 (b). Pada pemancangan jenis ini, bagian pemukul atau ram dinaikkan dengan tenaga uap atau udara lalu kemudian dijatuhkan.

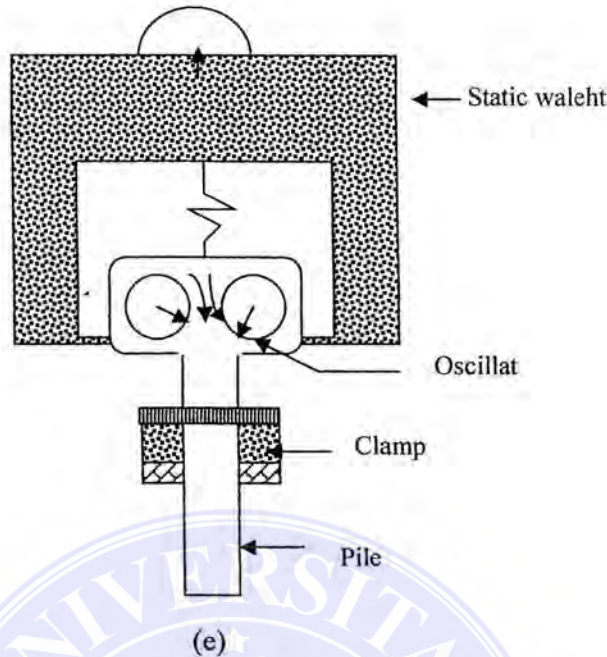
Gambar 2.8 (c) menunjukkan operasi pemancangan dengan tenaga uap atau udara untuk double acting. Untuk jenis pemancangan ini, udara dan uap

Hal ini akan menaikkan kecepatan impak ram. Palu diesel secara pokok terdiri dari sebuah ram sebuah balok landasan dan sebuah sistem injeksi bahan bakar lihat Gambar 2.8 (d). Selama pengoperasian, ram pertama kali dinaikkan kemudian bahan bakar diinjeksikan ke dekat landasan, kemudian ram dilepas. Ketika ram jatuh dia akan menekan campuran udara bahan bakar. Tekanan ini membakar campuran udara - bahan bakar. Sebagai akibatnya, tiang akan tertekan ke bawah sedang ram kembali naik. Palu diesel bekerja dengan baik meskipun dalam kondisi pemancangan yang berat.

Prinsip pengoperasian pemancangan dengan getaran (vibrator) ditunjukkan pada Gambar 2.8 (e), Pemancangan ini pada pokoknya terdiri dari dua pemutar berat (counter rotating), Komponen horizontal gaya sentrifugal ditimbulkan oleh suatu hasil perputaran masa yang saling berlawanan satu dengan yang lainnya, hal ini akan menghasilkan gaya vertikal sinusoidal dinamik pada tiang sehingga membantu tiang terdorong kedalam tanah. Pancaran (jetting) adalah teknik yang kadang-kadang digunakan dalam pemancangan, apabila tiang perlu dipancarkan pada suatu lapisan tanah keras tetapi tipis (seperti pasir dan kerikil) yang menutupi sebuah lapisan tanah yang lunak. Pada teknik ini, air disemprotkan ke ujung tiang dengan menggunakan pipa dengan diameter 50 - 75 mm untuk membersihkan dan menghilangkan pasir dan kerikil. Berdasarkan sifat penempatannya, tiang dapat dibagi ke dalam dua kategori, yaitu tiang perpindahan (displacement piles) dan tiang tuna perpindahan. (nondisplacement piles). Tiang pancang adalah tiang perpindahan, karena tiang ini menyebabkan tanah berpindah ke arah lateral, oleh karena itu cenderung memadatkan tanah di







**Gambar 2.8. Peralatan Perancang Tiang**

Sumber: *Principles of Foundation engineering, PWS - Kent Publishing Company, Boston*

## 2.7 Daya Dukung Pondasi Tiang

Ditinjau dari daya dukung tanahnya, maka pondasi tiang dapat dibagi dalam 2 golongan, yaitu:

- a. Tiang-tiang pondasi yang dimasukkan sampai atau masuk lapisan tanah keras. Yang dimaksud dengan lapisan tanah keras di sini adalah lapisan dimana mempunyai nilai sondir lebih dari  $150 \text{ kg/cm}^2$  atau mempunyai harga  $N$  lebih dari 50 dan mempunyai ketebalan 4,00 meter. Jika tebalnya kurang dari 4,00 meter, maka harus dilihat sifat dan susunan lapisan tanah yang ada di bawahnya. Sekiranya lapisan yang terletak di bawah lapisan keras itu bersifat lembek, maka kita harus hati-hati serta tidak boleh percaya begitu saja dan menganggap sebagai point beating piles. Seharusnya jika menghadapi persoalan seperti ini daya dukung tiang ditentukan berdasarkan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

loading test. Lapisan-lapisan tanah keras dapat berupa lapisan pasir, kerikil, dan lain-lain. (Diposkan oleh Ferri Zaldhi pada 26/12/23)

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)26/12/23

kerakal padat, terekat (cemented), lapisan serpih, batu lempung, batu lanau, breksi dan lain-lain.

Besarnya daya dukung point bearing piles diperhitungkan terhadap kekuatan bahan tiang yang dipakai, tetapi agar ada keseimbangan antara daya dukung tanah dan kekuatan bahan, maka disarankan agar kekuatan bahan tiang diperhitungkan maksimal sama dengan daya dukung tanah

- b. Tiang-tiang yang dimaksud tidak mencapai lapisan tanah keras. Daya dukung tiang terdiri dari perlawanan ujung dan perlawanan geser yang bekerja sekeliling tiang. Jika suatu pondasi terdiri dari susunan sekelompok tiang lekat dimana spacinya kurang dari  $3,5 d$  ( $d$  = lebar tiang), maka besarnya daya dukung pondasi sama dengan jumlah daya dukung masing-masing tiang dikalikan dengan suatu faktor reduksi. Faktor reduksi ini disebut dengan faktor efisiensi dari kelompok tiang yang besarnya tergantung jumlah dan susunan tiang dalam kelompok, dapat dihitung antara lain dengan cara-cara : Converse Labare Method, Los Angeles Group Action Method dan lain-lain. Besarnya daya dukung tiang dapat ditentukan dengan menggunakan satu atau lebih rumus-rumus, tergantung pada data yang ada. Pada umumnya daya dukung pondasi tiang dapat dihitung dengan cara-cara sebagai berikut:

- Dengan rumus-rumus statis

Di sini perhitungan didasarkan atas rumus-rumus empiris dengan menggunakan hasil sondir, hasil percobaan dan hasil-hasil pemeriksaan di laboratorium.

Besarnya daya dukung tiang ditentukan berdasarkan hasil-hasil pemancangan tiang. Rumus-rumus dinamis ini sebetulnya hanya memberikan hasil yang tepat jika dipakai untuk point bearing piles, sedang jika dipakai untuk friction piles sering tidak tepat sama sekali.

- Berdasarkan hasil pile loading test

Daya dukung tiang harus ditentukan berdasarkan loading test, terutama jika hasil penyelidikan tanah meragukan dan untuk tiang-tiang lekat (friction piles). Dengan cara loading test ini, maka besarnya daya dukung tiang dapat ditentukan dengan tepat.

Perhitungan daya dukung akan memberikan hasil yang cukup tepat jika data yang diperoleh betul dan teliti. Untuk mendapatkan data yang betul dan teliti, maka penyelidikan geoteknik harus dilakukan dengan alat yang tepat. Misalnya untuk daerah yang terdiri dari lapisan pasir, kerikil dan kerakal, maka penyelidikan tidak boleh menggunakan alat sondir.

## 2.8 Percobaan Pembebanan Tiang

Pada proyek-proyek besar, uji pembebanan tiang harus dilakukan. Pada pokoknya hal ini diperlukan karena tidak cukup handanya metode perkiraan yang ada. Daya dukung beban vertikal dan lateral yang dapat dipikul tiang dapat diuji di lapangan memperlihatkan secara skematik diagram pengujian pembebanan tiang di lapangan. Pengujian dilakukan untuk pembebanan tekan aksial. Beban yang dipakai pada tiang berasal dari dongkrak hidrolik. Pembebanan dilakukan secara bertahap, antara pembebanan yang satu ke pembebanan berikutnya harus ada selang waktu yang cukup agar laju penurunan tiang mencapai suatu nilai

