

**LAPORAN PENELITIAN**

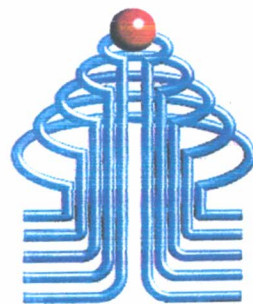
**TINJAUAN ANALISA PRESTRESS GROUND ANCHOR**

**PADA PROYEK THE AMBASSADOR MALL AND**

**APARTMENT KUNINGAN-JAKARTA**

**Dikerjakan Oleh :**

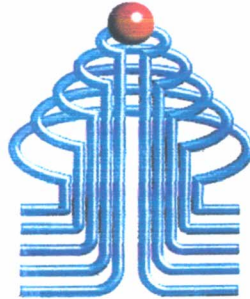
**Ir. Idrus M.Sc**  
**Staff Pengajar Jurusan Sipil ISTN**



**ISTN**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**  
**JAKARTA**  
**1997**

**LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN PENELITIAN**



**ISTN**

**TINJAUAN ANALISA PRESTRESS GROUND  
ANCHOR PADA PROYEK THE  
AMBASSADOR MALL AND APARTMENT  
KUNINGAN-JAKARTA**

**Dikerjakan Oleh:**

**Ir .Idrus M.Sc, (Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil)**

**Mengetahui :**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**



**Ir. Arimulyo Diah Utami, M.T**

**Program Studi Teknik Sipil  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jakarta 1997**

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim,*

Alhamdulillah, segala puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rakhmat dan Karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian ini dengan sebaik-baiknya.

Pembuatan Laporan Penelitian ini merupakan salah satu syarat akademis yang harus diselesaikan pada Fakultas Teknik Sipil – Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta.

Laporan Penelitian ini berjudul **“Tinjauan Analisa Prestress Ground Anchor Pada Proyek The Ambassador Mall And Apartment Kuningan-Jakarta”**.

Dalam menyusun laporan penelitian ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan – kekurangan, karena keterbatasan dan kemampuan yang ada. Walaupun demikian laporan penelitian ini telah dibuat dengan usaha semaksimal mungkin dengan dukungan dan bantuan yang diberikan dari berbagai pihak.

Penulis menyadari bahwa Laporan Penelitian ini masih kurang sempurna, oleh karena itu segala saran dan kritikan yang membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Akhir kata, mudah – mudahan laporan Penelitian ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi perkembangan ilmu Teknik Sipil.

Jakarta, 1997  
Penulis

(Ir. IDRUS M.Sc)

# TINJAUAN ANALISA PRESTRESS GROUND ANCHOR PADA PROYEK THE AMBASSADOR MALL AND APARTMENT KUNINGAN-JAKARTA

Ir. Idrus Msc.<sup>\*</sup>, Ferry Zulfikar<sup>\*\*</sup>

## ABSTRAK

Ground Anchor (Jangkar Tanah) adalah bagian struktur yang dimasukkan serta ditambatkan ke dalam tanah dan berguna untuk menahan gaya tarik. Dengan kemajuan teknologi saat ini telah digunakan batang baja bertegangan tinggi, baik untuk lapisan pasir, tanah berbutir halus maupun batuan.

### 1. Pendahuluan

Lahan yang semakin terbatas dan mahal terutama di kota-kota besar mendorong munculnya beberapa metode pelaksanaan pembangunan khususnya pekerjaan sub structure. Galian terbuka tidak memungkinkan lagi disebabkan oleh keterbatasan lahan dan untuk menghindari pemakaian strutting yang jelas akan sangat mengganggu pelaksanaan pekerjaan.

Salah satu metoda yang paling sering dipakai adalah pemakaian Sheet Pile sebagai penahan dinding galian tanah vertikal yang diperkuat dengan Ground Anchor. Seperti diketahui bahwa untuk galian dalam Sheet Pile tidak dapat berdiri sendiri sebagai suatu struktur kantilever. Beberapa kegagalan karena pemakaian Sheet Pile tanpa diperkuat dengan semestinya sudah sering kita lihat, yang berakibat rusaknya bangunan dan jalan raya di sekitar galian dalam.

Sistem pemasangan Ground Anchor dapat dilakukan secara langsung atau tidak langsung. Secara langsung berarti ditambatkan langsung pada massa tanah, sedangkan dengan cara tidak langsung berarti ditambatkan dahulu pada turap, tembok penahan tanah atau pada bangunan-bangunan lainnya.

### 2 Bagian-bagian Ground anchor

#### 2.1 Bond Length (Fixed Anchor Length)

Bond Length adalah bagian dari angkur yang terjepit yang terdiri dari :

1. Rangkaian sekelompok strands atau prestressing bar;
2. Centralizers;
3. Spreader rings;
4. HDPE Corrugated Sheath (untuk permanent anchor);
5. Grout Tube;
6. Cement grout.

#### 2.2 Free Length

Free length adalah bagian angkur yang terletak bebas yang terdiri dari :

1. Strands/ Bars + Greese (minyak gemuk);
2. HDPE smooth sheath dengan diameter dalam = diameter strand/bar;

---

\* Staf pengajar Jurusan Sipil ISTN, Jakarta 12640

\*\* Mahasiswa (S1) Jurusan Sipil ISTN, Jakarta 12640



3. Centralizers;
4. Grout Tube;
5. Inflatable Packer (optional);
6. Cement Grout (optional).

### 2.3 Anchor Head (Kepala Angkur)

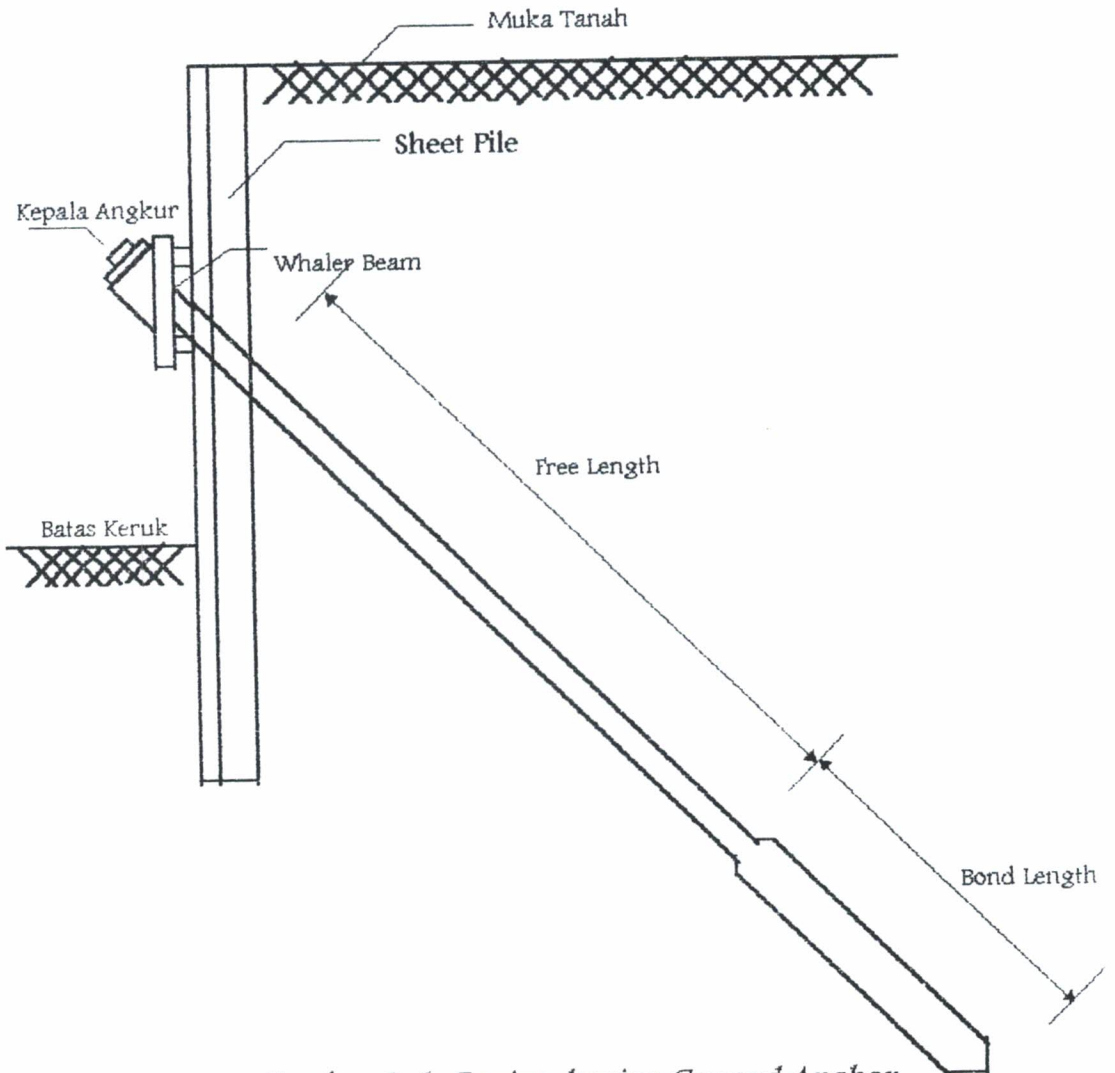
Anchor head (kepala ankur) adalah tempat pengikatan tendon yang terdiri dari :

