

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Setiap konstruksi yang matang, seperti struktur, bentang, taman, lorong, puncak dan bendungan, memerlukan suatu bangunan yang dapat menopang dan mengedarkan timbunan dari struktur (bagian atas) ke lapisan tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup. Oleh karena itu, perhitungan yang tepat harus dilakukan untuk menjamin bahwa struktur tersebut stabil terhadap beratnya sendiri, beban yang diterapkan, dan dampak normal seperti angin sepoi-sepoi dan guncangan seismik. Setiap bangunan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga memungkinkan mereka untuk menahan beban hingga titik batas yang aman, termasuk potensi beban yang paling tinggi. Pendirian timbunan adalah pilihan ideal untuk menyangga tanah yang berada pada kedalaman sekitar 10 meter di bawah tanah.

#### **2.2 Penyelidikan Tanah (*Soil Investigation*)**

Memahami pengorganisasian lapisan tanah di lokasi proyek dan hasil pengujian laboratorium terhadap pengujian tanah dari berbagai kedalaman sangat penting dalam mengatur pendirian. Persepsi lapangan dari usaha serupa di lokasi serupa dengan kondisi tanah serupa juga harus dipertimbangkan jika bersifat mendasar. Memahami stratifikasi dan karakteristik teknis tanah sangat penting untuk memilih pondasi yang tepat, menentukan daya dukungnya, dan metode konstruksi yang efisien. Berbeda dengan bahan konstruksi seperti baja atau semen, tanah mempunyai kapasitas tekanan yang jauh lebih tinggi. Tanah dengan sedikit pori-pori tidak akan mengalami masalah kompresi; Namun, tanah dengan banyak pori-pori akan mengalami deformasi akibat beban, yang dapat mengakibatkan penurunan pondasi dan keruntuhan struktur. Sifat tanah, berbeda dengan bahan bangunan lainnya, sangat dipengaruhi oleh mekanisme yang bergantung pada beban seperti permeabilitas dan kekuatan geser. Pada tanah berpasir, misalnya, aliran air keluar memerlukan waktu yang lama, dan konsolidasi memerlukan waktu

yang lama untuk mencapai kondisi deformasi yang stabil akibat beban. Selama siklus pemadatan, pemadatan tanah membangun berat satuan dan kekuatan tanah.



## 2.3 Klasifikasi Jenis Tiang

Menurut Cipta Karya Direktorat Jendral (2017: 9), Berikut adalah berbagai jenis pondasi tiang:

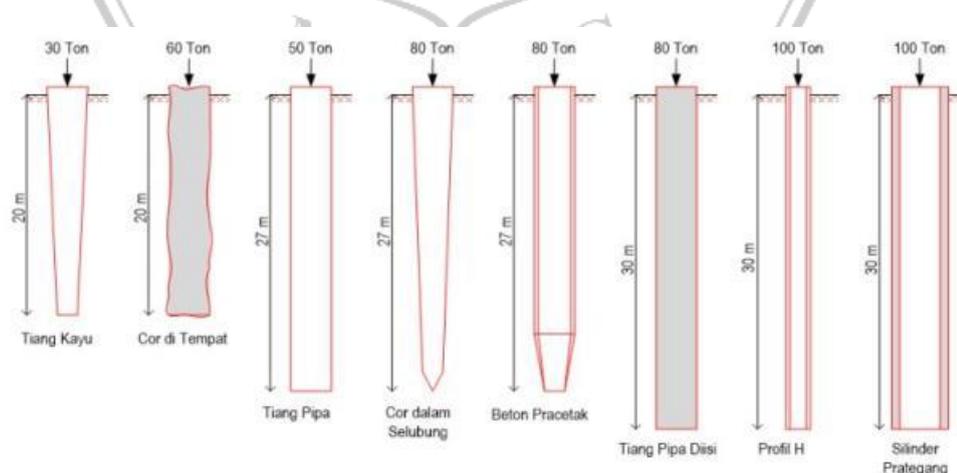
- a. Pondasi Tiang Bor
- b. Pondasi Tiang Pancang dan Cor di Tempat
- c. Pondasi Tiang Bor
- d. Pondasi Tiang Komposit

### 2.3.1 Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang biasanya dibuat dengan memancang tiang ke dalam tanah untuk mentransfer beban dari struktur di atasnya ke lapisan tanah yang lebih keras. Beban dari struktur atas didistribusikan secara vertikal melalui poros tiang pancang atau langsung ke lapisan bawah melalui ujung tiang.

