

BAB V

PELAKSANAAN PEKERJAAN

5.1 Uraian Umum

Pondasi tiang pancang (*pile foundation*) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. (*Pintor T. Simatupang Ir.,MT.,Dr. Eng., 2015*)

- *Precast Reinforced Concrete Pile*, adalah tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dan dicor dalam acuan beton (bekisting), kemudian setelah cukup kuat yaitu sesuai dengan umur beton setelah 28 hari lalu diangkat dan dipancangkan.
- *Cast in Place Pile*, adalah pondasi yang dicetak ditempat dengan cara dibuatkan lubang terlebih dahulu dalam tanah dengan cara mengebor tanah (pondasi tiang bor).

Pada proyek *Kampus St Laurensia Suvarna Sutera* digunakan pondasi beton pracetak (*Precast Reinforced Concrete Pile*) dengan penampang segi empat berdimensi 350 x 350 mm.

5.2 Dasar-dasar Perencanaan

Prosedur perencanaan pondasi umumnya terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

- a) Penyelidikan tanah, diperoleh data sifat fisis tanah (*index properties*) dan data sifat mekanis tanah (*engineering properties*). Berdasarkan data-data yang diperoleh tersebut dibuat perencanaan pondasi meliputi desain dimensi tiang dan jumlah tiang.
- b) Perhitungan daya dukung batas tanah dan bahan tiang, diperhitungkan terhadap *end bearing* dan *skin friction* yang didasarkan pada tiga arah gaya, yaitu tekan dan tarik (*static aksial*) serta mendatar (*static lateral*).

5.3 Tiang Pancang Beton dan Alat Pancang

5.3.1 Tiang Pancang Beton

Tiang pancang beton berdasarkan cara pembuatannya dibedakan menjadi dua macam yaitu :

- *Cast in Place Pile*, yaitu pondasi yang dicor ditempat dengan cara dibuatkan lubang terlebih dahulu dalam tanah dengan cara mengebor tanah (pondasi tiang bor).
- *Precast Reinforced Concrete Pile*, yaitu tiang pancang beton yang dibuat ditempat lain atau dibuat di Pabrik.

Tiang pancang beton yang digunakan Pada proyek *Kampus St Laurensia Suvarna Sutura* adalah tiang pancang beton *precast pile* atau tiang *Precast Reinforced Concrete Pile 350 x 350 mm* dengan mutu beton K-500.



Gambar 5.1 Precast Reinforced Concrete Pile

Sumber : Foto proyek



Gambar 5.2 Precast Reinforced Concrete Pile

Sumber : Foto proyek

Berikut beberapa alasan kenapa memilih tiang pancang beton *precast pile* :

- Karena tiang dibuat secara *pre-cast concrete* maka mutu beton tiang lebih terjamin. Dengan mutu beton tiang yang tinggi sehingga akan memiliki tegangan tekan yang lebih besar.
- Tiang pancang ini bisa diperhitungkan baik sebagai *end bearing pile* (tiang dengan daya dukung ujung) dan *friction pile* (tiang dengan daya dukung selimut). Pada proyek ini daya dukung desain tiang merupakan kombinasi antara daya dukung ujung dan daya dukung selimut tiang.
- Prosedur pelaksanaan tidak dipengaruhi oleh air tanah.

Tiang pancang beton ini juga memiliki kekurangan terutama pada masalah mobilisasi. Karena berat sendiri yang cukup besar maka untuk mobilisasi ke *site* memerlukan biaya yang cukup mahal.

Sebelum tiang pancang digunakan, dilakukan pemeriksaan fisik material tiang pancang meliputi :

- Tidak adanya bagian yang retak, cacat dan pecah pada tiang.
- Plat sambung pada ujung badan tiang pancang tetap utuh dan dalam kondisi bagus.
- Ukuran penampang dan panjang tiang harus sesuai dengan spesifikasi, dengan toleransi sebagai berikut :
 - Penampang tiang pancang tidak boleh kurang atau lebih dari 6 mm dari penampang tiang desain.
 - Setiap sisi tiang pancang tidak boleh melengkung lebih dari 6mm tiap 3 m.

Lokasi penumpukan tiang pancang ditempatkan dekat dengan titik pancang untuk memudahkan dalam proses pengangkatan tiang. Bila dalam kondisi khusus tiang pancang diletakkan jauh dari titik pancang, maka perlu disediakan 1 *crane servise* terpisah untuk mengangkat tiang pancang dari lokasi penumpukan ke alat pancang agar waktu pemancangan tidak terhambat.



