



## Pengenalan kepada Kerja Asas dan Cerucuk untuk Projek Bangunan

Oleh:

Ir. Mohamed Bin Daud,  
Jurutera Jajahan JKR Pasir Puteh, Kelantan  
(Nota Kursus In-House Training Kepada Juruteknik JKR)

### 1. Pengenalan

- \* Asas (foundation) adalah bahagian yang terpenting dalam struktur sesebuah bangunan.
- \* Kegagalan asas akan menyebabkan pemendapan bangunan dan akan menjejaskan struktur lain serta perkhidmatan dalaman (paip, kabel, dll.)
- \* Adalah penting bagi pihak kontraktor memahami sedikit teori dan cara praktikal dalam pembinaan asas bangunan.

### 2. Jenis-Jenis Asas

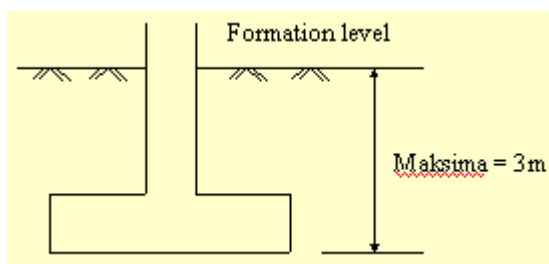
Rekabentuk jenis asas bangunan adalah bergantung kepada kekuatan/keupayaan galas tanah. Terdapat 2 kategori utama, iaitu:

- a. Asas cetek (shallow foundation)
- b. Asas dalam (deep foundation)

#### A. Asas Cetek

Terdapat 4 jenis asas cetek:

- \* Penapak konkrit tetulang (*pad footing*)
- \* Penapak jalur (*strip footing*)
- \* Penapak rakit (*raft footing*)
- \* Penapak konkrit bercantum (*combined footing*)



#### Perkara-perkara Penting Yang Perlu Diberi Perhatian

- Jika terdapat tanah lembut pada kedalaman melebihi 3m, asas cetek adalah tidak praktikal kerana akan melibatkan penggalian yang terlalu dalam.
- Saiz dan jenis penapak adalah bergantung kepada beban tiang dan keupayaan alas tanah.
- Asas cetek sesuai untuk tanah keras dengan nilai SPT, N melebihi 5.
- Asas penapak konkrit tetulang dan penapak jalur tidak boleh dibina di atas tanah tambun.
- Penapak konkrit tidak disyorkan bagi kawasan potong dan tambun (cut and fill areas). Ini adalah untuk mengelakkan masalah pemendapan berlainan (differential settlement)
- Penapak konkrit juga tidak disyorkan pada atau dekat cerun.

- Proba JKR perlu dijalankan pada setiap kedudukan tiang sebelum pembinaan dijalankan dan hendaklah mencapai sekurang-kurangnya bilangan pukulan/hentaman yang dikehendaki untuk mencapai keupayaan galas yang dibenarkan.
- Lubang-lubang yang dikorek tidak boleh dibiarkan terdedah terlalu lama. Kerja konkrit perlu dijalankan dengan seberapa segera.

#### B. ASAS DALAM

Asas dalam (cerucuk) digunakan bila tanah bawah tidak sesuai untuk menanggung beban disebabkan:

- \* Keupayaan galas tanah yang rendah.
- \* Mendapan yang berlebihan.
- \* Keadaan aras air bawah tanah yang tidak menentu
- \* Beban mengufuk.

### 3. REKABENTUK

Cerucuk direkabentuk sebagai:

- a. cerucuk tanggung hujung
- b. cerucuk geseran badan
- c. gabungan tanggung hujung dan geseran badan.

#### A. Cerucuk Tanggung Hujung

- \* kebanyakan beban ditanggung oleh bahagian hujung cerucuk
- \* kebiasaannya menggunakan cerucuk konkrit kelas 1
- \* ditanam sehingga mencapai SET
- \* ujian beban biasa dilakukan
  - Satu minggu selepas cerucuk ditanam untuk kawasan tanah berpasir
  - Dua minggu selepas cerucuk ditanam untuk kawasan tanah liat.