1. Anchor Block + Plate;
2. Jaws.

### 2.4 Whaler Beam

Whaler beam adalah balok beton atau baja yang digunakan tempat kepala ankur, yang terdiri dari :

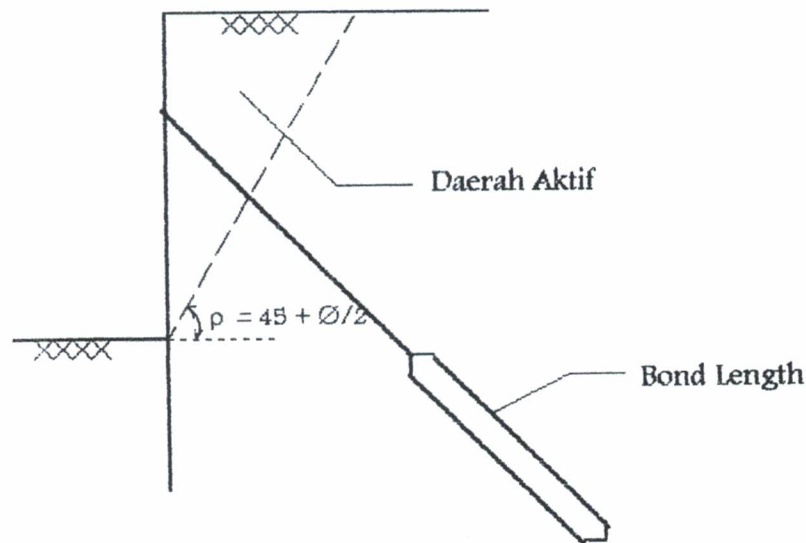
1. Balok baja atau beton yang menggabungkan ground anchor satu dengan lainnya;
2. Steel Bracket (Optional).



Gambar 2-1 Bagian-bagian Ground Anchor

### 3. Perencanaan Panjang Angkur

Sudahlah umum untuk menempatkan bagian angkur (*Bond Length*) di luar daerah tekanan aktif (lihat gambar 3-1) dengan sisa kabelnya tetap bebas (tetapi terlindung terhadap karat/korosi).



Gambar 3-1 Penempatan Angkur Di Luar Daerah Tekanan Tanah Aktif

Panjang ujung yang terjepit (*Bond Length*) dapat diperkirakan memakai persamaan 3-1, yaitu :

$$P_{ar} = \pi \cdot D \cdot \gamma \cdot d \cdot L \cdot K_a \cdot \tan \phi + C_a \cdot \pi \cdot D \cdot L \quad \dots \dots \dots (3 - 1)$$

dimana :

$P_{ar}$  = panjang Bond Length

$D$  = diameter angkur

$\gamma$  = berat isi tanah

$d$  = kedalaman rata-rata dari Bond Length

$L$  = panjang Bond Length

$K_a$  = koefisien tekanan tanah aktif

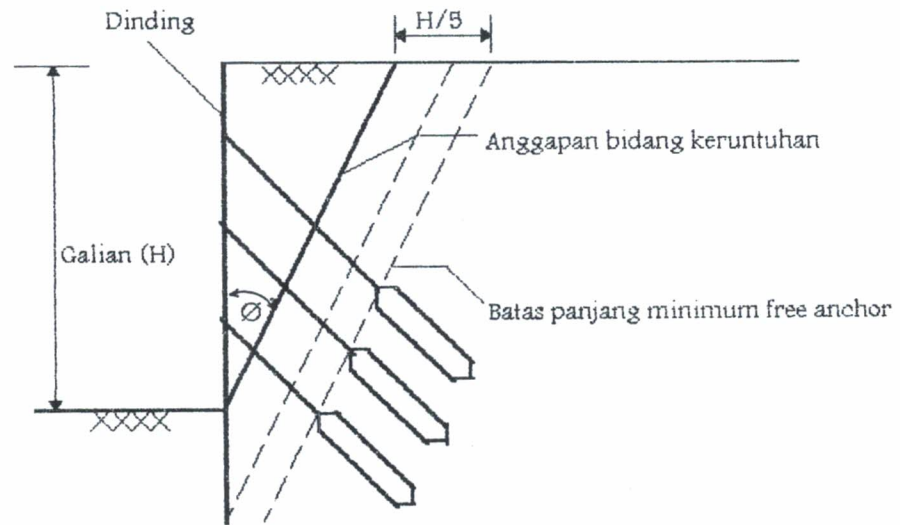
$\phi$  = sudut geser tanah

$C_a$  = perlekatan (adhesi) sebesar 0.7 sampai 0.9 C

#### 3.1 Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah Berangkur

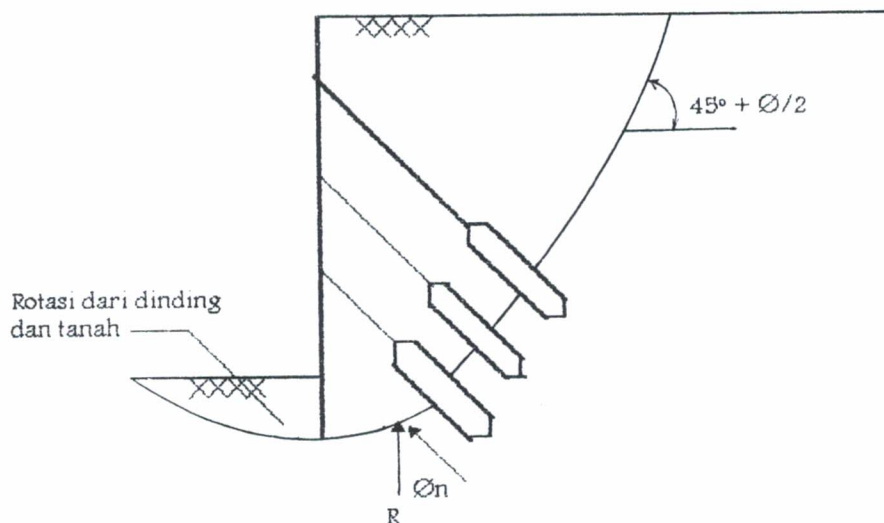
Dalam analisa ini, gaya yang bekerja adalah tekanan tanah lateral pada dinding berangkur. Gaya lateral ini harus diimbangi oleh gaya angkur dan berat dinding penahan. Akibat penggalian tanah, dinding penahan tanah cenderung akan bergeser ke muka jika tidak mampu menahan tekanan lateral. Untuk menarik dinding ke belakang digunakan angkur.