UNIVERSITAS MEDAN AREA

yang kecil. Penurunan tiang akibat pemberian beban ini dicatat dengan

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

menggunakan alat pengukur (dial ganges). Besar pembebanan yang dipakai untuk setiap tahap beragam tergantung pada peraturan bangunan setempat. Kebanyakan peraturan pembangunan mensyaratkan bahwa setiap tahap pembebanan sekitar seperempat dari beban kerja yang akan dipikul tiang. Tahap pembebanan ini dilakukan hingga beban mencapai sekurang-kurangnya dua kali beban kerja. Setelah mencapai beban tiang yang diinginkan, pembebanan kemudian dikurangi secara bertahap.

Percobaan pembebanan tiang ini pada prinsipnya adalah kita memberikan pembebanan percobaan sampai suatu harga tertentu atau sampai beban maksimum yang diperkirakan, kemudian kita mengukur besarnya penurunan atau deformasi yang terjadi. Penurunan yang terjadi ini terdiri dari deformasi elastis (pemendekan elastis dari tiang dan deformasi elastis dari tanah) serta deformasi plastis (deformasi yang di akibatkan terjadi keruntuhan pada tanah pendukungnya). Kemudian dari hasil hubungan antara besarnya penurunan dan beban ini, dapat ditetapkan besarnya daya dukung dari pondasi tiang. Dari prinsip di atas sebetulnya yang penting bagi kita adalah menentukan hubungan antara beban dengan deformasi plastis karena tujuan kita adalah ingin mengetahui sampai beban berapa sebetulnya suatu lapisan dapat bertahan tanpa mengalami suatu keruntuhan.

Tergantung pada waktu dan peralatan yang tersedia, maka untuk mencapai pembebanan maksimum dapat dilakukan sekaligus/serentak, dapat juga diberikan secara bertahap dan berulang, Karena itu pelaksanaan percobaan pembebanan tiang dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)26/12/23

1. Pembebanan langsung
2. Pembebanan tidak langsung.

### 1. Percobaan Dengan Pembebanan Langsung

Prinsipnya adalah di atas tiang langsung diberi beban. Untuk menempatkan beban-beban ini harus dibuatkan meja beban atau plat form dan beban-beban diletakkan di atasnya. Besarnya beban maksimum untuk percobaan diambil 2 kali dari perkiraan design load. Cara pembebanan beban dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

- a. Beban maksimum diberikan serentak, kemudian dibiarkan bekerja sedemikian lama sehingga penurunan dari tiang berhenti. Setelah itu beban secara serentak dihilangkan pula.
- b. Beban maksimum diberikan serentak, sebesar 20%, 40%, 60%, 80%, 100%, 120%, 140%, 160%, 180%, dan 200% dari design load. Setiap tahap beban diberikan kesempatan kerja sampai penurunan yang terjadi pada kepala tiang berhenti. Setelah beban maksimum tercapai, maka secara bertahap pula beban dihilangkan.

Peralatan yang diperlukan terdiri dari :

- Meja beban atau plat form
- Beban-beban yang diperlukan : tergantung pada bahan yang tersedia (karung berisi pasir, kerikil, balok-balok beton, profil baja, tanki berisi air) dan lain sebagainya.
- Kran atau katrol untuk mengangkat dan menurunkan beban.
- Alat pengukur penurunan dari tiang yang terdiri dari minimal 2 buah arloji

UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....ukur yang mempunyai panjang tungkai minimal 10 cm.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)26/12/23

Mengingat cara ini membutuhkan beban-beban yang banyak sekali, maka cara ini sebetulnya hanya efektif dipakai untuk percobaan beban pada tiang-tiang friction yang dimasukkan ke dalam lapisan lembek, dimana beban maksimum tidak melebihi 100 ton.

Jika beban maksimum melebihi 100 ton, tentu saja memerlukan beban-beban yang lebih banyak lagi, di samping itu memerlukan konstruksi meja beban khusus, hal mana tentu saja memerlukan biaya yang lebih mahal. Salah satu keuntungan cara ini adalah tidak diperlukannya tiang reaksi, sehingga cara ini sangat cocok untuk percobaan yang dilakukan terhadap pondasi single pile.