#### B. Cerucuk Geseran Badan

- \* sebahagian besar beban ditanggung oleh badan cerucuk.
- \* ditanam pada kedalaman yang direkabentuk
- \* ujian beban selepas empat minggu cerucuk ditanam

#### C. Gabungan Tanggung Hujung Dan Geseran Badan

- \* sebahagian beban ditanggung oleh hujung dan sebahagian oleh badan.
- \* ditanam sehingga set atau sedalam rekabentuk.
- \* ujian beban biasa dilakukan.
  - dua minggu selepas cerucuk ditanam jika ditanam sehingga SET
  - empat minggu selepas cerucuk ditanam jika tidak SET

### 4. JENIS-JENIS CERUCUK DAN KEGUNAANNYA

- a. Cerucuk Bakau.
- b. Cerucuk Kayu Berubat
- c. Cerucuk Konkrit Tetulang (RC Piles)
- d. Cerucuk Konkrit Spun
- e. Cerucuk Keluli H (Steel H-Pile)
- f. Cerucuk Mikro
- g. Cerucuk Gerek (Bored Piles)

a. Cerucuk Bakau

- \* Tidak boleh digunakan lagi dalam projek JKR.
- \* Saiz 75mm dia. Hingga 100mm dia.
- \* Keupayaan galas 5 kN – 10 kN (0.5 tan – 1 tan)
- \* Beban maksima 10 kN (1 tan)
- \* Jarak minima adalah 300mm

b. Cerucuk Kayu Berubat

- \* Digunakan bila cerucuk bakau tidak sesuai
- \* Tidak begitu ekonomi di kawasan tanah lembut
- \* Satu sambungan dibenarkan
- \* Sebagai cerucuk tanggung hujung atau geseran badan
- \* saiz-saiz biasa: 125x125mm dan 150x150mm
- \* Beban galas maksima diantara 120 kN hingga 150kN (12 tan – 15 tan)
- \* Cerucuk konkrit yang sama saiz adalah lebih ekonomi

c. Cerucuk Konkrit Tetulang

- \* Bila cerucuk bakau dan cerucuk kayu berubat tidak sesuai digunakan
- \* Cerucuk yang banyak digunakan dan sesuai untuk kebanyakan tapak
- \* Tidak sesuai di tempat-tempat berikut :
  - Kawasan batu kapur – K.Lumpur, Ipoh Perlis dan Gua Musang.
  - Kawasan lembut dan mempunyai lapisan-lapisan pasir.
- \* Saiz diantara 150mm x 150mm hingga 400mm x 400mm.
- \* Beban galas struktur maksima sehingga 1450 KN (145 tan)
- \* Kelas 1, Konkrit Gred 40 untuk tanah yang keras Kelas 2, Konkrit Gred 25 untuk tanah yang lembut.
- \* Cerucuk komersial.

d. Cerucuk Konkrit Spun (Spun Piles)

- \* Sesuai untuk semua keadaan tapak
- \* Gred konkrit yang lebih tinggi (Gred 60 hingga 80)
- \* Saiz diantara 250mm dia. hingga 1000mm dia.
- \* Beban galas struktur yang lebih tinggi 400 kN hingga 4000kN
- \* Kekurangan jika dibandingkan dengan cerucuk konkrit tetulang.
- \* Kurang luas keratan dan permukaan kekuatan riceh yang rendah (weak in shear strength)

e. Cerucuk Keluli "H" (Steel H-Pile)

- \* Mahal dan tidak popular sekarang.
- \* Sesuai untuk kawasan batu kapur
- \* Satu sambungan dibenarkan
- \* Kebaikan :
  - anjakan tanah yang kecil
  - boleh dipotong dan disambung dimana-mana bahagian (jimat)
  - boleh tahan hentakan yang kuat serta tahan lentur
- \* Saiz-saiz biasa 200mm x 200mm hingga 350mm x 350mm
- \* Keupayaan galas struktur dari 510 kN – 1650 kN

f. Cerucuk Mikro

- \* Lebih mahal.
- \* Kebaikan :
  - gegaran yang kecil semasa pemasangan

- kurang bising dan kurang pencemaran udara
- \* Amat sesuai pada
  - kawasan batu kapur
  - kerja-kerja "underpinning".
- \* Pembinaan pada lereng-lereng bukit yang mempunyai batu
- \* Kawasan yang mempunyai permukaan batu di aras yang cetek.
- \* Berhampiran struktur sedia ada
- \* Kawasan yang sempit.
- \* Saiz diantara 100mm dia. hingga 300mm dia.
- \* Saiz yang banyak digunakan 200mm dia hingga 300mm dia.
- \* Beban gelas struktur maksima melebihi 200 kN

## 5. JENIS-JENIS MESIN PENANAMAN CERUCUK

- a. Penukul Jatuh Bebas
- b. Penukul Disel.
- c. Penukul Hidraulik
- d. Sistem Cerucuk Jacked-In

### a. Penukul Jatuh Bebas

- \* Kebiasaannya menggunakan berat penukul antara 5 kN hingga 20 kN
- \* Selalu digunakan untuk cerucuk bersaiz kecil tetapi boleh juga digunakan untuk cerucuk yang besar.
- \* Menggunakan rangka "A"
- \* Pergerakan turun-naik dengan kawalan tangan.
- \* Kadar hentaman yang rendah.
- \* Pergerakan yang perlahan diantara satu kedudukan ke kedudukan yang lain
- \* Sesuai bagi kawasan batu kapur.
- \* Sekarang rangka "A" telah diganti dengan mesin roda berantai (crawler machine)