Anggapan pertama adalah bidang keruntuhan yang terjadi berbentuk garis lurus. Anggapan ini jarang digunakan karena kurang tepat.



*Gambar 3-2 Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah Berangkur dengan Bidang Keruntuhan lurus*

Anggapan kedua adalah bidang keruntuhan berbentuk bidang lengkung (lihat gambar 3-3). Bentuk ini lebih mendekati keadaan yang sebenarnya.



*Gambar 3-3 Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah Berangkur dengan Bidang Keruntuhan lengkung*

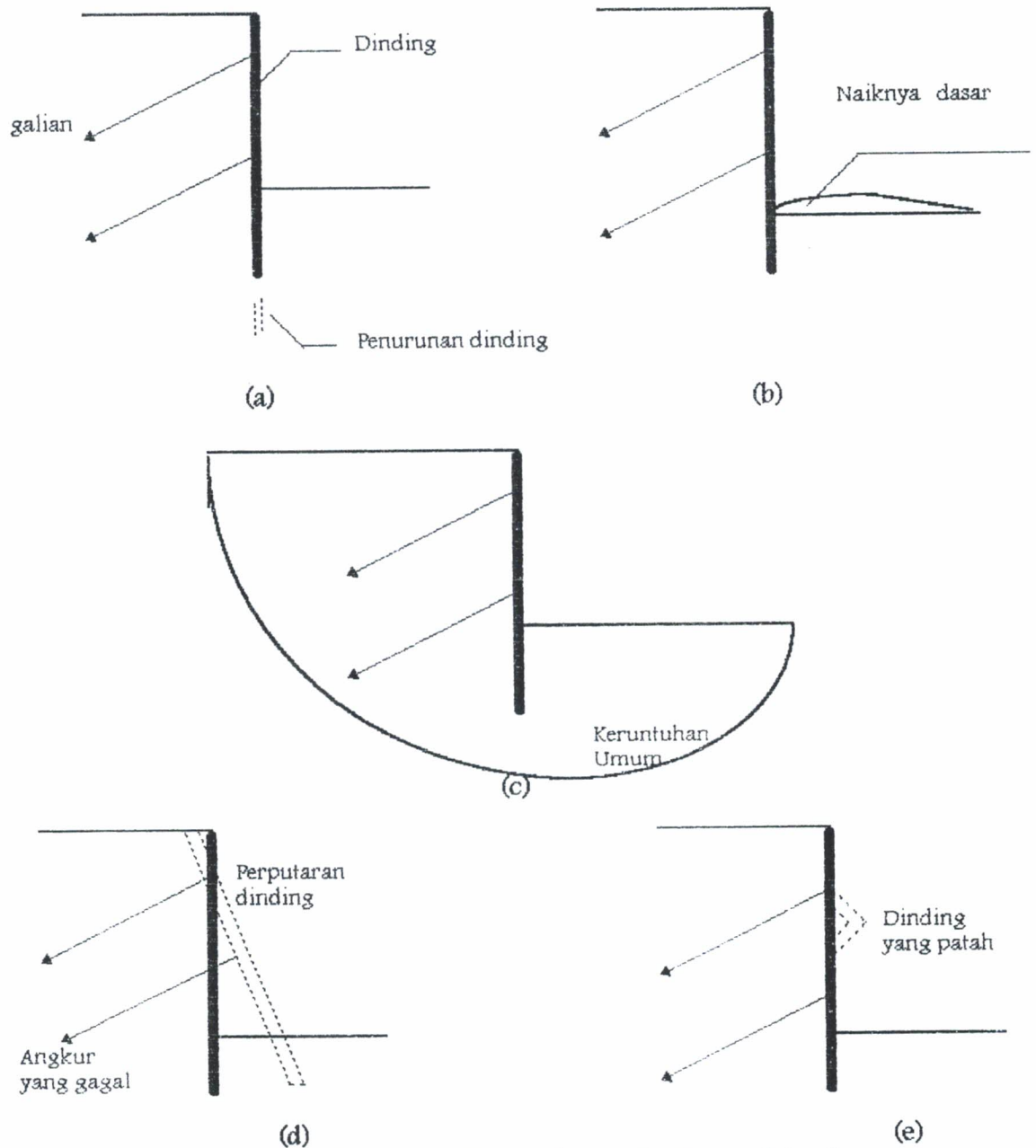
## 4. Beberapa Kegagalan Ground Anchor

### 4.1 Keruntuhan Dinding Penahan

Kegagalan ini dapat disebabkan oleh :

1. Kegagalan akibat penurunan dari dinding yang disertai pergerakan dalam arah horizontal pada titik angkur yang besarnya tergantung dari sudut pemasangan angkur, makin kecil sudutnya, makin stabil dinding angkur tersebut;

2. Kegagalan akibat naiknya dasar galian pada tanah lempung;  
Besarnya kenaikan tanah ini tergantung dari besarnya adhesi pada sisi dalam dan sisi luar dinding penahan, sudut pemasangan angkur dan dalam pemasangan dinding.
3. Kegagalan akibat kelongsoran tanah di belakang dinding penahan;
4. Kegagalan akibat gagalnya satu atau lebih angkur;  
Akibat gagalnya suatu angkur, akan terjadi redistribusi pada angkur sekitarnya sehingga akan menimbulkan pembebanan yang tidak merata. Jika ini terjadi, maka dinding penahan akan berotasi.
5. Kegagalan akibat dinding penahan patah;  
Patahnya dinding penahan tanah ini dapat disebabkan oleh kurang kakunya dinding tersebut atau akibat terlalu jauhnya jarak angkur. Lihat gambar 4-1



Gambar 4-1 Beberapa Kegagalan pada Ground Anchor



## 4.2 Keruntuhan Massa Tanah

Keruntuhan ini biasanya banyak terjadi pada rock anchor dimana angkur tidak dapat masuk cukup dalam pada batuan, sedang gaya yang bekerja cukup besar. Keruntuhan yang terjadi berbentuk kerucut.

## 4.3 Kegagalan Lekatan Tendon dengan Grout

Hal ini dapat dilihat secara mikroskopis. Permukaan baja yang berlubang kecil akan terisi grout sehingga terjadi suatu lekatan. Akibat pembebanan yang terjadi akan timbul suatu perlawanan terhadap gaya adhesi antara tendon dan grout.

## 4.4 Kegagalan Akibat Hancurnya Grout

Kehancuran pada grout dapat dilihat pada rock anchor, terutama pada batuan lunak dimana modulus elastis batuan, lebih kecil daripada modulus elastis batuan, sehingga menghasilkan deformasi lateral pada anchor yang cukup besar dalam menahan beban yang bekerja.