Distribusi beban vertikal dapat dilakukan melalui gesekan di sepanjang tiang pancang, atau dengan menggunakan tiang pancang "apung". Di sisi lain, pemakaian beban secara langsung bergantung pada titik ujung tiang.

Menurut Sardjono (1988), pemilihan jenis tiang didasarkan pada beberapa kondisi tanah yang dipengaruhi oleh indikator dan variabel yang menunjukkan kesesuaian antara jenis tiang dan kondisi tanah.



**Gambar 2. 1** Panjang dan beban maksimum untuk berbagai macam tipetiang yang umumnya dipakai dalam praktek (Carson, 1965)

Menurut Bowles (1991) pondasi tiang pancang berdasarkan materialnya dibagi menjadi berikut:

1. Tiang Pancang Kayu

Tiang pancang kayu menggunakan batang pohon yang telah dibersihkan. Bagian ujung tiang dibuat runcing untuk memudahkan pemancangan, dan seringkali dilengkapi dengan sepatu logam jika tiang harus menembus tanah yang keras atau berbatu.

2. Tiang kayu tunggal dapat menahan beban hingga 270 hingga 300 kN, menjadikannya pilihan yang hemat biaya dan mudah digunakan, menurut Hardiyatmo (2010). Tiang kayu rentan terhadap pembusukan dan kerusakan akibat serangga, tetapi kondisi tanah menentukan apakah permukaannya dilindungi atau tidak. Untuk mencegah kerusakan selama pemancangan, ujung tiang sering kali dilindungi dengan sepatu besi.

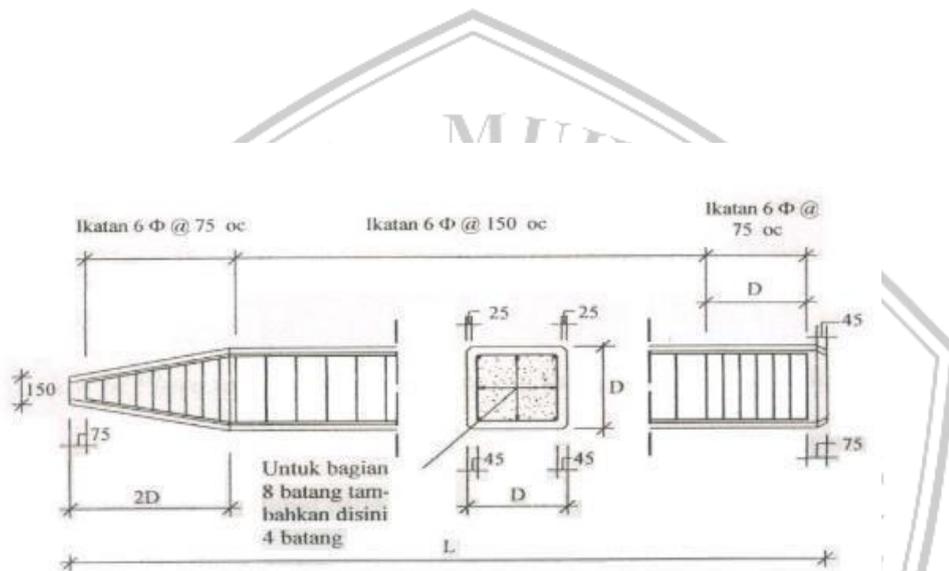


**Gambar 2. 2** pondasi tiang pancang kayu (Hardiyatmo, 2010)

3. Tiang Pancang Beton

Tumpukan bahan baku pracetak adalah tumpukan bahan baku yang dicetak dan diproyeksikan dalam cetakan bahan baku (bekisting) sebelum dipindahkan dan dihempaskan ke dalam tanah setelah bahan tersebut memadat (Sardjono, 1988). Tergantung pada bahan dan jenis semen yang digunakan, timbunan ini dapat menampung tumpukan lebih dari 50 ton