Gambar 5.3 Lokasi Penumpukan Tiang Pancang

Sumber : Foto proyek

Pada proyek ini digunakan tiang dengan panjang *segment* 12 meter untuk *bottom pile* dan panjang *segment* 6 meter untuk *top pile* sehingga dilakukan 1 kali penyambungan pada tiap titik pancangnya. Dalam pemancangan sangat penting untuk menggunakan tiang pensil sebagai tiang bawah dalam proses pemancangan untuk mencegah terangkatnya tanah disekitar titik pemancangan (*heaving*) disamping itu juga untuk memudahkan penetrasi tiang pancang kedalam tanah.

5.3.2 Alat Pancang Beton

Pada proyek pembangunan Kampus St Laurensia Suvarna Sutera digunakan alat pancang Diesel Hammer dengan berat hammer 5,6 ton dan tinggi jatuh 2m.



Gambar 5.4 Alat Pancang Diesel Hammer
Sumber : Foto proyek



Gambar 5.5 Alat Pancang Diesel Hammer
Sumber : Foto proyek

Prinsip kerjanya :

Jenis ini terdiri dari hammer dengan penyentak diesel dengan sumber energi dari berat sendiri dan tekanan udara, serta akibat pembakaran bahan bakar diesel. Menurut konstruksinya jenis pengentak diesel ini dapat juga diputar atau dimiringkan pada lengan

Kelebihan alat ini adalah :

- Ekonomis dalam pemakaian
- Mudah dalam pemakaian di daerah terpencil
- Berfungsi dengan baik pada daerah dingin
- Mudah dalam perawatan

Kekurangan alat ini adalah :

- Kesulitan dalam menentukan energi per blow
- Sulit dipakai pada tanah lunak
- Pemilihan Type Alat Pancang dan Berat Penumbuk (Hammer)

Sebelum kita merencanakan pondasi tiang pancang kita harus mengetahui type-type alat pancang, berat penumbuknya (hammernya) maupun kemampuan alat pancang tersebut.

Sebab belum tentu tiap-tiap type alat pancang tersebut sesuai dengan tiang pancang yang akan kita pancangkan, kondisi tanah setempat dan waktu yang kita perlukan untuk menyelesaikan pekerjaan pemancangan tersebut :

MISALNYA :

1. Pada pekerjaan pemancangan tiang pancang beton precast yang berat ke dalam lapisan tanah yang padat seperti pada stiff clay, compact gravel dan sebagainya maka akan sesuai bila kita pilih alat pancang yang mempunyai :

- Berat penumbuk (hammer) yang besar.
- Tinggi jatuh pendek.
- Kecepatan hammer yang rendah pada saat hammer menimpa tiang pancang.

Dengan keadaan alat pancang seperti diatas akan diperoleh lebih banyak energi yang disalurkan pada penurunan tiang pancang dan mengurangi kerusakan-kerusakan pada kepala tiang pancang akibat pemancangan. Type alat pancang yang sesuai dengan pekerjaan ini adalah type Single – Acting Hammer.

2. Bila pada pemancangan tiang pancang yang ringan atau tiang pipa pada tanah padat akan sesuai bila dipergunakan “double – Acting Hammer”. Dengan alat ini maka kecepatan penumbukan tiang pancang akan lebih cepat bila dibandingkan dengan alat pancang lain. Dengan demikian akan mempercepat waktu pemancangan.

Pada pemancangan tiang-tiang pancang dan baja yang berbentuk pipa tipis sering terjadi pipa tersebut rusak sebelum mencapai kedalaman yang direncanakan, hal ini dapat dihindari dengan :

- Menggunakan hammer yang lebih ringan
- Memperpanjang waktu penumbukan
- Memperlebar jarak tiang (Spacing)

Waktu yang diperlukan untuk pemancangan adalah merupakan faktor yang penting dalam pekerjaan pemancangan tiang pancang. Misalnya saja waktu pemancangan yang diperlukan untuk pemancangan tiang dengan alat pancang drop – hammer relatif lebih lama jika dibandingkan dengan alat-alat pancang type lain. Jadi jelaslah bahwa pemilihan type alat pancang sangat besar pengaruhnya pada perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan pemancangan tiang pancang. Pemilihan berat penumbuk (hammer) tergantung pada berat tiang pancang yang akan dipancang.