Cara ini mempunyai kelemahan-kelemahan antara lain :

- Operasionalnya sulit karena memerlukan adanya kran.
- Memerlukan banyak beban-beban, apalagi jika harus membuat balok beton sebagai beban akan mengakibatkan biaya sangat mahal.
- Karena beban harus diangkat dengan kran, maka penambahan maupun pengurangan beban memakan waktu yang lebih lama, ini menyebabkan cara menjadi kurang teliti.
- Sulit untuk mengatur letak beban agar posisinya sesentris mungkin terhadap tiang percobaan, jika posisi beban tidak sentris maka akibat eksentrisitas kemungkinan akan mengakibatkan patahnya tiang percobaan.

Dengan adanya kelemahan ini, percobaan pembebanan tiang dengan beban iangsung ini sebaiknya dilakukan dengan pemberian beban serentak. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pengaturan posisi beban sentris mungkin pelaksanaan percobaan dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat.

Prinsip kerjanya adalah tiang percobaan ditekan dengan dongkrak yang diletakkan di atas tiang percobaan. Bagian atas dongkrak ditumpukkan pada suatu konstruksi penahan. Pengaturan beban roda percobaan ini dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu:

- a) Pembebanan serentak, di sini beban maksimum diberikan sekaligus. Beban maksimum ini dibiarkan bekerja sampai terjadi penurunan maksimum, setelah itu dihapus (seperti pada beban langsung).
- b) Pembebanan bertahap, dilakukan juga seperti pada pembebanan langsung.
- c) Pembebanan berulang (Cyclic Loading) prinsip kerjanya sama dengan pembebanan bertahap. Bedanya pada akhir setiap tahap sebelum beban ditambah, beberapa waktu beban dihapus dulu sampai arloji menunjukkan pembacaan tetap. Cara ini memberikan hasil yang lebih teliti, karena di sini besarnya deformasi plastis dan elastis tanah dan tiang dapat dipisahkan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

Pada perencanaan detail pembangunan pelabuhan diperlukan pengumpulan data dan analisisnya. Data yang diambil adalah data sekunder yang lengkap dan akurat disertai pengamatan di lapangan secara langsung, sehingga dapat diketahui permasalahan yang dihadapi dan mendapatkan solusi yang tepat. Data-data tersebut diperoleh dari perencanaan dermaga dan hasil survey yang dilakukan oleh Konsultan Konsorsium Amythas, Gamma Epsilon, Panca Rancang

#### **3.2 Data Topografi dan Bathymetri**

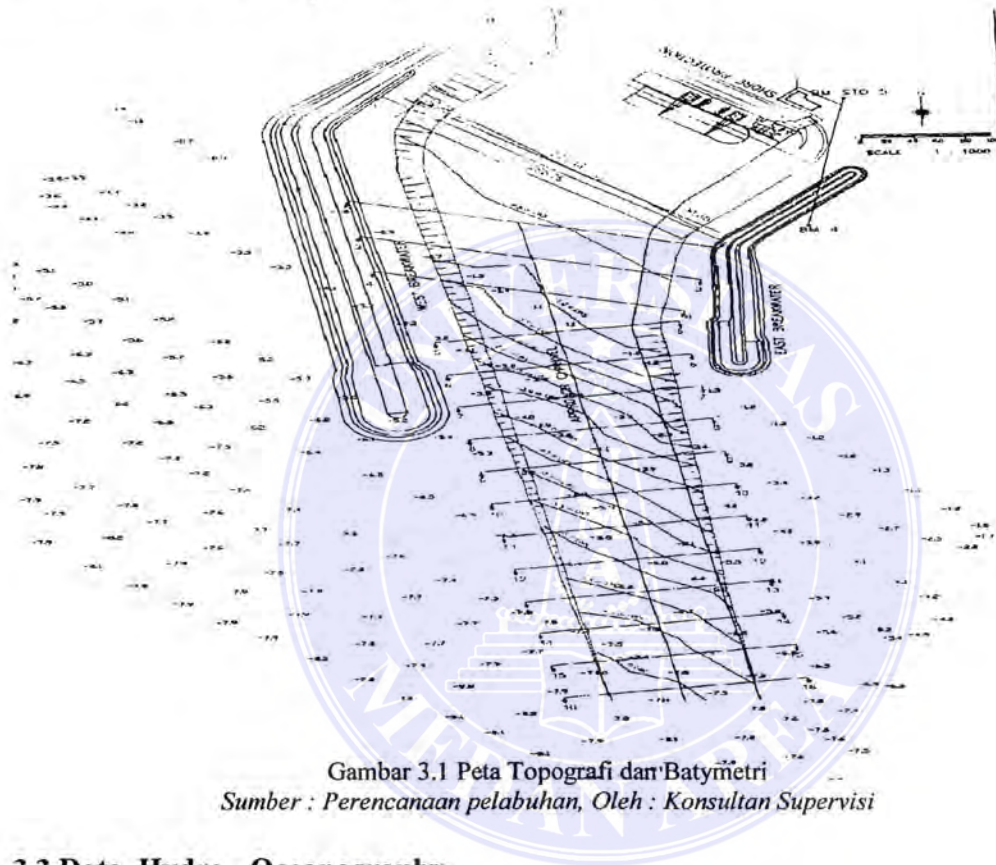
Data bathymetri bertujuan untuk mengetahui variasi kedalaman dan adanya benda penghalang/rintangan alur pelayaran di sekitar dermaga PLTU Nagan Raya Kabupaten Nagan Raya Aceh.

