

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Turap**

##### **2.1.1 Definisi Turap**

Turap adalah konstruksi yang dapat menahan tekanan tanah di sekelilingnya, mencegah terjadinya kelongsoran dan biasanya terdiri dari dinding turap dan penyangganya. Konstruksi dinding turap terdiri dari beberapa lembaran turap yang dipancangkan ke dalam tanah, serta membentuk formasi dinding menerus vertikal yang berguna untuk menahan timbunan tanah atau tanah yang berlereng. Turap terdiri dari bagian-bagian yang dibuat terlebih dahulu (*pre-fabricated*) atau dicetak terlebih dahulu (*pre-cast*). (Sri Respati, 1995)

##### **2.1.2 Fungsi Turap**

Fungsi turap adalah ;

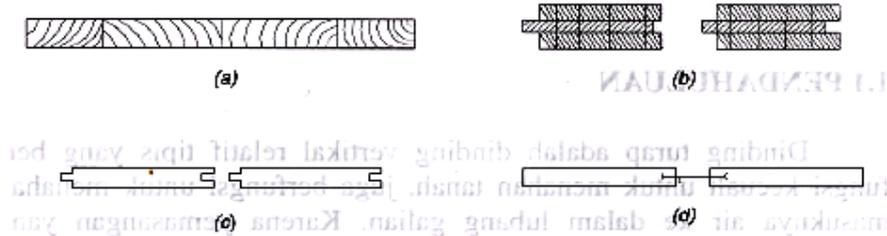
- a. Struktur penahan tanah, misalnya pada tebing jalan raya atau tebing sungai
- b. Struktur penahan tanah pada galian
- c. Struktur penahan tanah yang berlereng atau curam agar tanah tersebut tidak longsor
- d. Konstruksi bangunan yang ringan, saat kondisi tanah kurang mampu untuk mendukung dinding penahan tanah

##### **2.1.3 Jenis – jenis Turap**

###### **a. Turap Kayu**

Turap kayu digunakan untuk dinding penahan tanah yang tidak begitu tinggi, karena tidak kuat menahan beban-beban lateral yang besar. Turap ini tidak cocok digunakan pada tanah berkerikil, karena turap cenderung

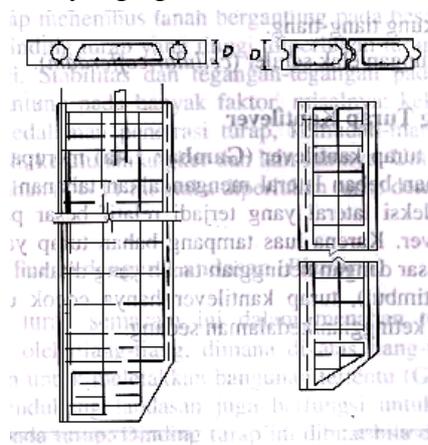
pecah bila dipancang. Bila turap kayu digunakan untuk bangunan permanen yang berada di atas muka air, maka perlu diberikan lapisan pelindung agar tidak mudah lapuk. Turap kayu banyak digunakan pada pekerjaan-pekerjaan sementara, misalnya untuk penahan tebing galian. Bentuk-bentuk susunan turap kayu dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.1 Turap Kayu

#### b. Turap Beton

Turap beton merupakan balok-balok yang telah di cetak sebelum dipasang dengan bentuk tertentu. Balok-balok turap dibuat saling mengkait satu sama lain. Masing-masing balok, kecuali dirancang kuat menahan beban-beban yang bekerja pada turap, juga terhadap beban-beban yang akan bekerja pada waktu pengangkatannya. Ujung bawah turap biasanya dibentuk meruncing untuk memudahkan pemancangan. Turap beton biasa digunakan pada bangunan permanen atau pada detail-detail konstruksi yang agak sulit.

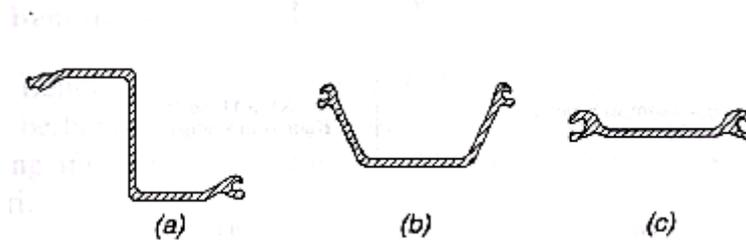


Gambar 2.2 Turap Beton

### c. Turap Baja

Turap baja adalah jenis paling umum yang digunakan, baik digunakan untuk bangunan permanen atau sementara karena beberapa sifat-sifatnya sebagai berikut:

1. Tahan terhadap tegangan dorong tinggi yang dikembangkan di dalam bahan keras atau bahan batuan
2. Mempunyai berat relatif yang tinggi
3. Dapat dipakai berulang-ulang
4. Umur pemakaiannya cukup panjang baik di atas maupun di bawah air dengan perlindungan sederhana menurut NBS (1962) yang meringkaskan data tentang sejumlah tiang pancang yang diperiksa setelah pemakaian yang berlangsung lama
5. Mudah menambah panjang tiang pancang dengan mengelas maupun dengan memasang baut
6. Sambungan-sambungan sangat sedikit mengalami deformasi bila di desak penuh dengan tanah dan batuan selama pemancangan.