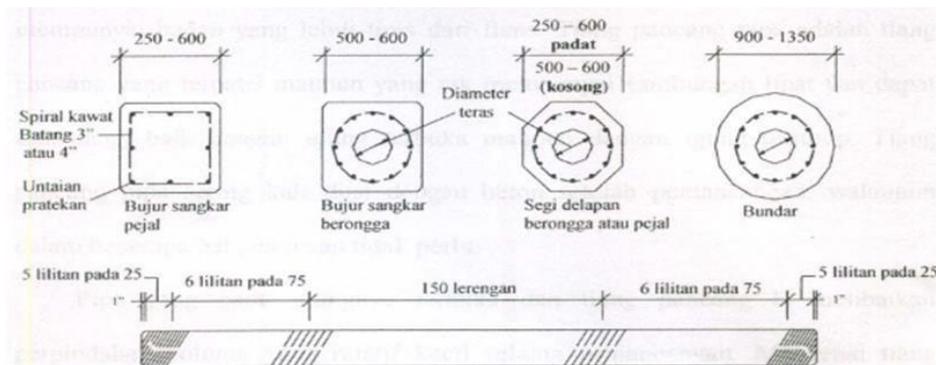
per tumpukan (Bowles, 1983). Bentuk porosnya bermacam-macam, seperti bulat, persegi panjang, dan segi delapan. Panjang tiang harus diperhitungkan dengan cermat selama perencanaan. Hal ini disebabkan karena penyambungan yang memerlukan waktu lebih lama dan biaya lebih besar jika panjang tiang tidak mencukupi (Sardjono, 1988).



**Gambar 2. 3** Tiang beton *precast concrete pile* (Bowles, 1991)

#### 4. *Precast Prestressed Concrete Pile*

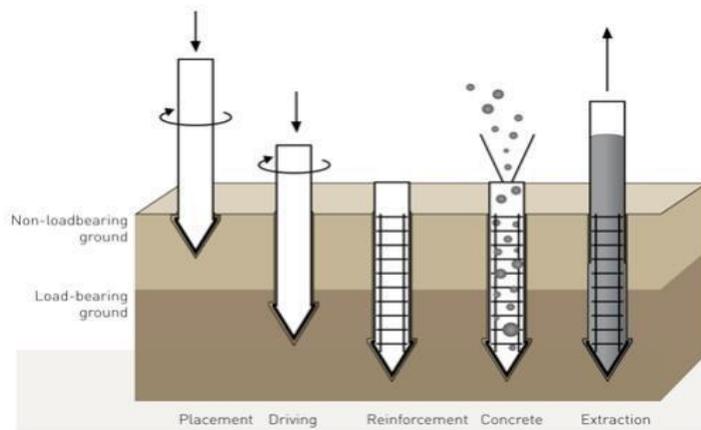
*Tiang Beton Pratekan Pracetak adalah jenis tiang pancang yang dibuat dengan cara yang sebanding dengan beton pratekan. Sistem perakitannya meliputi melepas besi penopang pada saat zat tersebut diproyeksikan, kemudian besi tersebut dihilangkan setelah zat tersebut memadat.*



**Gambar 2. 4** Tiang beton *Precast Prestressed Concrete Pile* (Bowles, 1991)

5. *Cast In Pile*

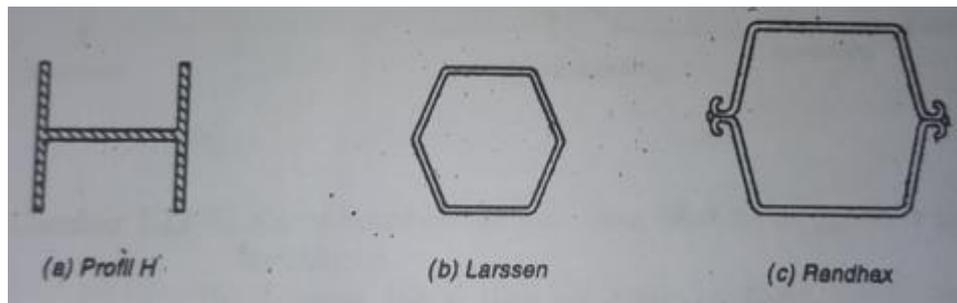
*Cast in pile* adalah pondasi yang dibuat menggunakan metode mengebor tanah waktu menyelidiki tanah (Sardjono, 1988).