## 4.5 Kegagalan Lekatan Grout dengan Tanah

Keruntuhan tidak dapat ditetapkan dengan pasti apakah terjadi pada pertemuan grout dengan tanah atau pada tanah sekitar grout. Selain itu keadaan permukaan lubang angkur memungkinkan distribusi tegangan lekat (*Bond Stress*) yang tidak merata sehingga diadakan pendekatan-pendekatan untuk angkur yang ditempatkan dalam berbagai jenis tanah, yaitu batuan, tanah kohesif dan tanah berbutir kasar.

## 5. Pelaksanaan Ground Anchor

Dalam pelaksanaan pekerjaan angkur tanah, dibedakan menjadi dua yaitu Permanent dan Temporary. Batasan ini dilihat dari jangka waktu pemakaian angkur tanah tersebut, bersifat Permanent kalau untuk lebih dari 3 (tiga) titik dan Temporary kalau di bawah 3 (tiga) titik. Hal ini berhubungan dengan perlindungan terhadap karat yang mungkin dapat terjadi. Berikut ini akan dijelaskan mengenai metode pelaksanaan angkur Temporary sesuai yang penulis temui di lapangan.

### 5.1 Pembuatan Free Length dan Bond Length

Strand ditarik dari gulungan strand dengan menggunakan mesin penarik Strand dan melalui alat pembuka Strand, Strand akan terbuka menjadi 7 (tujuh) kawat yang terpisah. Strand yang sudah terbuka masuk ke dalam tabung gemuk dan seluruh permukaan kawat akan terselubung oleh gemuk secara merata, karena tabung gemuk akan selalu terisi penuh oleh gemuk dengan menggunakan pompa khusus. Setelah melalui tabung gemuk 7 (tujuh) kawat yang terpisah tersebut secara otomatis akan membentuk kembali sebagai kawat untaian (Strand) dan masuk ke dalam selubung pipa Polyethylene (PE) diameter 13.5/15.5 mm.

Setelah proses pemberian gemuk pada Strand sepanjang Free Length yang direncanakan selesai dikerjakan, alat penarik Strand dimatikan dan kedua ujung selubung PE diikat untuk mencegah keluarnya lelehan gemuk pada saat pengangkutan.

Tabung gemuk dibuka dan dilepaskan dari strand. Alat penarik Strand dihidupkan kembali sehingga Strand untuk bagian Bond Length bebas dari gemuk dan ditarik. Jika seluruh proses pembuatan bagian Free Length dan Bond Length selesai



dilaksanakan untuk 1 (satu) buah Tendon ankur maka pekerjaan perakitan dilakukan. Pada bagian Bond Length dari ankur dibuat bergelombang dengan memasang Spreader dan Clamp Ring berselang-seling untuk jarak 1 m. Pipa untuk memasukkan adukan semen (Grout Hose) umumnya dipasang di bagian tengah dan jika dibutuhkan dapat dipasang beberapa pipa pemasukan tambahan di luar Tendon ankur (pada proyek ini hanya menggunakan satu buah Grout Hose)

Tendon atau beberapa Strand dan Grout Hose seluruhnya dimasukkan ke dalam pipa PE bergelombang (Corrugated PE Pipe) sepanjang Strand tersebut. Pada ujung Tendon ankur dipasang tudung dari besi (End Cap) untuk melindungi ankur pada saat instalasi yang diikat menjadi satu kesatuan dengan Tendon ankur. Sambungan antara End Cap dan Corrugated PE Pipe, dan sambungan antara Corrugated PE Pipe ditutup dengan Shrink Hose. Pada luar ankur tanah, di bagian Bond Length dipasang Spacer yang berfungsi untuk menjaga terbentuknya selimut adukan semen yang cukup.

## 5.2 Pengeboran (Drilling)

Lubang ankur dibuat dengan menggunakan mesin Bor Rotary dengan diameter 200 mm dan bila diperlukan Casing dipasang untuk mencegah runtuhnya tanah dari dinding lubang bor ke dasar lubang (pada proyek ini pengeboran dilakukan tanpa menggunakan Casing berhubung kondisi tanah di lokasi cukup baik), kemiringan lubang bor sebesar  $45^\circ$  sepanjang 26 meter. Setelah pengeboran mencapai kedalaman yang direncanakan lubang dibersihkan dengan sistem sirkulasi air yaitu menyemprotkan air dari dasar lubang.

## 5.3 Pemasangan Tendon dan Grouting

Setelah lubang bersih, ankur yang sudah dipabrikasi terlebih dahulu diturunkan masuk ke dalam lubang secara manual (dengan menggunakan beberapa tenaga manusia untuk menurunkan ankur ke dalam lubang bor). Setelah itu adukan semen dimasukkan ke dalam lubang ankur dari bawah ke atas melalui pipa Grouting yang berada di luar Corrugated PE. Pipa grouting ditarik keluar dari lubang secara perlahan pada saat pengisian semen mortar secara bertahap.

## 5.4 Stressing (Penaarikan Tendon)

Letakkan Anchor Block pada posisinya. Letakkan Baji dan Jack pada posisinya. Tentukan titik tetap (Reference Point) di sekitar titik penaarikan untuk dapat memonitor pergerakan pelat tumpuan. Berikan tanda pada Strand di belakang Jack untuk dapat memonitor perpanjangan kabel dan Draw-in, untuk mengetahui perpanjangan kabel digunakan Dial Gauge. Untuk mengukur gaya yang ada dilakukan pengukuran gaya dengan sistem Lift-Off segera setelah penguncian (Lock-Off). Gaya yang diukur dengan sistem Lift-Off pada saat  $t = 0$  harus berada diantara 1.0 beban kerja sampai 1.15 beban kerja, kehilangan gaya yang diukur pada saat  $t = 48h$  harus tidak lebih besar dari 2% gaya yang diukur pada saat  $t = 0h$  Jika dibutuhkan pemeriksaan gaya dapat dilakukan untuk beberapa periode tertentu. Setelah penaarikan Strand selesai dilakukan, panjang penaarikan dilindungi untuk menghindari karat

## 6. Tinjauan Analisa

### 6.1 Data Lapangan

Dari hasil percobaan laboratorium yang dilakukan oleh pihak Konsultan Geoteknik, diperoleh data-data tanah sebagai berikut :

Tabel 6-1 Nilai Standard Penetration Test (SPT) pd Beberapa Kedalaman Tanah

D (m)	2	4	6	10	12	14	15	17	19	20	21	23	24	25	27	29	30	31	33
N	4	6	6	4	2	14	15	16	16	17	13	22	23	17	24	67	77	16	60

Catatan : Muka air tanah pada kedalaman 9.65 m.