Gambar 2.3 Turap Baja

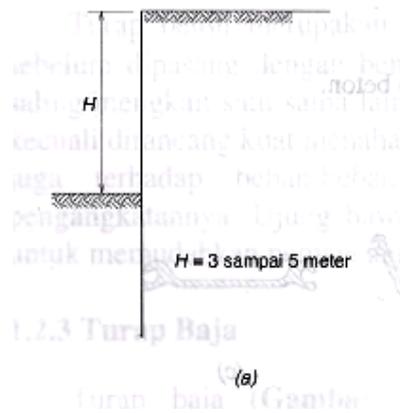
#### 2.1.4 Tipe – tipe Dinding Turap

Terdapat 4 tipe dinding turap yaitu :

##### 1. Dinding Turap Kantilever

Dinding turap kantilever merupakan turap yang dalam menahan beban lateral mengandalkan tahanan tanah didepan dinding. Defleksi lateral yang terjadi relatif besar pada pemakaian turap kantilever. Karena luas tampang bahan turap yang dibutuhkan bertambah besar dengan ketinggian tanah yang ditahan (akibat momen lentur yang

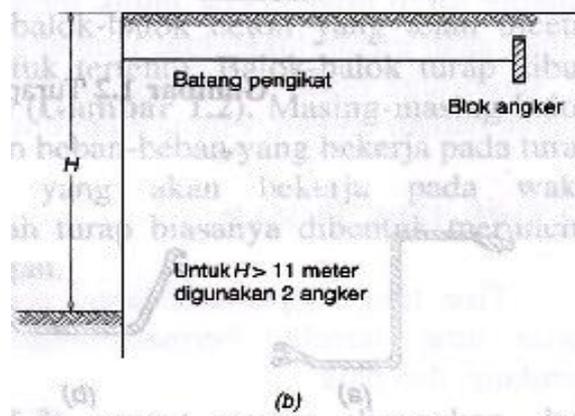
timbul). Turap kantilever hanya cocok untuk menahan tanah dengan ketinggian/kedalaman yang sedang.



Gambar 2.4 Dinding Turap Kantilever

## 2. Dinding Turap Diangker

Dinding turap diangker cocok untuk menahan tebing galian yang dalam, tetapi masih juga bergantung pada kondisi tanah. Dinding turap ini menahan beban lateral dengan mengandalkan tahanan tanah pada bagian turap yang terpancang kedalam tanah dengan dibantu oleh angker yang dipasang pada bagian atasnya..

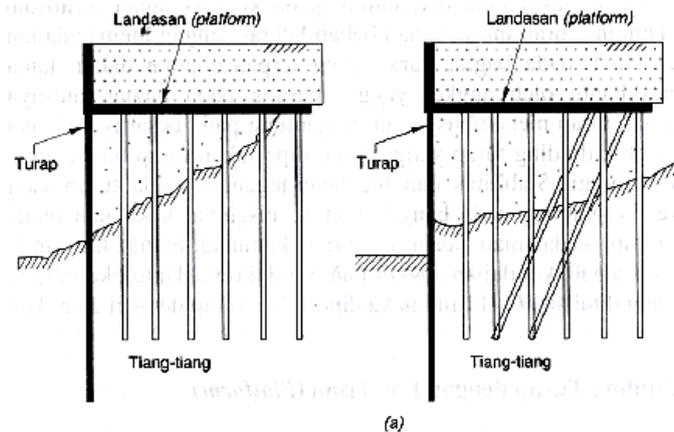


Gambar 2.5 Dinding Turap Diangker

## 3. Dinding Turap dengan Landasan (*platform*)

Dinding turap semacam ini dalam menahan tekanan tanah lateral dibantu oleh tiang-tiang, dimana diatas tiang-tiang tersebut

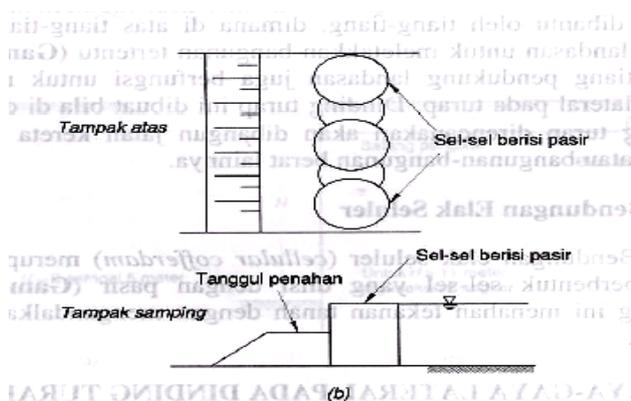
dibuat landasan untuk meletakkan bangunan tertentu. Tiang-tiang pendukung landasan juga berfungsi untuk mengurangi beban lateral pada turap. Dinding turap ini dibuat bila di dekat lokasi dinding turap direncanakan akan dibangun jalan kereta api, mesin derek atau bangunan-bangunan berat lainnya.



Gambar 2.6 Dinding Turap Dengan Landasan (*Platform*)

#### 4. Bendungan Elak Seluler

Bendungan elak seluler (*cellular cofferdam*) merupakan turap yang berbentuk sel-sel yang diisi dengan pasir. Dinding ini menahan tekanan tanah dengan mengandalkan beratnya sendiri. (Hary Christady Hardiyatmo, 2002)



Gambar 2.7 Bendungan Elak Seluler

### 2.1.5 Konsep Perencanaan Turap

Berdasarkan hasil penelitian dan survey lapangan yang telah dilakukan pada lokasi yang akan dibangunnya turap ini, serta dengan mempertimbangkan tingkat kesulitan dalam pelaksanaannya, disusun beberapa konsep perencanaan turap antara lain :

- a. Turap yang direncanakan tidak mengganggu atau merusak aliran air sungai (tidak mengganggu luas penampang basah sungai)
- b. Turap berfungsi sebagai dinding yang dapat menahan kelongsoran tebing sungai dan melindungi tebing sungai terhadap gerusan air.
- c. Turap dapat menahan tekanan tanah aktif serta tekanan air dan beban-beban lainnya yang bekerja pada dinding turap.
- d. Turap direncanakan memiliki ketahanan jangka panjang pada lingkungan dengan siklus basah, kering dan dan lembab.
- e. Turap juga berfungsi sebagai pelataran terbuka (*open space*) yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan publik.
- f. Struktur turap terdiri dari tiang turap, dinding turap dan plat penutup tiang (*pile cap*).
- g. Dinding turap memiliki tekanan tanah lateral tanah aktif dan air, sedangkan tiang turap berfungsi memiliki gaya aksial dan lateral yang bekerja pada dinding turap, lantai penutup berfungsi sebagai beban aksial (*counter weight*) dan juga dapat dimanfaatkan sebagai open space.