**Gambar 2. 5** Tiang beton yang dicor di tempat (Bowles, 1991)

6. Tiang Pancang Baja

Tiang pancang baja memiliki profil H, WF, atau pipa dengan lubang atau ujung tertutup. Salah satu keuntungan jenis tiang ini adalah kemudahan dalam pemancangan karena luas penampangnya lebih kecil daripada jenis tiang lainnya. Karena berat tiang saat dipancangkan, hal ini membuatnya lebih mudah masuk ke



dalam tanah (Suryolelono, 2004).

**Gambar 2. 6** Macam-macam tiang pancang baja (a) *profil H* (b) *Larsen* (c) *Randhex* (Hardiyatmo, 2010) Menurut Hardiyatmo (2002) berdasarkan cara mendukung beban tiang pancang sebagai berikut:

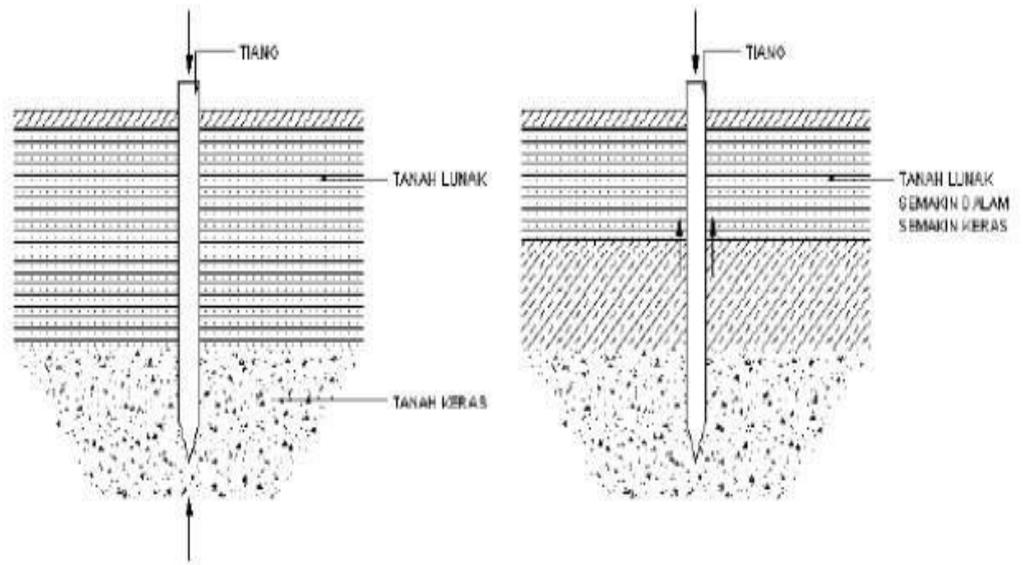
7. Tiang dukung ujung

Tiang dukung ujung, merupakan jenis tiang yang kapasitas dukungnya bergantung pada tahanan yang diberikan oleh ujung tiang. Tiang ini dipancangkan hingga mencapai lapisan dasar yang keras, seperti batuan, yang mampu menahan beban yang diharapkan tanpa mengalami penurunan yang berlebihan.

(lihat Gambar 2.7 a).

8. Tiang gesek

Kapasitas dukung tiang gesek, juga dikenal sebagai tiang gesek, ditentukan oleh gesekan tanah dan dinding tiang pada sekelilingnya (lihat Gambar 2.7 b). Perhitungan kapasitas tiang memerlukan diperhitungkan baik tahanan gesek maupun efek konsolidasi pada lapisan tanah di bawah tiang

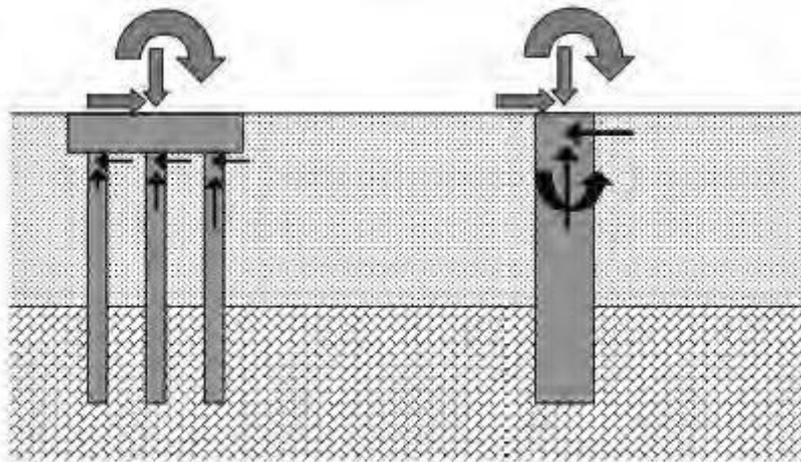


Gambar 2. 7 Tiang ditinjau dari cara mendukung bebannya(Hardiyatmo, 2002)