Tabel 6-2 Perkiraan Korelasi Antara Angka SPT dgn Kekerasan Tanah Lempung

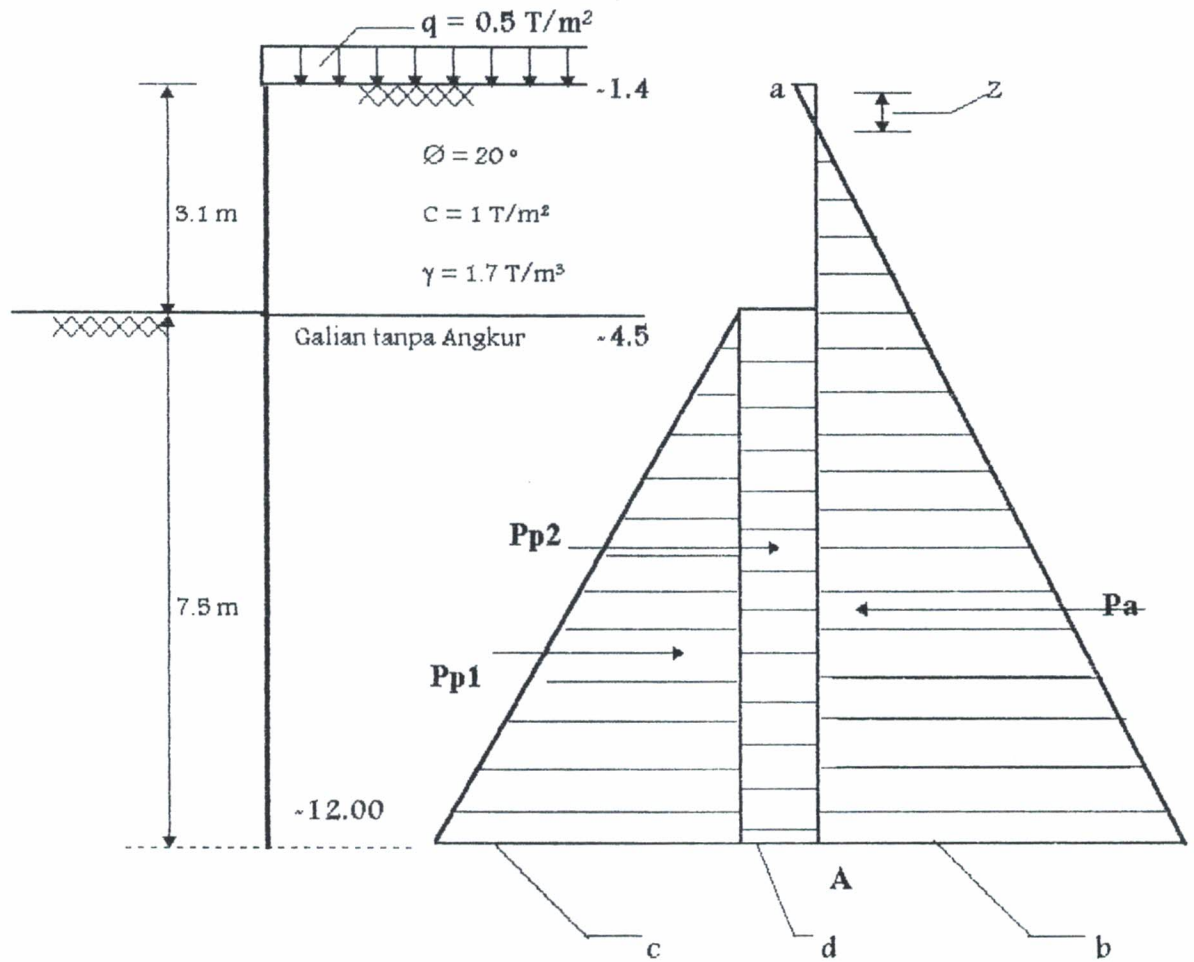
Angka Penetrasi Standar (N)	Kekerasan	Kekuatan Unconfined Compression, $q_u$ (Ton/ft <sup>2</sup> )
0	----- Sangat Lembek	0
2	----- Lembek	0.25
4	----- Agak Kaku	0.5
8	----- Kaku	1
16	----- Sangat Kaku	2
32	-----	4
> 32	Keras	> 4

Catatan : 1 Ton/ft<sup>2</sup> = 95.76 KN/m<sup>2</sup> = 9.576 Ton/m<sup>2</sup>

Tabel 6-3 Hubungan Antara Nilai SPT dengan Angka Kohesi (C) pada Tiap-tiap Kedalaman Tanah

Kedalaman (m)	Nilai SPT (N)	$q_u$ (Ton/m <sup>2</sup> )	$C = q_u/2$ (Ton/m <sup>2</sup> )
2	4	4.8	2.4
4	6	7.2	3.6
6	6	7.2	3.6
10	4	4.8	2.4
12	2	2.4	1.2
14	14	16.8	8.4
15	15	18.0	9.0
17	16	19.2	9.6
19	16	19.2	9.6
20	17	20.4	10.2
21	13	15.6	7.8
23	22	26.4	13.2
24	23	27.6	13.8
25	17	20.4	10.2
27	24	28.8	14.4
29	67	> 43.2	> 21.6
30	77	> 43.2	> 21.6
31	16	19.2	9.6
32	60	> 43.2	> 21.6

## 6.2 Kontrol Keamanan Sheet Pile pada Galian tanpa Angkur



Gambar 6-1 Diagram Tegangan Tanah pada Sheet Pile dengan Galian tanpa Angkur



$$\begin{aligned} K_a &= \operatorname{tg}^2 (45 - \phi/2) \\ &= \operatorname{tg}^2 (45 - 20/2) \\ &= 0.490 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_p &= \operatorname{tg}^2 (45 + \phi/2) \\ &= \operatorname{tg}^2 (45 + 20/2) \\ &= 2.040 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= (q \times K_a) - (2 \cdot C \cdot \sqrt{K_a}) \\ &= (0.5 \times 0.490) - (2 \times 1 \times \sqrt{0.490}) \\ &= -1.155 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= (\gamma \cdot h \cdot K_a) - 1.155 \\ &= (1.7 \times 10.6 \times 0.490) - 1.155 \\ &= 7.675 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \gamma \cdot h \cdot K_p \\ &= 1.7 \times 7.5 \times 2.040 \\ &= 26.010 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= 2 \cdot C \cdot \sqrt{K_p} \\ &= 2 \times 1 \times \sqrt{2.040} = 2.857 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$1.155/Z = 7.675/(10.6 - Z)$$

$$0.150 = Z/(10.6 - Z)$$

$$1.590 - 0.15Z = Z$$

$$1.590 = 1.15Z$$

$$Z = 1.383 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} P_a &= 0.5 \times 7.675 \times (10.6 - 1.383) \\ &= 35.370 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{p1} &= 0.5 \times 26.010 \times 7.5 \\ &= 97.538 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{p2} &= 2.857 \times 7.5 \\ &= 21.428 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Momen guling :