Sedangkan data topografi dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran situasi dan ketinggian daerah studi yang menyangkut sarana dan fasilitas dermaga. Berdasarkan hasil survey bathymetri dapat disimpulkan bahwa perairan di depan dermaga PLTU Nagan Raya merupakan perairan yang dangkal, dimana kedalaman berkisar 0.0 m – 5 m dari 0.00 LWS sekitar 20 m dari tepi dermaga PLTU Nagan Raya sehingga diperlukan pengerukan sampai -8.1 m.

Dari hasil pengukuran lahan di dermaga PLTU Nagan Raya menunjukkan bahwa topografi di dermaga ini umumnya landai dengan ketinggian maksimum



gelombang didepan dermaga sekitar 2 m dari 0.00 LWS, Adapun dermaga ini berhadapan langsung dengan SamudraHindia. Pada Gambar 3.1 disajikan peta bathymetri dermaga PLTU Nagan Raya secara lengkap.



Gambar 3.1 Peta Topografi dan Batymetri  
 Sumber : Perencanaan pelabuhan, Oleh : Konsultan Supervisi

### 3.3 Data Hydro - Oceanography

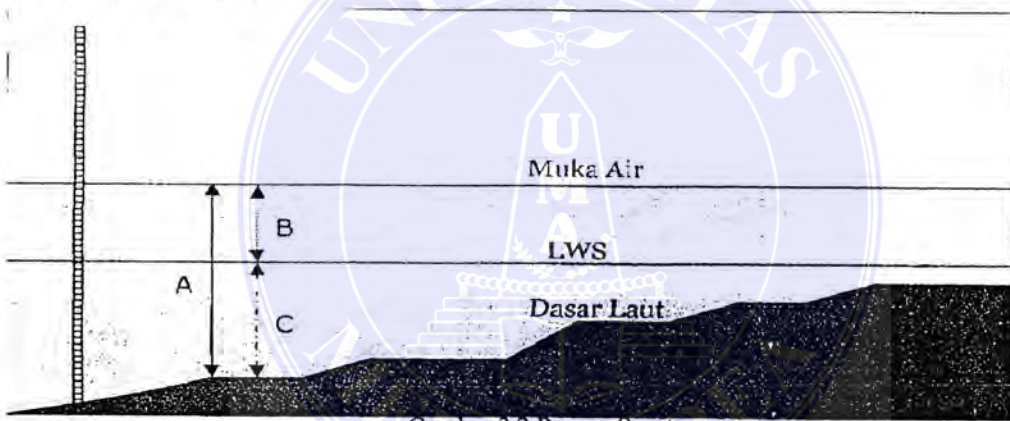
#### 3.3.1 Data Pasang Surut

Untuk mengetahui batas-batas muka air laut pada saat pasang tertinggi dan surut terendah maka perlu dilakukan pengukuran pasang surut. Batas muka air laut pada saat surut terendah biasanya disebut dengan *Low Water Surface(LWS)*, berguna untuk menentukan alur pelayaran di perairan pelabuhan agar kapal yang akan masuk maupun yang akan keluar dan sebagai acuan untuk penetapan elevasi kontur tanah