### 2.3.3 Pondasi Tiang Kelompok VS Tiang Tunggal

Jika beban pondasi terlalu besar, pondasi tiang tunggal menjadi terlalu mahal dan terlalu besar, maka penggunaan kelompok tiang bor harus dipertimbangkan. Kelompok tiang dapat mengatasi momen torsi besar, dapat dilihat pada Gambar 2.8. Ini karena ketahanan aksial tiang-tiang yang berbeda dalam kelompok meningkatkan efisiensi menahan momen. Mengingat bahwa pemasangan tiang tunggal dengan diameter lebih dari 8 kaki memerlukan peralatan berat yang signifikan, seringkali lebih ekonomis untuk menggunakan kelompok tiang dengan diameter lebih kecil dalam banyak kasus.

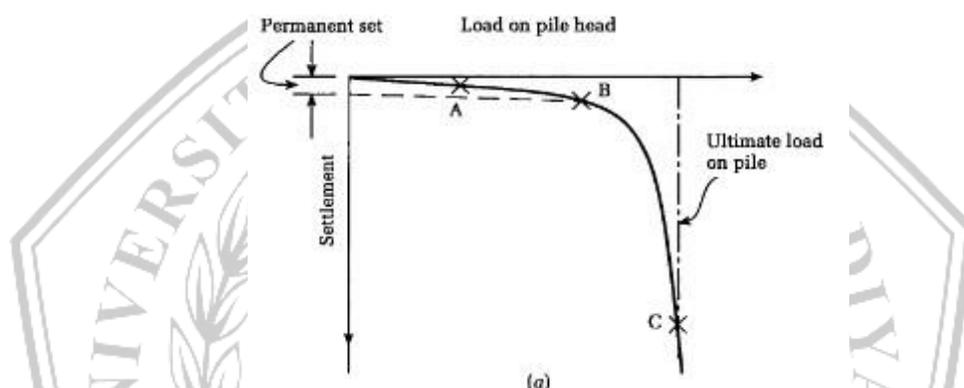


Gambar 2. 8 Tiang Bor Kelompok dengan Tiang Bor Tunggal (FHWA NHI-10-016)

### 2.3.4 Perilaku Tiang dan Kelompok Tiang

Penurunan timbunan yang tertanam di dalam tanah ketika diberikan beban ke atas hingga sampai pada titik lemah digambarkan pada Gambar 2.9. Pada awal pembebanan, sebagian besar penurunan pada tiang dan tanah menyebabkan penurunan tiang sangat sedikit. Kepala heap hampir kembali ke posisi dasarnya jika heap dikirimkan pada titik yang ditunjukkan oleh huruf pada Gambar 2.9. Namun, seiring bertambahnya beban, kurva penurunan semakin curam. Meskipun pengusiran tumpukan dari titik B menunjukkan pemulihan serbaguna, kepala tumpukan tidak sepenuhnya kembali ke posisi semula, menunjukkan bahwa ada kesalahan bentuk yang sangat tahan lama. Beban total tiang

menunjukkan bahwa tahanan ujung tiang kini memikul sebagian beban, meskipun pengukuran dengan pengukur regangan menunjukkan bahwa tiang membentur dinding. Ketika beban mendekati titik keruntuhan C, meskipun terjadi sedikit peningkatan beban, penurunan tiang meningkat dengan cepat. Ujung tiang memikul sebagian besar beban utama pada titik ini (Tomlinson, 2001: 56). Dalam kasus pondasi laut, dimana sebagian besar panjang tiang pancang berada di atas dasar laut,  $W_p$  harus diperhitungkan. Namun, nilai  $W_p$  biasanya tidak seberapa dibandingkan dengan  $Q_p$  dan sering diabaikan karena tidak lebih besar dari berat tanah yang dipindahkan. Tomlinson (2001, hal. 124)