### 2.1.6 Metode Perhitungan

Perhitungan stabilitas turap dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan Pemancangan Turap Kantilever dan Pemancangan Turap Diangker dengan memperhitungkan berbagai variasi elevasi muka air pada sisi aktif dan sisi pasif turap dan memperhitungkan panjang kedalaman pembenaman  $D$  untuk kondisi pancang turap dari baja. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan momen lentur maksimum ( $M_{maks}$ ) dan momen bending yang timbul pada turap dan besarnya gaya angkur.

### 1. Metode Perhitungan Ujung Bebas (*Free Earth Method*)

Dalam metode ini diasumsikan bahwa kedalaman turap tidak mencapai tanah keras sehingga ujung bawah turap tidak cukup kaku dan dapat berotasi. Kedalaman turap dibawah dasar galian dianggap tidak cukup untuk menahan tekanan tanah yang terjadi pada bagian atas dinding turap.

Anggapan dalam analisis stabilitas turap diangker dengan metode ujung bebas :

- a. Turap merupakan bahan yang sangat kaku dibandingkan dengan tanah disekitarnya.
- b. Kondisi tekanan tanah yang bekerja dianggap memenuhi syarat teori Rankie atau Coulomb.
- c. Turap dianggap berotasi dengan bebas diujung bawah dan tidak diizinkan bergerak secara lateral ditempat anker.

### 2. Metode Perhitungan Ujung Tetap (*Fixed Earth Method*)

Dalam metode ini diasumsikan bahwa kedalaman turap sudah mencapai tanah keras sehingga ujung bawah tetap kaku. Kedalaman penembusan turap dibawah dasar galian dianggap sudah cukup dalam, sehingga tanah dibawah dasar galian mampu memberikan tahanan pasif yang cukup untuk mencegah ujung bawah turap berotasi.

Anggapan dalam analisis stabilitas turap diangker dengan metode ujung tetap:

- a. Kondisi tekanan tanah yang bekerja dianggap memenuhi syarat teori Rankine atau Coulomb.
- b. Turap bebas berotasi, namun tidak diizinkan bergerak pada ankernya.
- c. Titik balik ditentukan dari teori elastisitas.

Pada metode ujung tetap hanya cocok untuk turap yang secara keseluruhan terletak dalam tanah granuler.

Menurut Hary Christady Hardiyatmo (2002), untuk menghitung stabilitas turap dipakai persamaan teori tekanan tanah Rankine dengan rumus sebagai berikut :

$$P_a = \frac{\gamma H^2}{2} \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{\gamma H^2}{2} \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots ( 1 )$$

$$P_p = \frac{\gamma H^2}{2} \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \frac{\gamma H^2}{2} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots ( 2 )$$

Dimana :      Pa : Tekanan tanah aktif (t/m<sup>2</sup>)  
                  Pp : Tekanan tanah pasif (t/m<sup>2</sup>)  
                   $\gamma$  : Berat volume tanah dibawah air (t/m<sup>3</sup>)  
                  H : Jarak dari permukaan tanah (m)  
                   $\phi$  : Sudut geser dalam untuk tanah (°)

Cara menghitung koefisien tekanan tanah berdasarkan persamaan Rankine yaitu dengan cara sebagai berikut :

$$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots ( 3 )$$

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots\dots ( 4 )$$

**Tabel 2.1 Size and Specification Steel Sheet Pile Type U type Standard JISA 5523/JISA 5528**

Type	Size			Per Piece				Per Meter			
	Effective Width	Effective Height	Thickness	Section Area	Moment of Inertia Lx	Section Modulus Zx	Weight	Section Area	Moment of Inertia Lx	Section Modulus Zx	Weight
	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	kg/m	cm <sup>2</sup> /m	cm <sup>4</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m	kg/m <sup>2</sup>
FSP II	400	125	13	76.42	2220	223	60	191	16800	1340	150
FSP	400	170	15.5	96.99	4670	362	76.1	242.5	38600	2270	190

IV											
FSP Vi	500	200	24.3	133.8	7960	520	105	267.6	63000	3150	210
FSP Vii	500	225	27.6	153	11400	680	120	306	86000	3820	240
KSP Iiw	600	130	10.3	78.7	2110	203	61.8	131.2	13000	1000	103
KSP IIIw	600	180	13.4	103.9	5220	376	81.6	173.2	32400	1800	136
KSP Ivw	600	210	18	135.3	8630	539	106	225.5	56700	2700	177

## 2.2 Perencanaan Plat Penutup Tiang (*Pile Cap*)

Menurut Anugrah Pamungkas dan Erny Hananti (2013), suatu pondasi tiang terdiri lebih dari satu tiang atau disebut tiang kelompok. Tiang kelompok ini disatukan oleh kepala tiang yang disebut *pile cap* atau *poer*. *Pile cap* berfungsi untuk mengikat tiang-tiang menjadi satu kesatuan dan memindahkan beban kolom kepada tiang. *Pile cap* terbuat dari beton bertulang, dituangkan langsung pada tanah kecuali jika tanah bersifat ekspansif. Perencanaan *pile cap* dilakukan dengan anggapan sebagai berikut :

1. *Pile cap* sangat kaku
2. Ujung atas tiang menggantung pada *pile cap*. Karena itu, tidak ada momen lentur yang diakibatkan oleh *pile cap* ke tiang
3. Tiang merupakan kolom pendek dan elastis. Karena itu, distribusi tegangan dan deformasi membentuk bidang rata.