#### KEBAIKAN:

- \* Murah untuk projek kecil kerana kadar mobilisation yang rendah
- \* Hentaman yang boleh dikawal, sesuai bagi kawasan batu kapur.
- \* Tidak begitu bising serta kurang pencemaran udara.
- \* Ringan dan senang bergerak di kawasan tanah lembut

#### KEBURUKAN:

- \* Kadar hentaman yang rendah serta pergerakan yang perlahan tidak ekonomi untuk projek besar
- \* Tidak begitu sesuai untuk cerucuk bersaiz besar (melebihi 300mm)

### b. Penukul Disel

- \* Kebiasaannya menggunakan berat penukul antara 13 kN hingga 60 kN
- \* Biasa digunakan untuk cerucuk yang lebih besar (melebihi 200mm)
- \* Dipasang kepada mesin roda berantai (crawler machine).
- \* Pergerakan turun-naik dengan ledakan minyak disel
- \* Kadar hentaman yang tinggi.
- \* Pergerakan yang cepat diantara satu kedudukan ke kedudukan yang lain.

#### KEBAIKAN :

- \* Proses penanaman cerucuk yang cepat.
- \* Lebih ekonomi bagi projek yang besar.

#### KEBURUKAN:

- \* Bising dan pencemaran alam sekitar.
  - \* Mahal bagi projek kecil kerana kadar mobilisasi yang tinggi.
  - \* Tidak sesuai di kawasan yang ramai penduduk.
- c. Penukul Hidraulik

- \* Kebiasaannya menggunakan berat penukul diantara 10 kN hingga 70 kN
- \* Biasa digunakan untuk cerucuk yang saiznya 200mm dan ke atas
- \* Dipasang kepada mesin roda berantai (crawler machine)
- \* Pergerakan turun-naik dengan kuasa hidraulik
- \* Kadar hentaman diantara penukul jatuh bebas dan penukul disel
- \* Pergerakan yang cepat diantara satu kedudukan ke kedudukan yang lain

KEBAIKAN:

- \* Proses penanaman cerucuk yang cepat
- \* Lebih ekonomi bagi projek yang besar.
- \* Hentaman yang boleh dikawal- sesuai bagi kawasan batu kapur.

KEBURUKAN:

- \* Mahal bagi projek kecil kerana kadar mobilisation yang tinggi

d. Sistem Cerucuk Jacked- In

- \* Sangat Popular sekarang
- \* Sesuai untuk kerja-kerja underpinning di mana cerucuk mikro tidak ekonomi
- \* Kawasan batu kapur.
- \* Berhampiran struktur sedia ada.
- \* Sesuai pada kawasan sempit.
- \* Tiada gegaran serta kurang bunyi bising.
- \* Berbagai jenis cerucuk boleh digunakan
  - Cerucuk Konkrit tetulang
  - Cerucuk Spun
  - Cerucuk keluli "H"
- \* Keupayaan galas bergantung kepada:
  - jenis cerucuk
  - kekuatan jack hidraulik
  - kekuatan rangka mesin
  - berat beban kentledge

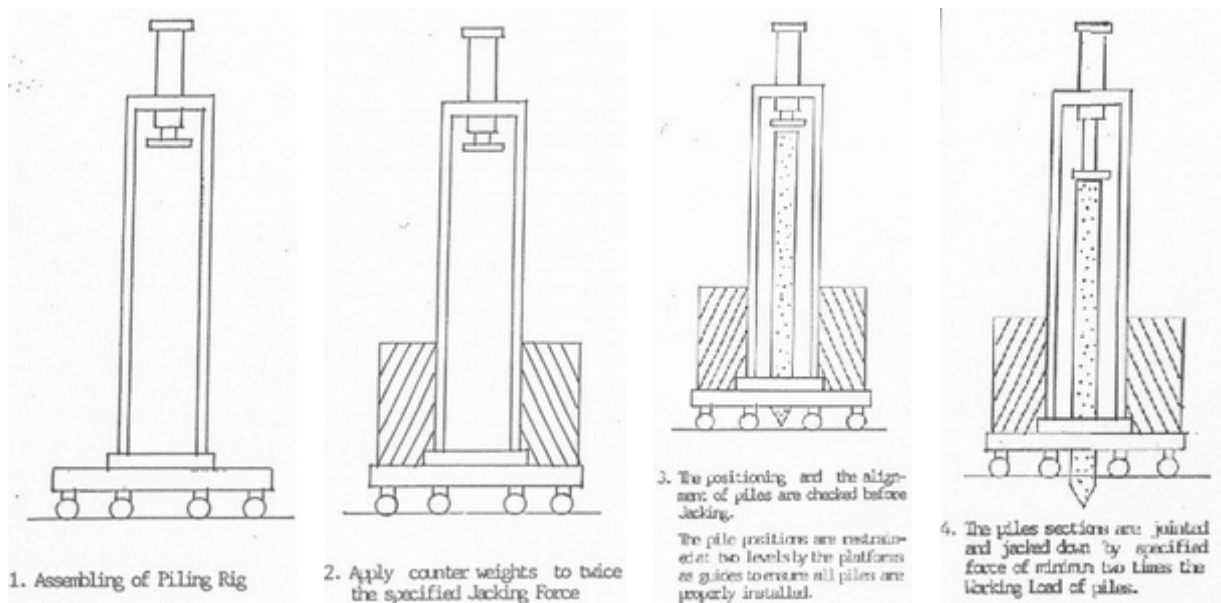
KEBAIKAN:

- setiap cerucuk telah diuji kemampuannya semasa ditanam
- berhampiran struktur sedia ada
- sesuai pada kawasan sempit
- tiada gegaran serta kurang bunyi bising

KEBURUKAN:

- perlahan dan tidak ekonomi pada keadaan biasa

## Method Of Statement Of Installation Of Jacked In Precast Concrete Piles



### 6. PEMERIKSAAN CERUCUK SEBELUM KERJA PENANAMAN

#### Pemeriksaan Cerucuk Bakau

- \* 100mm dia. pada bahagian pangkal
- \* 60mm dia. pada bahagian hujung
- \* Tidak bengkok melebihi 25mm di antara hujung dengan pangkal.
- \* Tiada kerosakan pada kulit disebabkan kekeringan atau serangga perosak.
- \* Disimpan di tempat yang lembab.

#### Pemeriksaan Cerucuk Kayu Berubat

- \* Sijil pengilang dan sijil SIRIM
- \* Tidak bengkok melebihi 25mm di antara hujung dengan hujung bagi cerucuk sepanjang 6m

#### Pemeriksaan Cerucuk Konkrit Tetulang Dan Cerucuk Spun

- \* Sijil Pengilang – semak dengan senarai terkini IKRAM untuk pengilang-pengilang yang diluluskan
- \* Tanda di atas cerucuk
  - Logo Syarikat
  - Kelas cerucuk.
  - Tarikh dikonkrit
  - Nombor siri / rujukan.
  - Panjang yang dihantar ke tapak adalah seperti yang ditempah
  - Bukan cerucuk commercial (MS Plate merah & nipis)
  - Tidak bengkok melebihi 6mm di antara panjang 3mm.
  - Katalog pembekal (keperluan ISO 9001)

#### Pemeriksaan Cerucuk Mikro

- \* Saiz mata gerudi seperti saiz lubang yang dikehendaki.

- \* Perlu paip sementara (temporary casing) atau tidak.
- \* Periksa jenis keluli tetulang :
  - Paip API
  - Keluli tetulang biasa
- \* Karat
- \* Sijil Pengilang / ujian sampel
- \* Nisbah campuran air / simen serta keperluan campuran bahan kimia (additives)

### Pemeriksaan Sepatu Cerucuk

#### Cerucuk Konkrit Tetulang

- \* Jenis 1 – pointed pile shoe
- \* Jenis 2 – flat ended
- \* Jenis 3 – pointed MS plate
- \* Jenis 4 – pointed cast iron
- \* Jenis 5 – Oslo pointed shoe

#### Cerucuk Konkrit Spun:

- \* Open ended
- \* Jenis 1 – cross pointed
- \* Jenis 2 – stiffened barrel
- \* Jenis 3 – Oslo pointed shoe

#### Cerucuk Kayu Berubat:

- \* Flat ended
- \* Oslo pointed shoe

## 7. PROSES PENANAMAN CERUCUK

### Cerucuk Yang Ditanam Dengan Penukul

- \* Setting out
- \* Kedudukan penukul dengan cerucuk sejajar
- \* 2 plumb bob
- \* Alat ukur (level set / theodolite)
- \* Cerucuk ditanda setiap 300mm atau 500mm
- \* Cerucuk permulaan (starter pile)
- \* Mesti betul kedudukan dan jajaran bagi cerucuk tegak / condong (raker)
- \* Tidak boleh ditolak untuk membetulkan kedudukan
- \* Kimpalan
  - permukaan mestilah bersih
  - kimpalan yang tidak putus-putus
  - tidak boleh disejukkan dengan serta merta
- \* Rekod penanaman cerucuk yang sempurna
- \* Kedudukan cerucuk selepas siap ditanam:

#### Mengufuk:

- tidak lebih dari 75mm dari kedudukan sebenar
- tidak lebih dari 40mm bagi cerucuk kayu berubat