Hubungan Antara Berat Penumbuk (Hammer) dengan Berat Tiang Pancang

$$B = 0,5 P + 600 \text{ kg}$$

Dimana :

B = Berat palu penumbuk (hammer) (kg)

P = Berat tiang pancang (kg)

Jadi misalnya pada pemancangan tiang pancang beton precast dengan ukuran 35 x 35 panjang 15 m maka penumbuk (hammer) yang diperlukan beratnya setidaknya :

$$B = 0,5 \times 0,35 \times 0,35 \times 15 \times 2400 + 600 = 2805 \text{ kg} = 2,8 \text{ ton}$$

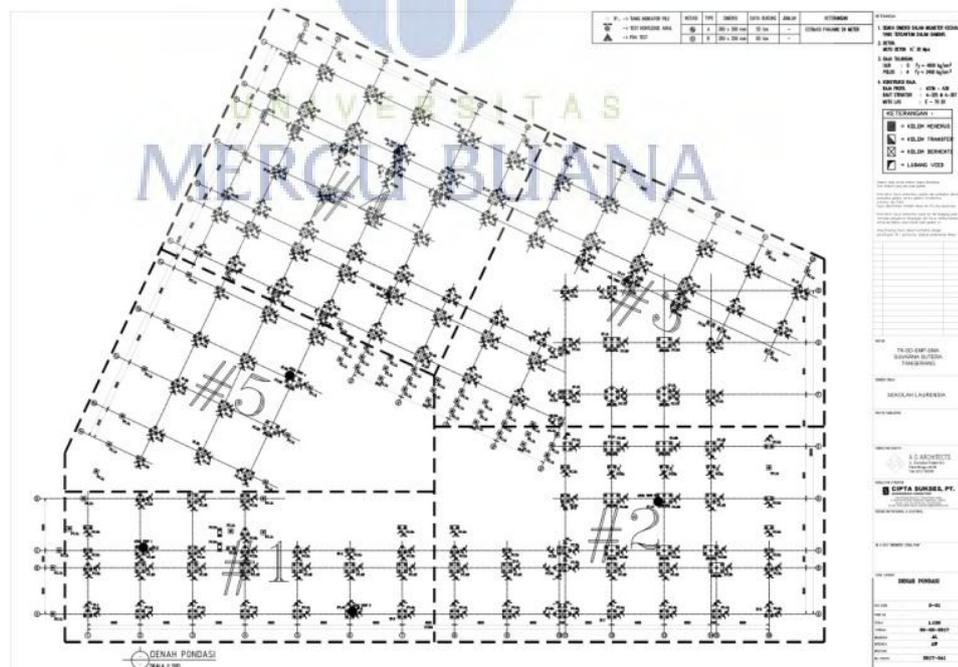
5.4 Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

Pelaksanaan pondasi pada proyek *Kampus St Laurensia Suvarna Sutera* menggunakan pondasi tiang pancang dengan alat pancang *Diesel Hummer*.

5.4.1 Pekerjaan Persiapan

- Semua perlengkapan dan peralatan disiapkan dilokasi untuk menjamin kelancaran dalam pengerjaan.
- Menyiapkan lahan disekitar lokasi yang akan dipancang untuk memudahkan mobilisasi peralatan dan alat-alat berat.
- Menyiapkan koordinat titik yang akan dipancang

Menentukan titik-titik yang akan dipancang, berdasarkan gambar teknis yang diberikan perencana. Surveyor menentukan titik-titik tersebut dengan menggunakan alat *theodolit*. Setelah didapat posisi titik yang akurat, titik diberi tanda berupa patok yang menandakan bahwa titik tersebut merupakan titik yang akan dipancang.



Gambar 5.6 Denah Titik Tiang Pancang

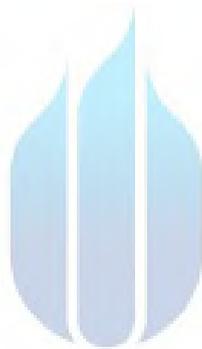
Sumber : Foto proyek

5.4.2 Pelaksanaan Pekerjaan

Pemancangan menggunakan alat pancang Diesel

Sumber daya :

1. Peralatan
 - a. Theodolit
 - b. Stopwatch
 - c. Alat pancang diesel hammer
 - d. Alat las
 - e. Meteran
 - f. Waterpass
 - g. Peralatan K3
2. Material
 - a. Tiang pancang
 - b. Pelat sambung baja
 - c. Kawat las