• Cara Perhitungan Penulangan *Pile Cap* yaitu :

1. Menentukan syarat-syarat batas dan bentangnya
2. Menentukan tebal *pile cap*
3. Menghitung pembebanan ultimate

$$WU = WD + WL \quad \dots\dots\dots ( 5 )$$

WD = Jumlah beban mati

WL = Jumlah beban hidup

4. Menentukan momen-momen yang bekerja

5. Menghitung dan menggambar tulangan (*Istimawan Dipohusodo, 1994*)

- Menentukan tinggi efektif ( $d_{eff}$ )

$$d_{eff} = h - s - \text{\textcircled{t}ulangan sengkang} - \frac{1}{2} \text{\textcircled{t}ulangan utama} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana,

h = tebal *pile cap*

s = tebal selimut beton

Sesuai dengan tabel perencanaan beton bertulang didapat nilai  $\rho$

Dimana  $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$

$$A_s = \rho_{min} \times b \times d \dots\dots\dots (8)$$

- Menentukan nilai k perlu

$$k = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d \cdot f^2} \dots\dots\dots (9)$$

### 2.3 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi Tiang Pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton dan baja, yang digunakan untuk mentransmisikan beban-beban permukaan ke tingkat permukaan yang lebih rendah dalam massa tanah. Dalam perencanaan pondasi untuk suatu konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan tersebut berdasarkan :

1. Fungsi bangunan atas (*upper structure*) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut.
2. Besarnya beban dan beratnya bangunan atas
3. Keadaan tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan

### 2.3.1 Penggolongan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang dapat di golongkan berdasarkan yaitu :

1. Material atau bahan yang digunakan :
  - a. Pondasi Tiang Kayu
  - b. Pondasi Tiang Beton
  - c. Pondasi Tiang Baja
  - d. Pondasi Tiang Komposit (Gabungan antara kayu dengan beton atau baja dengan beton)

2. Teknik Pemasangan :

Pondasi tiang beton berdasarkan teknik pemasangan dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

- a. Pondasi tiang beton pra cetak (*pre-cast concrete pile*)

Pondasi tiang beton pra cetak disebut juga pondasi tiang pancang beton yaitu pondasi tiang beton yang dicetak terlebih dahulu di tempat lain atau dibuat dipabrik (*prefabricated pile*) dan baru dipancang sesuai umur beton setelah  $\pm 28$  hari (beton konvensional), sedang untuk beton dengan menggunakan bahan tambah (*additive*), waktu dapat lebih dipersingkat. Panjang tiang terbatas sesuai dengan alat transport yang ada (*trailer*), untuk kedalaman yang cukup besar biasanya jenis tiang ini diperlukan penyambungan. Kemudian dipancarkan ditempat yang telah ditentukan.

Pondasi tiang pancang beton, ujungnya dapat dibuat runcing seperti ujung pensil ataupun rata. Konstruksinya bisa menggunakan beton konvensional maupun beton pra tegang (*prestress*). Jumlah tulangan ditentukan berdasarkan momen yang terjadi pada saat tiang akan diangkut dan perencanaan konstruksi tiang disesuaikan dengan Peraturan Beton Bertulang Indonesia.

Cara pengangkutan tiang beton bertulang dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Satu tumpuan, bila ukuran tiang pendek.
2. Dua tumpuan, bila ukuran tiang panjang.

Dalam hal ini yang penting diusahakan besarnya momen positif sama dengan momen negatif dengan cara menggeser letak tumpuan.

Kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang beton yaitu berkisar antara 30-50 ton. Kelemahan dari pondasi tiang pancang beton adalah dalam hal pembuat maupun penganan setelah selesai dibuat. Diperlukan tempat yang relatif luas untuk pencetakannya, memerlukan waktu siap dipancangkan, memerlukan peralatan berat untuk penanganan transportasi maupun pemancangannya.

b. Pondasi tiang beton cor di tempat (*cast-in place concrete pile*)

Pondasi tiang beton yang dalam pelaksanaannya dilakukan dengan pengeboran tanah terlebih dahulu. Keuntungan penggunaan pondasi ini antara lain:

1. Tidak menimbulkan kebisingan yang berarti
2. Tidak menimbulkan getaran yang kuat terhadap bangunan disekitarnya karena pembuatannya dengan sistem bor.

Pondasi ini sangat cocok bila digunakan pada tempat-tempat yang padat oleh bangunan-bangunan, karena tidak terlalu bisisng dan getarannya tidak menimbulkan dampak negatif terhadap bangunan sekitarnya. Namun pembuatan pondasi ini memerlukan alat berat, sehingga hanya digunakan pada pekerjaan atau proyek yang besar-besar saja.

Contoh : Pondasi Tiang Franki, Pondasi Tiang Raymond, Pondasi Tiang Bor, Pondasi Tiang Strauss dan lain-lain.

3. Cara Penyaluran Bebannya :
  - a. Pondasi Tiang dengan Daya Dukung Ujung (*End Bearing Pile*)
  - b. Pondasi Tiang dengan Daya Dukung Gesek (*Friction Pile*)
  - c. Pondasi Tiang dengan Daya Dukung Kombinasi Daya Dukung Ujung dan Daya Dukung Gesek

### 2.3.2 Perhitungan Pondasi Tiang Pancang

#### a. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang

Metode Mayerhof (1956) yang digunakan untuk menghitung besarnya daya dukung pondasi tiang berdasarkan data SPT adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &= Q_b + Q_s \\
 &= 4 \cdot N \cdot A_b + \frac{\bar{N} \cdot A_s}{50} \quad \dots\dots\dots (10)
 \end{aligned}$$

Dimana,

$Q_{ult}$  = daya dukung pondasi tiang (ton)

$N$  = nilai SPT pada ujung tiang

$A_b$  = luas penampang ujung tiang ( $m^2$ )

$\bar{N}$  = rata-rata nilai SPT sepanjang tiang

$A_s$  = luas kulit/selimut tiang ( $m^2$ )