#### Menegak:

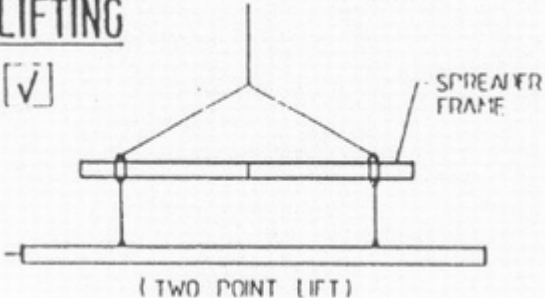

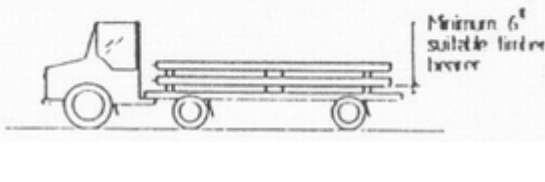
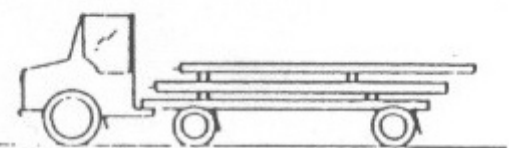


- tidak lebih dari 1:75
- tidak lebih dari 1:40 untuk cerucuk kayu berubat
- \* Jika kedudukan mengufuk melebihi had yang dibenarkan, cerucuk hendaklah dicabut jika boleh dicabut. Jika tidak:
  - untuk cerucuk tunggal, tambah 2 cerucuk baru

- untuk cerucuk yang melebihi satu, tambah cerucuk atau rekabentuk semula tetapi cerucuk
- \* Jika kedudukan menegak melebihi had yang dibenarkan,
  - semak semula beban yang akan ditanggung serta semak rekabentuk
  - cerucuk tersebut ditinggalkan dan tanam cerucuk baru

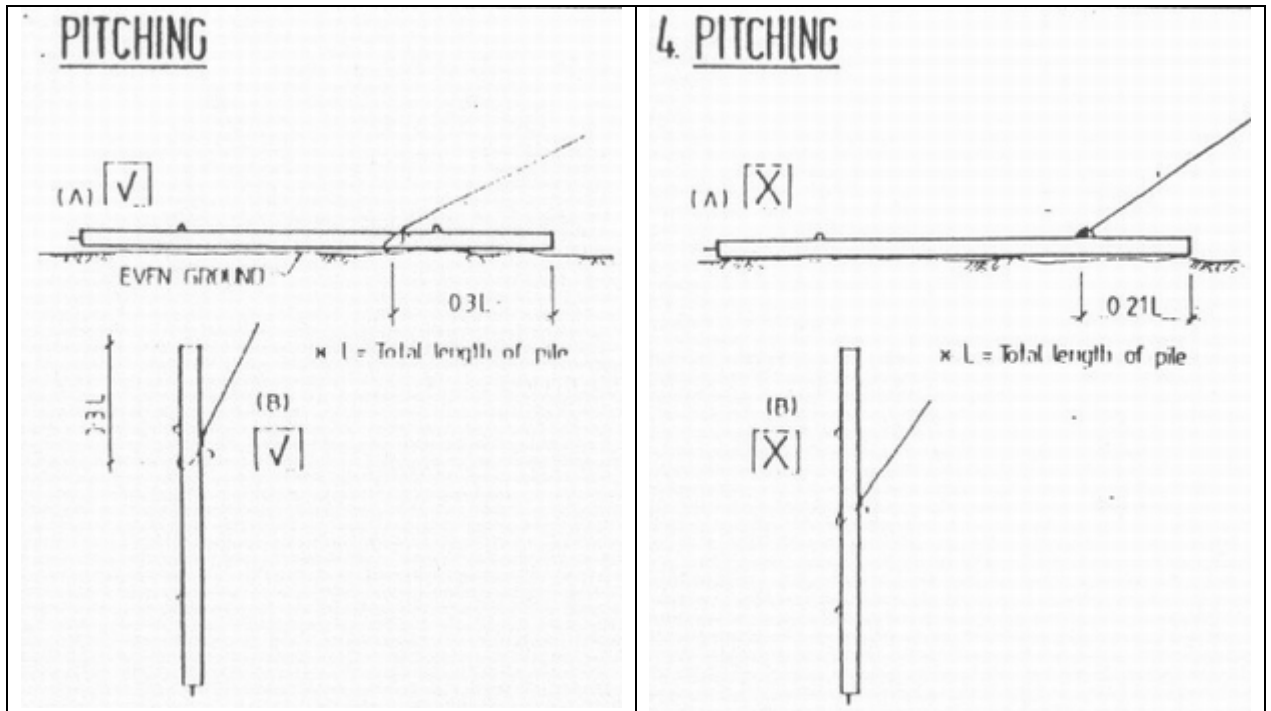
## 8. KEROSAKAN CERUCUK

### Sebab-sebab kerosakan

- Kualiti yang rendah
  - bahan-bahan dan kualiti pembuatan yang kurang baik
  - konkrit tidak cukup matang
- Jenis dan kelas konkrit yang salah
- Jenis sepatu cerucuk yang salah
- Cerucuk commercial digunakan
- Cerucuk yang telah rosak
- Cara mengangkat dan menyusun cerucuk yang salah