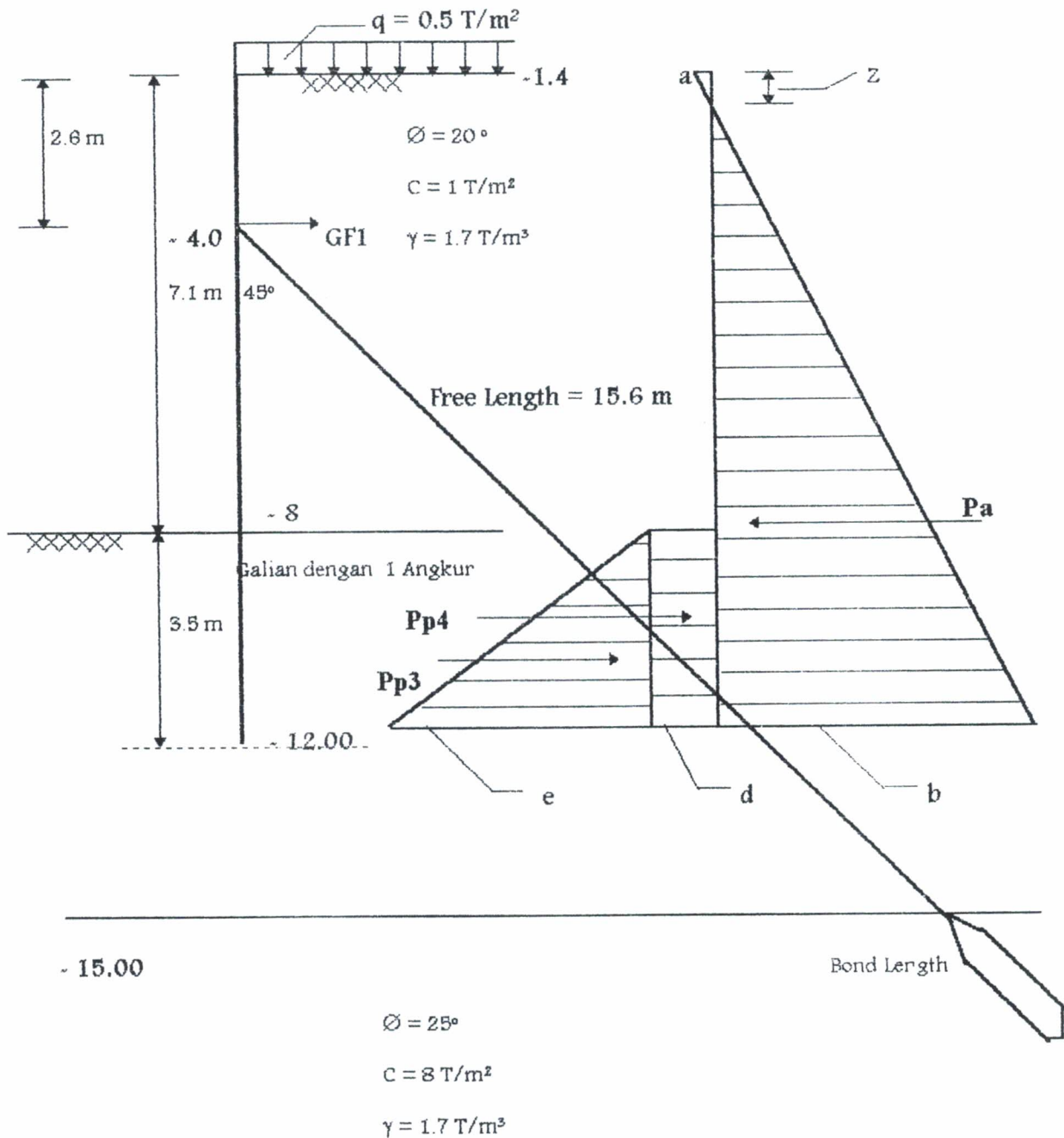
$$\begin{aligned} \Sigma MA &= 1/3 \times (10.6 - 1.383) \times 35.370 \\ &= 108.668 \text{ Ton m} \end{aligned}$$

Momen Tahan :

$$\begin{aligned} \Sigma MA &= [97.538 \times 7.5/3] + [21.428 \times 7.5/2] \\ &= 324.200 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SF &= \text{Momen Tahan} / \text{Momen Guling} \\ &= 324.200/108.668 \\ &= 2.983 > 2 \dots\dots\dots \text{Aman} \end{aligned}$$

### 6.3 Perhitungan Tekanan Tanah pada Sheet Pile dgn Satu Angkur



Gambar 6-2 Diagram Tekanan Tanah pada Sheet Pile dengan Satu Angkur

$$\begin{aligned}
 e &= \gamma \cdot h \cdot K_p \\
 &= 1.7 \times 3.5 \times 2.040 \\
 &= 12.138 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

Angkur dipasang setiap jarak 2 (dua) meter arah horizontal :

$$\text{Pa} = 2 \times 35.370$$

$$= 70.740 \text{ Ton}$$

$$\text{Pp3} = 2 \times 0.5 \times 12.138 \times 3.5$$

$$= 42.483 \text{ Ton}$$

$$Pp4 = 2 \times 2.857 \times 3.5 = 19.999 \text{ Ton}$$

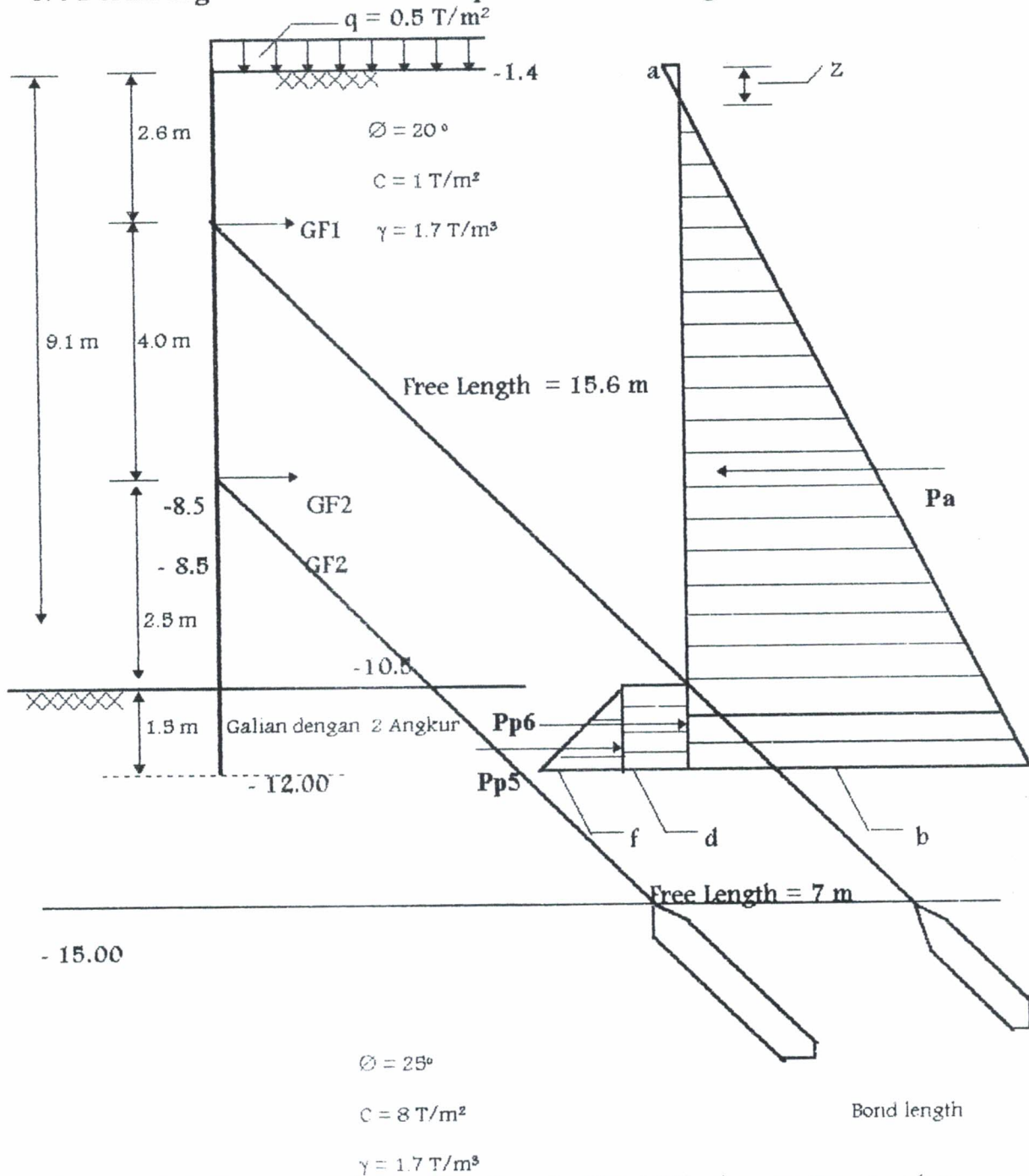
$$\Sigma H = 0$$

$$Pp3 + Pp4 - Pa + GF1 = 0$$

$$42.483 + 19.999 - 70.740 + GF1 = 0$$

$$GF1 = 8.258 \text{ Ton}$$

**6.4 Perhitungan Tekanan Tanah pada Sheet Pile dgn Dua Angkur**



Gambar 6-3 Diagram Tekanan Tanah pada Sheet Pile dengan Dua Angkur  
 $f = \gamma \cdot h \cdot Kp$





$$P_{ar} = D \cdot L \cdot \pi \cdot (\gamma \cdot d \cdot 2 \cdot K \cdot \tan \phi + C_a)$$