#### b. Perhitungan Daya Dukung Ijin Pondasi Tiang

Rumus umum yang digunakan untuk menghitung besarnya daya dukung ijin pondasi tiang adalah :

$$Q_{ijin} = \frac{Q_{ult}}{F} \quad \dots\dots\dots (11)$$

Dimana,

$Q_{ijin}$  = daya dukung ijin pondasi tiang (ton)

$Q_{ult}$  = daya dukung batas pondasi tiang (ton)

$F$  = faktor keamanan akibat bahaya kelongsoran daya dukung  
( $F = 2,5 - 3$ )

### 2.3.3 Kontrol Gaya yang Dipikul Terhadap Gaya Ijin Tiang

Untuk kontrol gaya yang dipikul tiap tiang terhadap daya dukung ijin tiang harus memenuhi syarat sebagai berikut :

*Gaya yang dipikul tiap tiang < Daya Dukung Ijin Tiang*

Gaya yang dipikul tiap tiang adalah total beban mati dan beban bergerak.

Pembebanan :

- Akibat beban mati
- Akibat beban hidup

Kombinasi pembebanan (SK SNI T-15-1991-03 Pasal 3.2.2 hal 13)

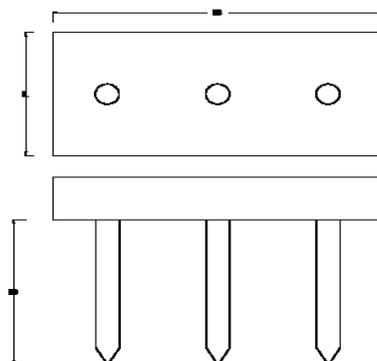
Total beban = DD + DL

Apabila diasumsikan tiap tiang memikul beban yang sama, sehingga total beban dapat dibagi dengan jumlah tiang.

$$\text{Beban yang dipikul per tiang} = \frac{\text{Total Beban}}{\text{Jumlah Tiang Pancang}} \quad \dots\dots\dots ( 12 )$$

### 2.3.4 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Pondasi tiang pancang kelompok yaitu sekumpulan tiang yang dipasang secara relatif berdekatan dan biasanya diikat menjadi satu di bagian atasnya dengan menggunakan *pile cap*. Untuk menghitung nilai kapasitas dukung kelompok tiang, ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak tiang dan susunan tiang. Kelompok tiang dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.8 Kelompok Tiang

a. Jumlah Tiang (n)

Untuk menentukan jumlah tiang yang akan dipasang didasarkan beban yang bekerja pada pondasi dan kapasitas dukung ijin tiang, maka rumus yang dipakai adalah sebagai berikut ini :

$$n = \frac{P}{Q_{ijin}} \quad \dots\dots\dots (13)$$

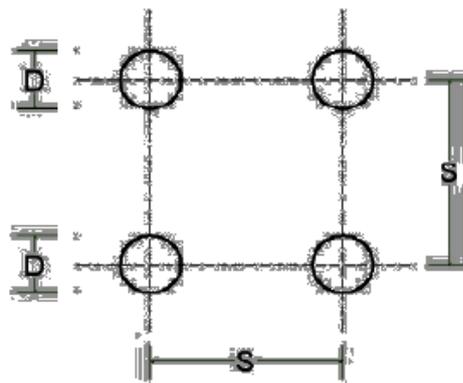
Dimana :

P = Beban yang bekerja

Q<sub>ijin</sub> = Kapasitas Dukung Ijin Tiang Tunggal

b. Jarak Tiang (S)

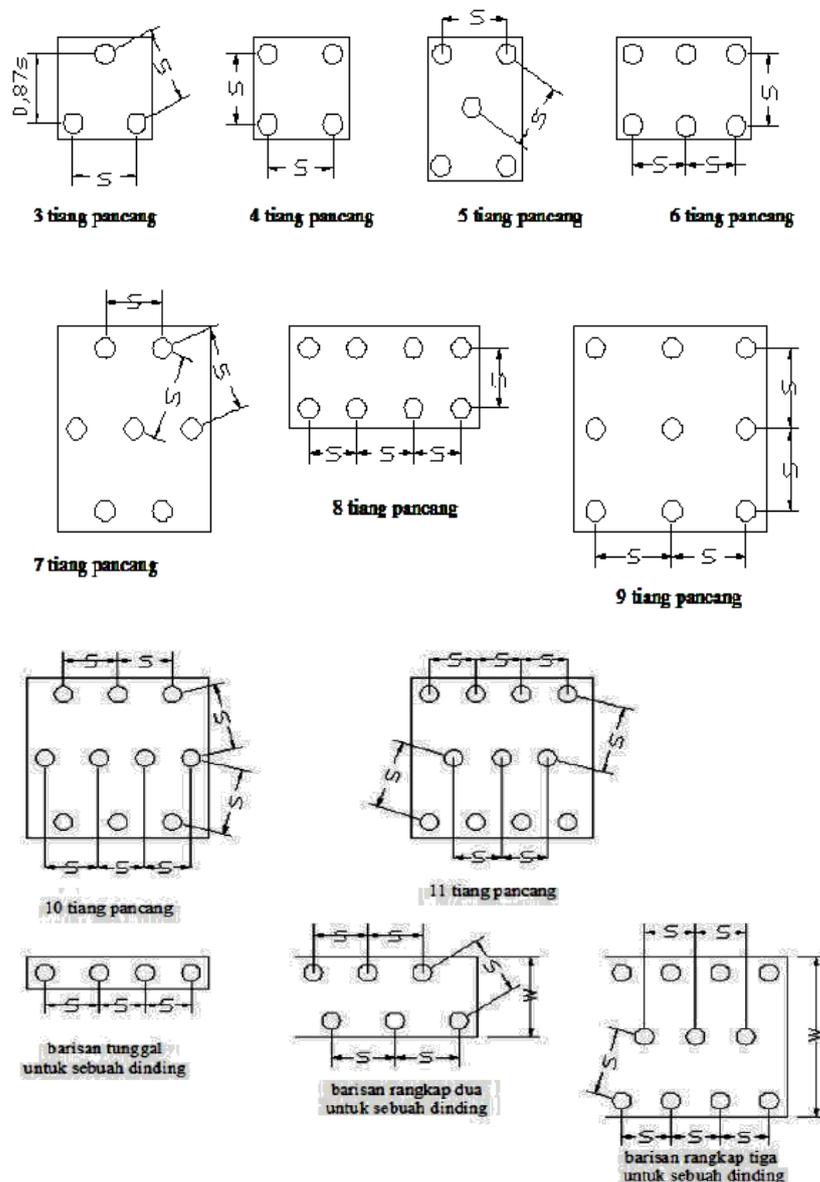
Jarak antar tiang didalam pondasi kelompok tiang sangat mempengaruhi perhitungan daya dukungnya. Untuk beban yang bekerja sebagai kelompok tiang, jarak antar tiang s biasanya mengikuti dengan peraturan-peraturan bangunan setempat. Sebagai contoh, Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, membuat aturan jarak antar tiang,  $s = (2,5 - 3,0 B)$ ; s minimum = 0,60 meter dan s maksimum = 2,0 meter, dimana B = diameter tiang dalam meter. (HS. Sardjono, 1988 )