N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

A. Instruksi Kerja

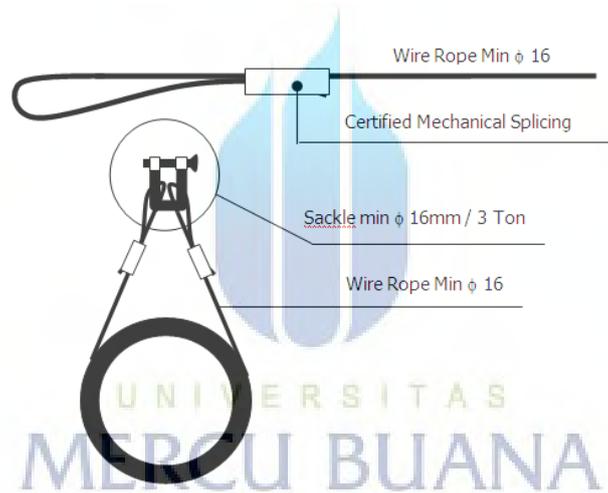
1. Pekerjaan Persiapan

- Lokasi pancang menggunakan alat diesel hammer dan hydraulic hammer berada diluar radius 200 m dari bangunan eksisting untuk menghindari kegaduhan dan kerusakan yang diakibatkan oleh getaran pada saat pemancangan (analisis tekanan suara dan getaran akibat pemancangan dan denah penggunaan alat pancang terlampir)

- Lokasi pancang harus bersih dari semak, rumput, sampah atau material lainnya yang bisa mengganggu proses pemancangan.
- Ijin pemancangan pondasi harus diselesaikan oleh pemberi tugas sebelum mobilisasi alat/material

2. Penurunan dan penumpukan

- Penurunan tiang pancang dari trailer harus menggunakan service crane.
- Posisi wire rope harus pada posisi marking lifting.
- Pemasangan sackle harus kuat (semua drat masuk).

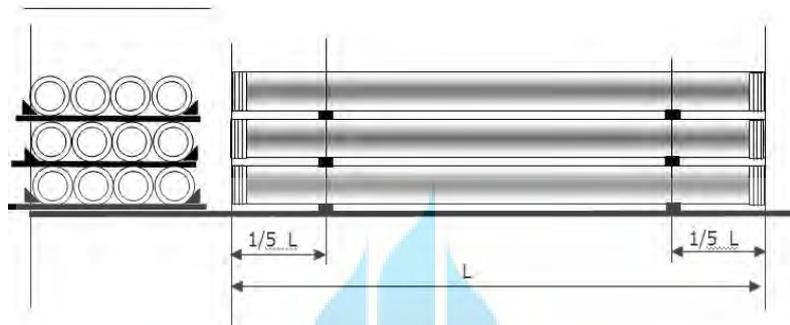


Gambar 5.7 Pemasangan Sackle

Sumber : <http://constructionfordummies.blogspot.co.id>

- Urutan pembongkaran harus memperhitungkan keseimbangan distribusi beban pada trailer.
- Pada saat pile diangkat, posisi pekerja tidak boleh menghalangi pandangan operator trailer dan pada posisi berlawanan dengan arah penurunan pile, serta tidak boleh pada arah yang berpotensi penggulingan pile.
- Tumpukan tiang pancang diletakkan sedekat mungkin dengan titik pancang untuk menghindari resiko patah akibat terlalu banyak pemindahan.

- Tiang ditumpuk di lapangan datar dan padat.
- Penumpukan tiang maksimal 3 lapis dengan ganjal kayu (5/10) pada jarak 20% dari panjang bentang yang diukur dari setiap ujung



Gambar 5.8 Penumpukan Tiang Pancang
Sumber : <http://constructionfordummies.blogspot.co.id>



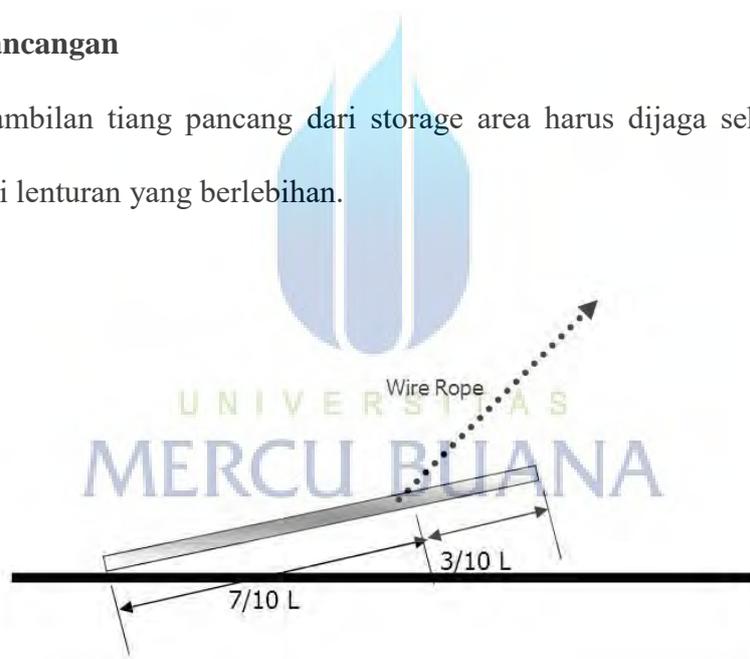
Gambar 5.9 Penumpukan Tiang Pancang
Sumber : Foto proyek