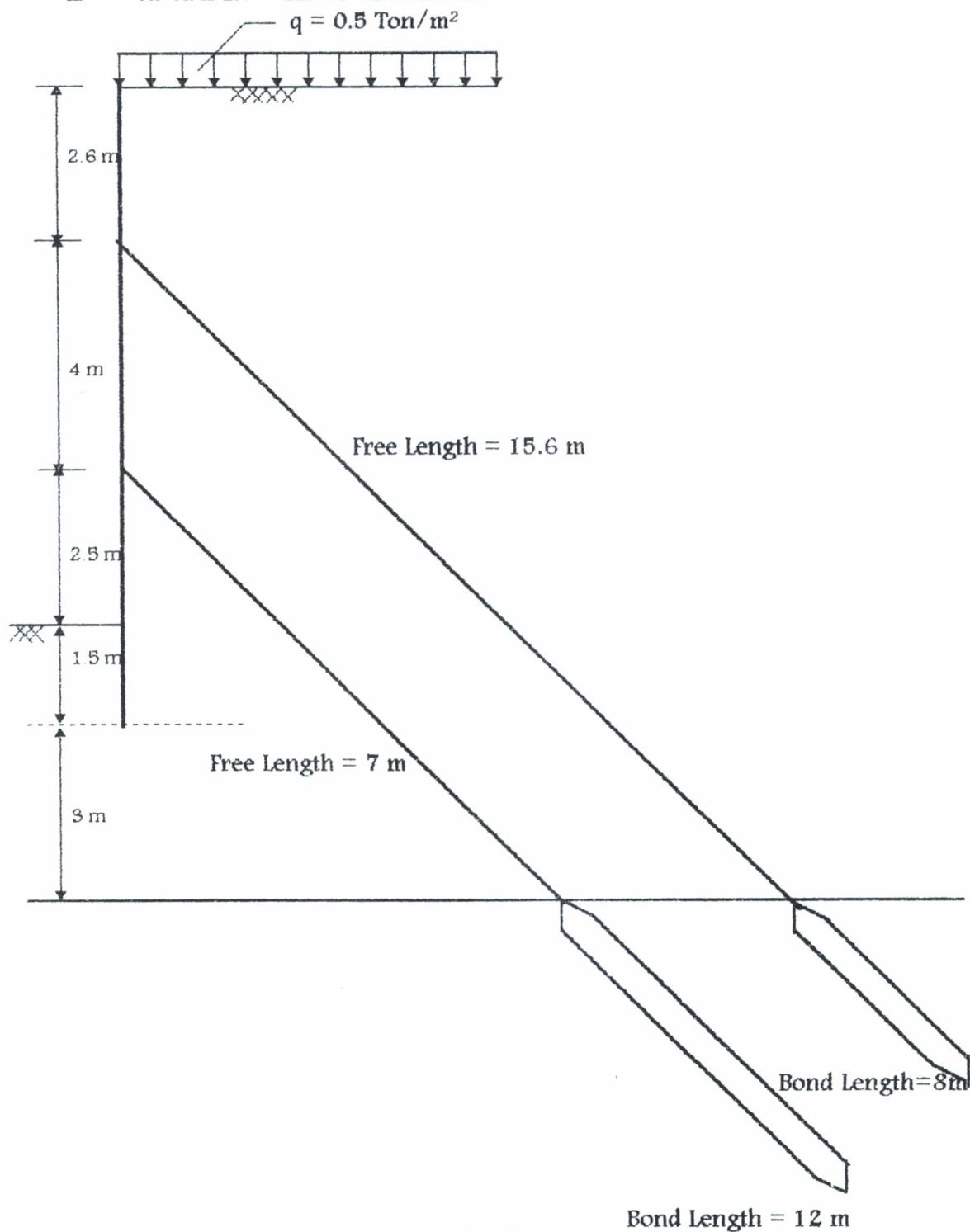
$$L = P_{ar} / D \cdot \pi \cdot (\gamma \cdot d \cdot 2 \cdot K \cdot \tan \phi + C_a)$$

$$L = 46.883 / [0.2 \times \pi \times (1.7 \times 16 \times 0.406 \times \tan 25 + 5.6)]$$

$$L = 6.941 \text{ meter}$$

Ambil Safety Factor = 1.7


$$L = 6.941 \times 1.7 = 11.799 \cong 12 \text{ meter}$$




Gambar 6-4 Hasil Perhitungan Ground Anchor

## 6.8 Tinjauan Perhitungan yang Dilakukan Konsultan Perencana

Parameter tanah yang dianjurkan oleh pihak Konsultan Geoteknik adalah sebagai berikut :

▽ 0.00 MT 

$$\begin{aligned}\phi &= 20^\circ \\ C &= 0.1 \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &= 1.7 \text{ tonf/m}^3\end{aligned}$$

▽ 15.00 m - MT 

$$\begin{aligned}\phi &= 25^\circ \\ C &= 0.8 \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &= 1.7 \text{ tonf/m}^3\end{aligned}$$

Perhitungan Konstruksi Ground Anchor yang dilakukan oleh pihak Konsultan Perencana adalah sebagai berikut :

- Jarak anchor dalam arah vertikal adalah 4 (empat) meter, masing-masing dipasang pada posisi -4 m dan -8 m (2 layer).
- Jarak anchor dalam arah horizontal adalah 2 (dua) meter.
- Panjang anchor atas :
  - Free Length : 17.00 m
  - Bond Length : 9.00 m
  - Total Length : 26.00 m
  - Jumlah Strand : 5 buah
- Panjang anchor bawah :
  - Free Length : 12.00 m
  - Bond Length : 14.00 m
  - Total Length : 26.00 m
  - Jumlah Strand : 7 buah
- Diameter anchor 20 cm.
- Kemiringan  $45^\circ$
- Type Ground Anchor : Temporary Ground Anchor
- PC Strand diameter 1/2 inchi, ASTM A16 Grade 270.
- Angkur type 7K13.
- Gaya yang bekerja pada Angkur atas = 52.24 Ton.
- Gaya yang bekerja pada Angkur bawah = 74.47 Ton.