Gambar 2.9 Jarak antar tiang

c. Susunan Tiang

Susunan tiang sangat berpengaruh terhadap luas denah pile cap, yang secara tidak langsung tergantung dari jarak tiang. Bila jarak tiang kurang teratur atau terlalu lebar, maka luas denah pile cap akan bertambah besar dan berakibat volume beton menjadi bertambah besar sehingga biaya konstruksi membengkak. Berikut ini adalah susunan tiang ( *Joseph E. Bowles, 1988* ) :



Gambar 2.10 Pola Susunan Tiang Pancang Kelompok

### 2.3.5 Kapasitas Kelompok dan Efisiensi Tiang

Kapasitas kelompok tiang tidak selalu sama dengan jumlah kapasitas tiang tunggal yang berada dalam kelompoknya. Hal ini dapat terjadi jika tiang pancang dalam lapisan pendukung yang mudah mampat atau dipancang pada lapisan tanah yang tidak mudah mampat, namun dibawahnya terdapat lapisan lunak.

Untuk menentukan daya dukung tiang maka harus dihitung dulu faktor efisiensi dari tiang tersebut dalam kelompok, karena daya dukung sebuah tiang berdiri sendiri tidak sama besar dengan tiang yang berada di dalam suatu kelompok. Persamaan-persamaan efisiensi tiang yang disarankan menggunakan *metode Converse-Labare Formula* :

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n-1)m+(m-1)n}{90 mn} \quad \dots\dots\dots ( 14 )$$

Dimana :

$$\theta = \text{arc tan} \left( \frac{b}{s} \right) \text{ dalam derajat}$$

$n$  = jumlah tiang dalam deretan kolom

$m$  = jumlah tiang dalam deretan baris

$s$  = jarak antar tiang (as ke as)

$b$  = diameter

$Eg$  = Efisiensi kelompok tiang

$$\text{Daya Dukung Ijin Tiang Tunggal} = \frac{\text{Beban}}{FK} \quad \dots\dots\dots ( 15 )$$

Dimana :

FK = Faktor Keamanan

Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok

$$Qa = Eg \times n \times Q_{ijin \text{ individual}} \quad \dots\dots\dots ( 16 )$$

$$= Eg \times \text{jumlah tiang} \times \text{daya dukung ijin tiang tunggal}$$

( sumber : *Analisa dan Desain Pondasi, Joseph E. Bowles Jilid 2* )

**Tabel 2.2 Beban Ijin Pondasi Tiang**

<b>Jenis Tiang</b>	<b>Beban Ijin (ton)</b>
Kayu	15 – 30
Komposit	20 – 30
Beton cor di tempat	30 – 50
Beton pre-cast	30 – 50
Pipa baja diisi beton	40 – 60
Baja profil H, I	30 - 60

( Sumber : J.E Bowles, 2002 )

**Tabel 2.3 Panjang Pondasi Tiang**

<b>Jenis Tiang</b>	<b>Panjang maksimum (m)</b>
Kayu	15 – 18
Komposit	45
Beton cor di tempat	15 – 30
Beton pre-cast	15 – 18
Pipa baja diisi beton	Tak terbatas
Baja profil H, I	Tak terbatas

( Sumber : J.E Bowles, 2002 )

## **2.4 Perencanaan Krib**

### **2.4.1 Definisi Krib**

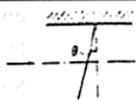
Krib adalah bangunan yang dibuat mulai dari tebing sungai ke arah tengah guna mengatur arus sungai.

Tujuan krib yaitu :

1. Mengatur arah arus sungai
2. Mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai
3. Mempercepat sedimentasi
4. Menjamin keamanan tanggul atau tebing terhadap
5. Mempertahankan lebar dan kedalaman air alur sungai

6. Mengonesentrasikan arus sungai dan memudahkan penyadapan

**Tabel 2.4 Arah Aliran dan Sudut Sumbu Krib**

Lokasi pembuatan krib di sungai	Arah aliran & sudut sumbu krib $\theta$	
Bagian lurus	10° - 15°	
Belokan luar	5° - 15°	
Belokan dalam	0° - 10°	

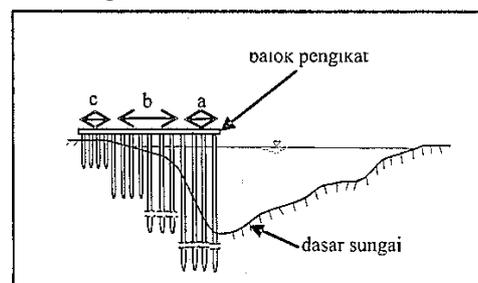
( Sumber : SNI 03-2400-1991 )

## 2.4.2 Tipe-Tipe Konstruksi Krib

### 1. Krib Tiang Pancang

Krib tiang pancang adalah contoh krib permeable dan dapat digunakan baik untuk krib memanjang ataupun melintang. Konstruksinya sangat sederhana dan dapat meningkatkan proses pengendapan serta sangat cocok untuk bagian sungai yang memiliki arus tidak deras.