DO (✓)	DON'T (X)
<p><b>1. LIFTING</b></p> <p>✓</p>  <p>(TWO POINT LIFT)</p>	<p><b>1. LIFTING</b></p> <p>X</p> 
<p><b>2. DELIVERY</b></p> <p>✓</p>  <p>Minimum 6" suitable timber layer</p>	<p><b>2. DELIVERY</b></p> <p>X</p> 
<p><b>3. STACKING</b></p> <p>✓</p>  <p>Support pile on timber placed at 0.21L from ends of pile</p> <p>FIRM GROUND</p>	<p><b>3. STACKING</b></p> <p>X</p> 





- Sambungan yang tidak baik
  - Kimpalan yang tidak baik
  - Cerucuk yang senget
  - Sarung penyambung yang longgar
- Kedudukan cerucuk dan penukul yang tidak sejajar
- Tidak berpandukan laporan ujian tanah untuk menentukan sama ada tanah lembut, batu kapur atau kehadiran lapisan pasir
- Pengawasan yang tidak ketat di kawasan yang sukar
- Penanaman cerucuk di kawasan yang sukar
  - kawasan batu kapur
  - kawasan berbatu (boulders)
  - kawasan lapisan berpasir
  - kawasan tanah tambakan yang tinggi
- Overstressing
  - pelapik kepala cerucuk yang tidak mencukupi
  - penukul yang terlalu ringan
  - kedudukan penukul dan cerucuk tidak sejajar
  - menanam cerucuk geseran badan sehingga set
  - pengiraan formula set yang salah

#### 9. PANDUAN BAGI PENANAMAN CERUCUK

##### Cerucuk bakau

- \* berat penukul tidak lebih dari 250 kg
- \* tinggi jatuh penukul antara 1m hingga 1.5m
- \* berada pada paras 300mm hingga 600mm di bawah aras air bawah tanah

##### Cerucuk kayu berubat

- \* Berat tukul diantara 10 kN hingga 20 kN (1 tan hingga 2 tan)
- \* Tinggi jatuh tukul diantara 1m hingga 1.5m
- \* Tidak lebih dari 4 hingga 5 hentaman / 25mm dengan hentaman setinggi 300mm hingga 600mm

##### Cerucuk konkrit tetulang dan cerucuk konkrit spun

- \* Nisbah berat penukul / berat cerucuk hendaklah melebihi 0.5
- \* Nisbah 1/d tidak lebih dari 100

- \* Tidak lebih dari 10 hentaman/12 mm untuk cerucuk tanggung hujung
- \* Tidak lebih dari 10/25 mm untuk cerucuk geseran badan
- \* Tidak menggunakan *dolly* untuk cerucuk tanggung hujung
- \* Pengiraan SET dengan Hiley formula

Cerucuk Mikro

- \* Lubang korekan hendaklah bersih
- \* Nisbah simen / air = 0.4 hingga 0.5
- \* Campuran *anti-shrinkage admixture* di kawasan batu

**HILEY'S FORMULA FOR CALCULATING SET**

$$R = \frac{EFF \times 2WH}{S + (C/2)} \times \left[ \frac{W + n^2 P}{W + P} \right]$$

$$S = \frac{EFF \times 2WH \times \left[ \frac{W + n^2 P}{W + P} \right] - R(C/2)}{R}$$

WHERE,

R = ULTIMATE LOAD = 2 x WORKING LOAD

EFF = HAMMER EFFICIENCY = APPROX. 0.8 - 0.9

W = WEIGHT OF HAMMER

H = HEIGHT OF HAMMER DROP

n = REPULSION FACTOR = APPROX. 0 - 0.25

P = WEGHT OF PILE

C = TEMPORARY COMPRESSION = APPROX. 12mm (TO CHECK THE ACTUAL COMP.)