## 6.9 Perhitungan Angkur Atas

$$\text{Dari persamaan 2-15 : } P_{ar} = \pi \cdot D \cdot \gamma \cdot d_2 \cdot L \cdot K \cdot \tan \phi + C_a \cdot \pi \cdot D \cdot L$$

dimana :

- $P_{ar}$  = besar gaya yang bekerja = 52.24 Ton
- $D$  = 0.2 meter
- $\gamma$  = 1.7 Ton/m<sup>3</sup>
- $d_2$  = kedalaman rata-rata Bond Length =  $(21.5 \times \sin 45) + 2.6 = 17.803$  meter
- $L$  = panjang Bond Length = 9 meter
- $K$  = Koefisien tekanan tanah aktif =  $\tan^2(45 - 25/2) = 0.406$
- $\phi$  =  $25^\circ$
- $C_a$  = perlekatan (adhesi) = 0.7C

maka :

$$\text{Par} \times \text{SF} = \pi \cdot D \cdot \gamma \cdot d2 \cdot L \cdot K \cdot \tan \varnothing + C_a \cdot \pi \cdot D \cdot L$$

$$52.24 \times \text{SF} = (\pi \times 0.2 \times 1.7 \times 17.803 \times 9 \times 0.406 \times \tan 25^\circ) + (0.7 \times 8 \times \pi \times 0.2 \times 9)$$

$$52.24 \times \text{SF} = 32.401 + 31.667$$

$$\text{SF} = 1.2$$

### 6.10 Perhitungan Angkur Bawah

$$\text{Dari persamaan 2-15 : Par} = \pi \cdot D \cdot \gamma \cdot d2 \cdot L \cdot K \cdot \tan \varnothing + C_a \cdot \pi \cdot D \cdot L$$

dimana :

$$\text{Par} = \text{besar gaya yang bekerja} = 103.521 \text{ Ton}$$

$$D = 0.2 \text{ meter}$$

$$\gamma = 1.7 \text{ Ton/m}^3$$

$$d2 = \text{kedalaman rata-rata Bond Length} = (19 \times \sin 45^\circ) + 6.6 = 20.035 \text{ meter}$$

$$L = \text{panjang Bond Length} = 14 \text{ meter}$$

$$K = \text{Koefisien tekanan tanah aktif} = \tan^2(45^\circ - 25^\circ/2) = 0.406$$

$$\varnothing = 25^\circ$$

$$C_a = \text{perlekatan (adhesi)} = 0.7C$$

maka :

$$\text{Par} \times \text{SF} = \pi \cdot D \cdot \gamma \cdot d2 \cdot L \cdot K \cdot \tan \varnothing + C_a \cdot \pi \cdot D \cdot L$$

$$74.47 \times \text{SF} = (\pi \times 0.2 \times 1.7 \times 20.035 \times 14 \times 0.406 \times \tan 25^\circ) + (0.7 \times 8 \times \pi \times 0.2 \times 14)$$

$$74.47 \times \text{SF} = 56.721 + 49.260$$

$$\text{SF} = 1.4$$

### 7. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 7-1 Hasil Analisa Penulis dan Konsultan Perencana

PARAMETER TANAH DAN HASIL DISAIN GROUND ANCHOR	PENULIS		KONSULTAN PERENCANA	
	Atas	Bawah	Atas	Bawah
C (Ton/m <sup>2</sup> )	8	8	8	8
$\varnothing$	25°	25°	25°	25°
D (m)	0.2	0.2	0.2	0.2
Bond Length (m)	8	12	9	14
Free Length (m)	15.6	7	17	12
Elevasi Bond Length (m)	15	15	16	16.5
Safety Factor	1.7	1.7	1.2	1.4
Gaya yang Bekerja (Ton)	30	46.88	52.24	74.47

1. Dari data di atas dapat dilihat bahwa hasil perhitungan sangat ditentukan oleh parameter tanah yaitu nilai  $\varnothing$  dan C, untuk itu peranan pengalaman sangat mendukung di dalam mengambil keputusan (Judgement Engineering) dalam penentuan parameter tanah dari hasil penyelidikan tanah yang tersedia.

2. Dari hasil analisa yang dilakukan penulis dengan parameter tanah  $C = 8$  Ton/m<sup>2</sup>,  $\phi = 25^\circ$ , diameter ankur = 0.2 meter diperoleh penghematan panjang Free Length dan Bond Length sebesar 8.97 % dan 12.5 % untuk ankur bagian atas dan 71.43 % dan 16.67 % untuk ankur bagian bawah.
3. Penempatan Bond Length terletak pada kedalaman tanah 15 sampai dengan 27 meter, dari data tanah yang ada hal ini menunjukkan bahwa kondisi tanah tersebut tergolong *kaku* sampai dengan *sangat kaku*, berarti posisi Bond Length cukup baik sesuai dengan teori yang dianjurkan.
4. Metode Ground Anchor merupakan salah satu cara dalam menjaga stabilitas suatu dinding penahan tanah, dalam hal ini hampir semua tekanan tanah yang bekerja pada dinding dianggap dipikul oleh ankur.
5. Bagian ankur yang terjepit (Bond Length) harus terletak di luar bidang longsor dan pada kondisi tanah yang stabil.
6. Angka keamanan yang diberikan dalam mendisain Ground Anchor harus cukup diperhatikan.
7. Penggunaan ankur harus terlepas dari bahaya korosi yang hanya akan melemahkan fungsi ankur.
8. Informasi berupa hasil penyelidikan tanah pada area dimana Ground Anchor akan dipasang harus tersedia untuk perencanaan Ground Anchor tersebut.
9. Pelaksanaan pekerjaan Ground Anchor harus mengikuti metoda pelaksanaan yang tepat untuk masing-masing jenis Ground Anchor tersebut, untuk itu pengawasan pelaksanaan pekerjaan oleh Engineer yang berpengalaman sangat diperlukan untuk menghindari kegagalan.
10. Berbagai tahap pengujian Ground Anchor perlu dilakukan untuk memberikan hasil yang diinginkan sesuai dengan rencana.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Anderson, W.F. "Overall Stability of Anchored Retaining Walls", *Journal of Geotechnical Engineering ASCE*, Vol 109, September 1983.
2. B. Rivai Siregar Ir, "Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Angkur Tanah (Ground Anchor)", *Kursus Singkat Desain Pondasi Dalam dan Dinding Penahan Tanah*, Jakarta 23 - 25 Agustus 1994.
3. Braja M. Das, "Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)", Jilid 2, Edisi Pertama, Terjemahan Penerbit PT. Erlangga 1994.
4. Budi Susilo Soepandji Dr. Ir, "Perencanaan Beton Prategang pada Ground Anchor", *Kursus Singkat Aplikasi Beton Prategang pada Konstruksi Bangunan Sipil*, Jakarta 24-26 Oktober 1995.
5. Hendro Yassin Dr. Ir, "Aplikasi Beton Prategang pada Sistem Perkuatan Galian Dalam", *Seminar Nasional Perkembangan Rekayasa Sipil dan Perencanaan Di Indonesia Menuju Abad XXII*, Universitas Trisakti 23 November 1995.
6. Joseph E. Bowles, "Analisa dan Desain Pondasi", Jilid 2, Edisi Keempat, Terjemahan Penerbit Erlangga 1993.
7. PT. Freyssinet Total Technology, "Surat Penawaran Pekerjaan Ground Anchor Proyek The Ambassador Mall and Apartment Kuningan-Jakarta", 18 April 1996.
8. PT. Freyssinet Total Technology, "Shop Drawing Pekerjaan Ground Anchor Proyek The Ambassador Mall and Apartment Kuningan-Jakarta", 1996.
9. PT. Solefound Sakti, "Laporan Penyelidikan Tanah Proyek The Ambassador Mall and Apartment Kuningan- Jakarta", 26 April 1994.