Bahan tiang pancang adalah kayu atau beton dengan diameter antara 15-30 cm. Sekurang-kurangnya dua baris pancangan dengan jarak antara masing-masing tiang pancang antara 1-2 m sudah dapat berfungsi sebagai krib dan biasanya dilengkapi dengan batu lapis lindung, matras ranting atau bronjong kawat untuk melindungi dasar sungai disekitar krib tersebut terhadap gerusan, untuk lebih memperkuat krib tiang pancang, maka kepala tiang pancang dihubungkan dengan balok horizontal, baik memanjang, melintang atau diagonal. Tiang dapat dipancng berjajar secara beraturan atau secara sembarangan.

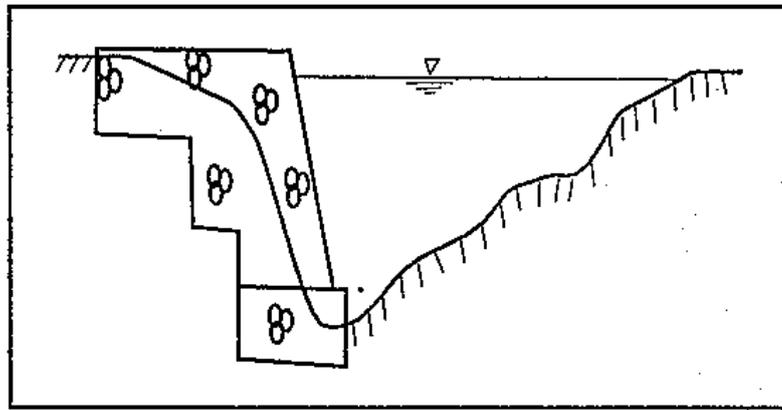


Gambar 2.11 Krib Tiang Pancang

## 2. Krib Rangka (*skelton spur*)

Krib Rangka adalah krib untuk sungai-sungai yang dasarnya terdiri dari lapisan batu atau kerikil yang sulit dipancang dan mempunyai kemampuan bertahan yang lebih besar terhadap arus sungai dibandingkan dengan krib tiang pancang.

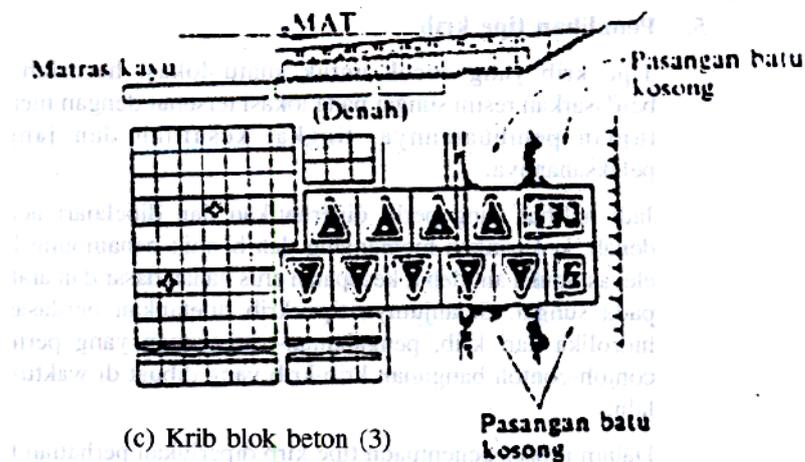
Balok kayu atau balok beton digunakan untuk bahan utama pembuatan krib rangka yang dihubungkan sehingga membentuk rangka piramid atau rangka balok yang diberati dengan bronjong kawat atau diisi batu dan bersifat semi permeabel.



Gambar 2.12 Krib Rangka

## 3. Krib Blok Beton

Krib blok beton mempunyai kekuatan yang baik dan awet serta sangat fleksibel dan umumnya dibangun pada bagian sungai yang arusnya deras. Bentuk dan denah krib serta berat masing-masing umum blok beton sangat bervariasi tergantung dari kondisi setempat antara lain dimensi serta kemiringan sungai dan penetapannya didasarkan pada contoh-contoh yang sudah ada pada krib sejenis yang pernah dibangun.



Gambar 2.13 Krib Blok Beton

### 2.4.3 Konsep Perencanaan Krib

Menurut Suryo Sosrodarsono dan Masateru Tominaga (1994), Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan krib yaitu :

1. Permukaan air sungai normal harus dinaikkan dengan krib yang panjang dengan memperhatikan biaya pelaksanaan dan pemeliharannya untuk mengurangi turbulensi aliran sungai yang lebar.
2. Panjang krib harus diperhitungkan terhadap timbulnya pukulan air pada tebing sungai disebaliknya untuk melindungi tebing sungai terhadap pukulan air
3. Perlu diperoleh data mengenai pengalaman pembuatan krib pada sungai, kemudahan pelaksanaannya dan besarnya pembiayaan.

### 2.4.4 Metode Perhitungan

Pada perencanaan krib menggunakan tipe krib tiang pancang dengan memperhitungkan kedalaman pemancangan tiang pancang yang akan dipancangkan, daya dukung tiang pancang dan penulangan pada pile cap krib tiang pancang.