dan elevasi seluruh bangunan. Sedangkan batas muka air laut pada saat pasang

tertinggi atau disebut juga *High Water Surface (HWS)*, diperlukan untuk menentukan elevasi muka dermaga dan penempatan fender. Data pasang surut dipergunakan untuk melengkapi kebutuhan penggambaran peta bathymetri (peta kontur kedalaman laut), mengetahui posisi muka air absolut terendah dan pola pasang surutnya. Data pasang surut yang didapatkan di lokasi dermaga Jamrud Utara, menunjukkan pasang surut yang terjadi di perairan ini adalah pasang surut harian dengan referensi ketinggiannya sebagai berikut:

HWS : 150 cm MSL : 100 cm LWS : 0.0 cm



Gambar 3.2 Pasang Surut

Sumber : Perencanaan pelabuhan, Oleh : Konsultan Supervisi

### 3.3.3 Data Angin

Angin dapat menyebabkan terjadinya gelombang maupun arus permukaan, namun karena lokasi pelabuhan yang terlindung maka pengaruh gelombang akibat angin relatif kecil. Dalam tugas akhir ini pengaruh angin digunakan sebagai pembanding dalam perencanaan fender. Data angin yang dipakai diperoleh dari Badan Meteorologi Nagan Raya Aceh. Data selengkapnya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Angin

Wind direction	Wind speed classification (%)					Total (%)
	< 7 km/h	7-10 km/h	10-20 km/h	20-30 km/h	> 30 km/h	
N	0,3	0,5	1,4	0,1	0,1	2,5
NNE	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3
NE	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
ENE	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
E	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3
ESE	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
SE	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3
SSE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S	0,1	0,4	1,6	0,5	0,1	2,9
SSW	0,1	0,4	3,4	0,3	0,1	4,4
SW	0,5	2,6	8,6	0,0	0,0	11,8
WSW	0,7	5,6	6,3	0,0	0,1	12,7
W	2,9	9,3	9,7	0,3	0,0	22,2
WNW	1,4	11,1	11,9	0,8	0,1	25,3
NW	0,7	4,2	7,8	1,1	0,7	14,5
NNW	0,3	0,7	1,1	0,4	0,0	2,5
Total (%)	7,7	28,7	62,7	7,0	1,9	100,0

Sumber : Perencanaan pelabuhan, Oleh : Konsultan Supervisi

Berdasarkan data diatas didapatkan kecepatan angin maksimum di lokasi rencana adalah arah tenggara dengan kecepatan maksimum 25,3 m/s

### 3.4 Data Penyelidikan Tanah

Untuk mendapatkan parameter-parameter tanah yang dibutuhkan dalam perhitungan, harga SPT (N) yang diperoleh dari hasil pengetesan di lapangan harus dikoreksi terlebih dahulu terhadap kondisi muka air. Menurut Terzaghi dan Peck bila tanah berada di bawah muka air maka perumusan harga N terkoreksi adalah:

$$N_{\text{terkoreksi}} = 15 + 0.5 \cdot (N - 15)$$

Harga N terkoreksi tersebut yang digunakan untuk menentukan parameter-parameter tanah yang lain dengan menggunakan perumusan yang ada. Untuk menentukan harga  $\gamma_t$  dan  $\gamma_{sat}$  dapat diperoleh dari perumusan J.E. Bowles. Untuk menentukan harga  $\Phi$  pada kondisi tanah ganular terdapat berbagai perumusan yaitu perumusan Dunham, Osaki dan Meyerhof (cara grafis). Berdasarkan ketiga perumusan tersebut selanjutnya dipilih  $\Phi$  rata-rata. Sedangkan untuk tanah lempung  $\Phi = 0$ .