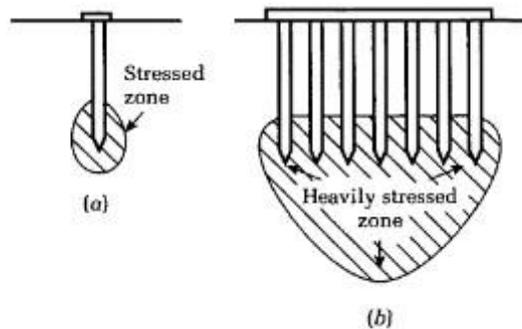


**Gambar 2. 9** Pengaruh Beban pada Tiang – Kurva Penurunan Akibat Beban (Tomlinson, 2001 : 56).

### 2.3.5 Perilaku Kelompok Tiang

Daya dukung suatu kumpulan timbunan bisa jauh lebih rendah daripada batas daya dukung suatu timbunan tunggal jika timbunan tersebut menabrak lapisan pendukung yang dapat dikompresi (misalnya lumpur keras) atau sebaliknya jika lapisan penolong itu sendiri umumnya tidak dapat dimampatkan (misalnya pasir tebal) namun ditopang oleh lapisan yang dapat dimampatkan. Di bawah beban yang sama, tumpukan tunggal dapat mengalami kerugian beban beberapa kali lebih besar daripada tumpukan tunggal di bawah beban kelompok. Hanya area kecil di sekitar atau di bawah satu tiang yang mengalami tegangan vertikal, seperti digambarkan pada Gambar 2.10(a) dan (b). Sebaliknya, seperti digambarkan pada Gambar 2.10 (b), kedalaman tanah di sekitar dan di bawah kelompok tiang pancang besar dapat

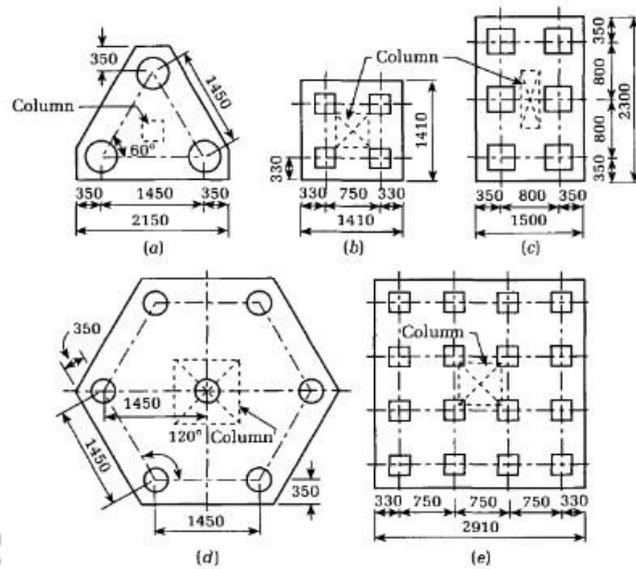
tertekan, sehingga mengakibatkan penurunan kelompok secara signifikan (Tomlinson, 2001: 136).



**Gambar 2. 10** Perbandingan Zona Tegangan pada (a) Tiang Tunggal (b) Kelompok Tiang (Tomlinson, 2001: 136).

### 2.3.6 Pile Cap

Tutup tumpukan harus cukup besar untuk menampung tumpukan yang mungkin tidak berada pada tempatnya. Dengan memanjangkan tutup batang 100-150 mm melampaui permukaan luar tiang grup, hal ini dapat dicapai. Demikian pula, tutup batang harus memiliki kedalaman yang cukup untuk menjamin bahwa tumpukan dipindahkan sepenuhnya dari bagian ke penopang, baik untuk geser maupun untuk penopang pada tumpukan. (Tomlinson, 2001: 145). Rencana reguler penutup tumpukan untuk jumlah tumpukan yang berbeda harus terlihat pada Gambar 2.11 (a) hingga 2.5 (e) (Tomlinson, 2001: 145).