## 2.5 Perencanaan Tangga

### 2.5.1 Definisi Tangga

Tangga adalah sebuah konstruksi yang dirancang untuk menghubungkan dua tingkat vertikal yang memiliki jarak satu sama lain. Konstruksi tangga pada perencanaan bangunan bertingkat seperti pada rumah atau bangunan umum perlu dirancang senyaman mungkin. Dalam perencanaan tangga memiliki sudut tangga yang ideal  $\pm 40^\circ$  karena pada waktu menggunakan tangga tidak terasa lelah pada saat arah naik dan tidak berbahaya pada saat arah turun dari tangga. (Francis D.K Ching, 2008)

Tangga terdiri dari anak tangga dan pelat tangga. Anak tangga terbagi menjadi 2 bagian yaitu :

1. Antrede, yaitu dari anak tangga dan pelat tangga bidang horizontal yang merupakan bidang pijak telapak kaki
2. Optrede, yaitu selisih tinggi antara dua buah anak tangga yang berurut

Ketentuan-ketentuan konstruksi antrede dan optrede, antara lain :

1. Untuk bangunan rumah tinggal :
  - a. Antrede = 25 cm (minimum)
  - b. Optrede = 20 cm (maksimum)
2. Untuk perkantoran dan lain-lain :
  - a. Antrede = 25 cm
  - b. Optrede = 17 cm
3. Syarat ideal 1 anak tangga :  
 **$2 \text{ optrede} + 1 \text{ antrede} = 57 - 70 \text{ cm}$**
4. Lebar tangga untuk :
  - a. Tempat umum  $\geq 120 \text{ cm}$
  - b. Tempat tinggal = 80 cm – 100 cm

Lebar efektif tangga dapat dilihat pada tabel 2.5

**Tabel 2.5 Lebar Efektif Tangga**

NO	Digunakan	Lebar Efektif
1	1 Orang	± 65
2	1 Orang + Anak	± 100
3	1 Orang + Bagasi	± 85
4	2 Orang	120 @130
5	3 Orang	180 @190
6	>3 Orang	>190

### 2.5.2 Langkah-langkah pada perencanaan tangga

1. Perencanaan tangga, antara lain :
  - a. Penentuan ukuran antrede dan optrede
  - b. Penentuan jumlah antrede dan optrede
  - c. Panjang tangga = jumlah optrede x lebar antrede
  - d. Sudut kemiringan tangga = tg (tinggi tangga : panjang tangga)
  - e. Penentuan tebal pelat
  
2. Penentuan pembebanan pada anak tangga
  - a. Beban mati
    - Berat sendiri bordes
    - Berat anak tangga

Berat satu anak tangga (Q) dalam per m

$$Q = \text{antrede} \times \text{optrede} \times 1\text{m} \times \gamma_{\text{beton}} \times \text{jumlah anak tangga}$$

dalam 1 m
  - b. Beban hidup
  
3. Perhitungan tangga menurut metode *Cross* untuk mencari gaya-gaya yang bekerja

4. Perhitungan tulangan tangga :
  - a. Penentuan momen yang bekerja
  - b. Penentuan tulangan yang diperlukan
  - c. Kontrol tulangan
  - d. Penentuan jarak (spasi) tulangan

## 2.6 Pengelolaan Proyek

Merencanakan, melaksanakan dan mengendalikan suatu proyek merupakan kegiatan yang relatif kompleks dan sulit dilakukan karena dituntut untuk memperhatikan berbagai aspek seperti waktu, biaya, sumber daya, perkembangan pencapaian tujuan dan masih banyak lagi. Proyek berbeda dengan yang dilakukan sehari-hari karena tujuan proyek adalah tertentu, bukan peristiwa rutin. Karena tidak rutin, proyek memerlukan perencanaan, pelaksanaan dan pemanfaatan untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan secara efektif dan efisien. Dengan demikian penyelesaian proyek dapat tepat waktu, pelaksanaan proyek membutuhkan dana yang tidak terlalu besar dari yang sudah direncanakan dan dapat menggunakan sumber daya seefisien mungkin.

Langkah-langkah pengelolaan proyek :

- a. Merencanakan anggaran biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek yang disesuaikan dengan rencana kerja dan syarat-syarat
  - RKS (Rencana Kerja dan Syarat-syarat) (Tubagus Haedar Ali, 1995)  
RKS, Rencana Kerja dan Syarat-syarat merupakan ketentuan dan informasi yang diperlukan terutama yang tidak dapat dijelaskan dengan gambar-gambar yang harus dipenuhi oleh para kontraktor pada saat mengikuti pelelangan maupun pada saat melaksanakan pekerjaan yang akan dilakukan.
  - Rencana Anggaran Biaya (Tubagus Haedar Ali, 1995)  
Rencana Anggaran Biaya merupakan perencanaan biaya untuk menentukan biaya yang diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan dan menyusun tata cara pelaksanaan teknik dan administrasi. Dengan demikian

RAB dapat memberikan gambaran mengenai besar biaya yang diperlukan dan pelaksanaannya.

b. Perencanaan penjadwalan proyek dengan menggunakan *Net Work Planning (NWP)* dan *Barchart* serta Kurva S

- *(NWP) Net Work Planning* (Tubagus Haedar Ali, 1995)

Dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi dibutuhkan suatu perencanaan waktu yang akan dibutuhkan untuk menyelesaikan tiap pekerjaan yang akan dilaksanakan. NWP merupakan sebuah alat manajemen yang dapat lebih luas dan lengkap dalam perencanaan dan pengawasan untuk pelaksanaan pekerjaan di lapangan agar kegiatan dapat selesai sesuai yang direncanakan.

- *Barchart* dan *Kurva S* (Tubagus Haedar Ali, 1995)

*Barchart* merupakan bentuk diagram batang yang bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan yang terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan bobot pekerjaan yang perlu dicapai.

*Kurva S* dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dari awal hingga akhir yang merupakan persentase dimana diperoleh dari perbandingan antara harga atau nilai suatu pekerjaan dengan harga total keseluruhan pekerjaan.