### 3.5 Data Kapal

Data kapal yang didapat dari pihak PT. Pelabuhan Indonesia III yang nantinya akan berpengaruh dalam rangka perencanaan dermaga adalah kapal jenis panamax dengan ciri-ciri sebagai berikut:

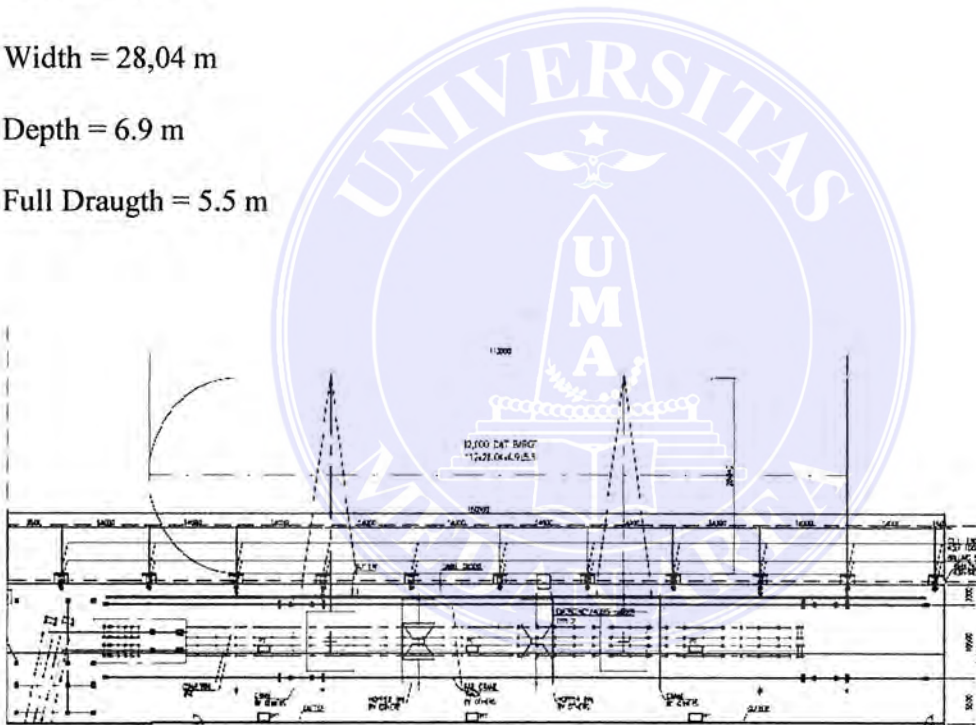
Dead Weigh Tonnage = 12.000 DWT

Length = 112 m

Width = 28,04 m

Depth = 6.9 m

Full Draught = 5.5 m



Gambar 3.3 Kapal dan Pelabuhan Nagan Raya  
 Sumber : Perencanaan pelabuhan, Oleh : Konsultan Supervisi

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan berdasarkan tinjauan pustaka dan aplikasi perhitungan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh beban akibat kekuatan angin dan gelombang serta kekuatan gempa dapat dihitung dengan menggunakan tabel intensitas angin dan koefisien kekuatan gempa pada masing-masing daerah lajur gempa.
2. Pengaruh kekuatan gaya tumbuk kapal diperhitungkan dari jenis kapal yang bersandar pada dermaga. Dan benturan yang di hasilkan masih dapat di toleransi oleh Fendernya
3. Gaya Tekan yang di hasilkan masih dapat di toleransi beban yang di terima masih masuk dalam safety factor di karenakan jettynya di desain dengan safety factor 2.5 untuk keamanan.

#### 5.2. Saran

Beberapa hal yang diperjutan diperhatikan dalam perencanaan tiang pancang pada dermaga adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan kekuatan angin dan gelombang serta kekuatan gempa akan lebih aman jika menggunakan nilai intensitas angin dan koefisien kekuatan gempa untuk kemungkinan yang membahayakan bagi konstruksi tiang pancang pada dermaga.

2. Dimensi tiang pancang harus direncanakan terhadap beban yang paling besar.
3. Jenis tiang pancang yang digunakan pada dermaga harus jenis yang memiliki kemampuan paling baik dalam memikul beban, mudah dalam pemasangan di lapangan, ekonomis serta bersifat lekat terhadap tanah dasarnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo, 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- PWS-Kent Principles of Foundation Engineering Publishing Company
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1975 *Percobaan Pembebanan Tiang Pancang*
- Joseph E. Bowles 1986 *Analisa dan Desain Pondasi Jilid 1*, Edisi III Erlangga Jakarta.
- Nur Yuwono, Dipl. HE,(2002) *Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai, Volume II*
- Sosro Darsono, Suyono, Ir. Nakazawa Kazuto 1981 *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Edisi 1 PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset.