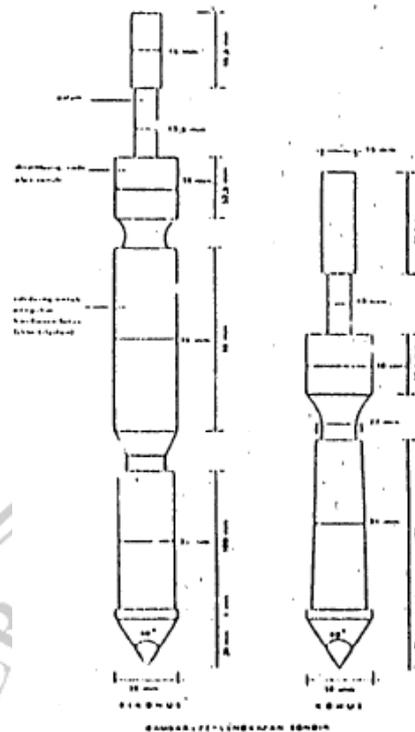


Gambar 2. 11 (a) Tutup untuk tiga poros dengan ukuran 450 mm, (b) Tutup untuk empat tiang dengan sisi 350 mm, (c) Tutup untuk enam tiang dengan sisi 400 mm, (d) Tutup untuk tujuh poros dengan lebar 450 mm, (e) Tutup untuk enam belas tiang dengan sisi 350 mm (Tomlinson, 2001: 147).

#### 2.4 Metode Penetrasi Sondir (CPT)

Teknik infiltrasi sondir (CPT) atau disebut strategi sondir meliputi penggunaan sondir yang ujungnya meruncing pada titik  $60^\circ$  dengan luas ujung 1,54 inc (10 cm<sup>2</sup>). Selama estimasi perlindungan tanah dari pintu masuk kerucut ( $q_c$ ), perangkat didorong ke dalam tanah dengan kecepatan tetap 20 mm/detik. Sondir berat berbobot 10 ton, sedangkan sondir ringan berbobot 2 ton.  $q_c$  hingga 500 kg/cm<sup>2</sup> dan kedalaman maksimum 50 meter menjadikan sondir ringan ideal untuk tanah liat, lanau, dan pasir halus. Sondir yang berat, di sisi lain, memiliki  $q_c$  hingga 150 kg/cm<sup>2</sup> dan kedalaman maksimum 30 m, yang masuk akal untuk tanah yang terdiri dari lapisan tanah, sedimen, dan pasir halus.

(a). Konus (b). Bikonus



Gambar 2.12 Dimensi Alat Sondir Mekanis

### 2.5 Tes Penetrasi Standar (SPT)

Daya dukung tanah biasanya diukur melalui tes penetrasi standar (SPT). Percobaan SPT adalah percobaan yang dilaksanakan pada lubang bor, dengan cara memasukkan tabung sample berdiameter 3,5 cm hingga kedalaman 45 cm menggunakan alat palu dengan berat 63,5 kg, yang dijatuhkan dari ketinggian 76 cm. Nilai N dicatat untuk jumlah pukulan palu yang diperlukan untuk memasukkan tabung sampel hingga kedalaman 3,5 cm. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui nilai kepadatan lapisan tanah.

### 2.6 Pondasi Tiang

Pondasi tiang mempunyai cara untuk menyerap tekukan agar dapat menahan gaya-gaya yang ortogonal terhadap sumbu tiang. Fondasi timbunan yang sedang dibangun digabung dengan pondasi bangunan untuk dijadikan tugu batu pendirian

timbunan. Pondasi tiang pancang menurut Sosrodarsono dan Nakazawa (2000) digunakan untuk menopang struktur pada lapisan tanah yang sangat dalam. Mendukung struktur tinggi yang rentan terhadap gaya guling angin dan menahan gaya angkat ke atas adalah aplikasi ideal untuk pondasi jenis ini. Postingan tersebut juga mendukung dok. Mengingat Hardiyatmo (2003).

### **2.7 Klasifikasi Pondasi Tiang**

- 1) Tumpukan: Bangunan tumpukan adalah tumpukan yang dibenturkan ke dalam tanah hingga kedalaman yang cukup untuk menimbulkan hambatan gesekan pada penutup atau penutupnya. Penggerakan tumpukan harus dapat dilakukan dengan mesin press bertenaga air atau dengan mengaduk benda-benda di sekitar kepala kota dengan kereta luncur atau getaran.
- 2) Tiang Bor: Tiang bor dibuat dengan cara mengebor lubang dan mengisinya dengan beton setelah ditambahkan tulangan.