**EXAMPLE**

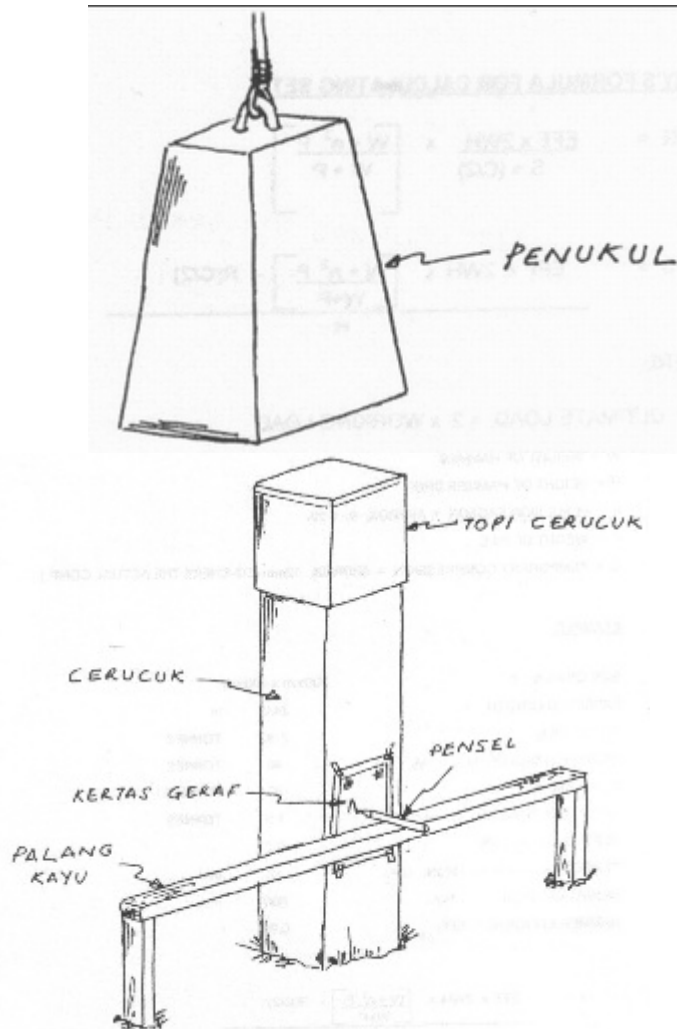
SIZE OF PILE =	200mm x 200mm
EXPECTED LENGTH =	24.0 m
WT. OF PILE, P =	2.30 TONNES
WORKING LOAD OF PILE, WL =	40 TONNES
R = 2WL =	80 TONNES
WEIGHT OF HAMMER, W =	1.5 TONNES
REPULSION FACTOR, n =	0.2
TEMPORARY COMPRESSION, C =	12 mm
HEIGHT OF DROP, H =	600 mm
HAMMER EFFICIENCY, EFF. =	0.85

$$S = \frac{\text{EFF} \times 2WH \times \left[ \frac{W + n^2 P}{W + P} \right] - R(C/2)}{R}$$

$$= \underline{\underline{2.9}} \text{ mm}$$

$$\text{SET FOR 10 BLOWS} = \underline{\underline{29}} \text{ mm}$$

Pengambilan Set



## 10. UJIAN BEBAN

Terdapat 3 Jenis Ujian

- i. Maintained Load Test
- ii. Constant Rate Of Penetration
- iii. Pile Dynamic Analyzer (PDA)

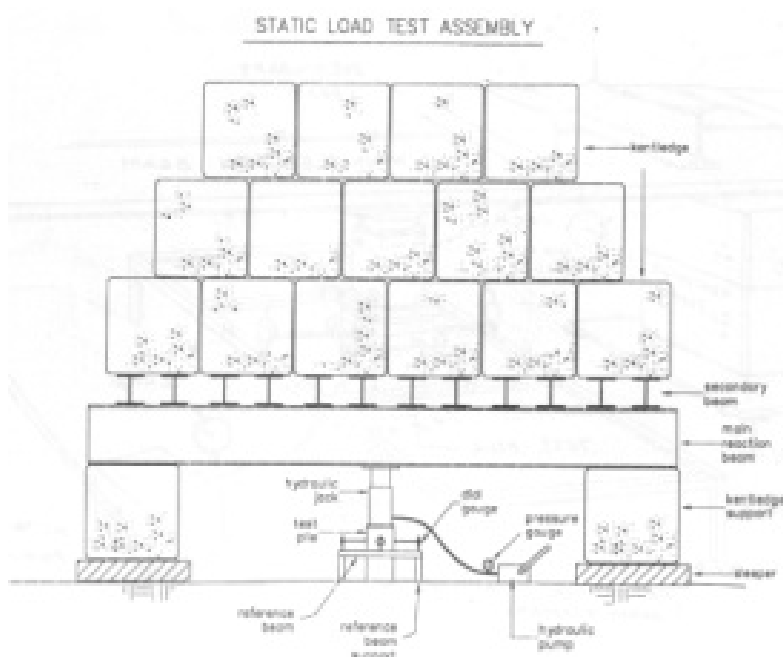
### i. Maintained Load Test

a. Peralatan:

Pemberat (kentledge):

- \* Diperbuat daripada blok konkrit atau keratan cerucuk yang telah digunakan
- \* sekurang-kurangnya 20% melebihi beban maksima

- \* lakaran ujian hendaklah dikemukakan oleh kontraktor
  - \* cerucuk yang akan diuji hendaklah diletak ditengah (centroid)
  - \* kayu pelapik atau kepingan besi perlu digunakan di kawasan yang tidak stabil/lembut
- b. Penyediaan kepala cerucuk
- \* guna concrete cutter
  - \* perlu rata
- c. Hydraulic Jack
- Hydraulic jack, pam dan hos hendaklah dalam keadaan baik serta boleh menanggung beban 1.5 x beban maksima
- d. Pressure Gauge
- \* Calibration perlu dibuat setiap 6 bulan
  - \* Pergerakan jarum adalah lancar
  - \* Setiap bacaan tidak melebihi 2 tan
  - \* Accuracy  $\pm 1$  tan
- e. Dial gauges
- \* 4 bilangan diperlukan
  - \* Dipasang di atas gelas kaca
  - \* Pergerakan jarum adalah lancar
  - \* Accuracy  $\pm 0.1$ mm
- f. Alat ukur aras
- \* Dipasang di atas tanah yang stabil
  - \* Jarak 6 meter dari beban
  - \* Ambil aras di atas kepala cerucuk sebelum ujian dimulakan
- g. Personel yang terlatih dan berpengalaman
- \* Sekurang-kurangnya 2 orang
  - \* Kakitangan pertama membuat bacaan
  - \* Kakitangan kedua membuat catitan



- h. Menaikkan dan menurunkan beban

- Beban dinaikkan pada increment 25% beban kerja setiap 2 jam sebanyak 8 kali sehingga beban maksima
- Beban maksima = 2 x beban kerja
- Bacaan dibuat pada setiap 15 minit
- Maintain selama 24 jam pada beban maksima
- Beban diturunkan pada increment 50% beban kerja setiap 1 jam sebanyak 4 kali
- Tunggu sehingga 1 jam selepas beban dikosongkan untuk merekodkan baki mendapan
- Plot graf

#### Contoh Pengiraan

Beban kerja	=	50 tan
Beban ujian	=	2 x beban kerja
	=	2 x 50 = 100 tan
Increment untuk menaikkan beban	=	100 / 8
	=	12.5 tan
Increment untuk menurunkan beban	=	100 / 4
	=	25 tan
Berat pemberat (kentledge)	=	100 + 20%
	=	120 tan

#### Rekod-rekod Yang Perlu Dikemukakan

- Keputusan ujian dalam bentuk jadual (borang FF/4.10/1/2/5)
- Graf masa vs mendapan
- Graf masa vs beban
- Graf mendapan vs beban
- Rekod kerja ukur
- Sijil *calibration* untuk *dial gauge* dan *hydraulic jack* (keperluan ISO 9000)
- Log menanam cerucuk dan graf untuk set

#### Tafsiran Keputusan Ujian

Cerucuk yang telah diuji adalah dianggap gagal jika:

1. Baki mendapan melebihi 6.50mm selepas beban ujian diturunkan
2. Jumlah mendapan melebihi 12.50mm di bawah beban kerja (beban rekabentuk)
3. Jumlah mendapan melebihi 38.0mm di bawah 2 kali ganda beban rekabentuk atau pun 10% saiz cerucuk, mengikut yang mana lebih rendah nilainya

#### Constant Rate Of Penetration Test

- Beban hendaklah dikenakan untuk mendapatkan bilai kadar ketelusan yang tetap antara 0.75mm seminit hingga 1.50 mm seminit.
- Kedua-dua bacaan bagi mendapan dan masa, hendaklah direkodkan pada setiap minit.

#### Ujian PDA

- Ujian ini digunakan untuk mengetahui kekuatan pile (*pile capacity*), keadaan cerucuk (*pile integrity*) dan panjang cerucuk tetapi tidak boleh menggantikan ujian beban sebenar kerana ujian PDA tidak memberi maklumat mengenai keupayaan cerucuk sebenar.

## 11. BORANG-BORANG ISO 9000 UNTUK KERJA CERUCUK

### Borang-borang ISO 9000

- FF/4.10/1/2/1 - Checklist kerja cerucuk
- FF/4.10/1/2/2 - Checklist ujian beban
- FF/4.10/1/2/3 - Checklist kerja cerucuk konkrit
- FF/4.10/1/2/4 - Pile driving record
- FF/4.10/1/2/5 - Test pile record
- Appendix A - Inspection, measuring and test equipment form
- Appendix B - Calibration schedule form