3. Penentuan Titik Pancang

- Penentuan titik pancang dilakukan oleh tim surveyor sesuai dengan denah titik pancang yang sudah ditentukan.
- Titik pancang diberi tanda menggunakan patok kayu yang dibenamkan minimal 20 cm kedalam tanah.
- Akurasi titik pancang harus dijaga dari pergeseran akibat hantaman tiang atau trailer.
- Tiang pancang diberi tanda setiap 50 cm dan diberi angka setiap 100 cm.

4. Pemancangan

- Pengambilan tiang pancang dari storage area harus dijaga sehingga tidak terjadi lenturan yang berlebihan.



Gambar 5.10 Posisi Penarikan Pile

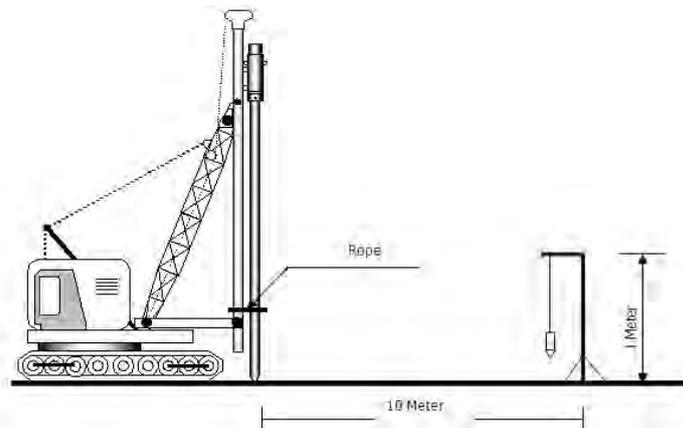
Sumber : <http://constructionfordummies.blogspot.co.id>



Gambar 5.11 Posisi Penarikan Pile

Sumber : Foto proyek

- Pada saat penarikan pile, maka posisi hammer harus pada posisi di ujung atas lader rig. Selanjutnya posisi kepala tiang dimasukkan pada pile cap dari hammer.
- Penggunaan topi pancang (pile cap) baja harus sesuai dengan dimensi tiang pancang.
- Diantara kepala tiang pancang dengan pile cap harus dipasang cushion wood.
- Tiang pancang harus diletakan di atas titik pancang yang sudah diberi tanda.
- Verticallity harus diperiksa sebelum pemancangan dimulai.



Gambar 5.12 Verticality Pemancangan

Sumber : <http://constructionfordummies.blogspot.co.id>

- Posisi sumbu alat pancang terhadap tiang pancang dan topi baja harus lurus dalam satu garis.
- Pukulan pemancangan pertama harus dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan bahwa arah pemancangan sudah benar.



Gambar 5.13 Verticality Pemancangan

Sumber : Foto proyek

- Bila tiang pancang dianggap sudah mencapai lapisan tanah keras, maka harus segera dilakukan kalendering, sehingga apabila terjadi kerusakan pada pile head, maka bearing capacity tiang dapat diestimasi.
- Pada saat pemancangan sudah mencapai target level tanah keras, kalendering mutlak harus dilakukan untuk menghitung bearing capacity.
- Data calendaring harus memuat informasi mengenai jumlah tiang pancang, posisi, jenis, ukuran, panjang aktual, tanggal pemancangan, panjang dalam pondasi telapak, penetrasi pada saat penumbukkan terakhir, energi pukulan palu, panjang perpanjangan, panjang pemotongan, dan panjang akhir yang dapat di bayar.
- Dari hasil calendaring akan didapat nilai penurunan tiang dari 10 pukulan terakhir S (final settlement), nilai tersebut digunakan untuk menghitung kapasitas daya dukung tiang pancang menggunakan rumus dinamis Hiley.
- Pemancangan dihentikan apabila daya dukung yang dihitung menggunakan rumus dinamis Hiley lebih besar dari daya dukung yang direncanakan.

5. Dynamic formula

Kapasitas daya dukung tiang pancang harus diperkirakan menggunakan rumus dinamis Hiley sebagai berikut :

Dimana :

P_u = Kapasitas daya dukung batas (ton)

P_a = Kapasitas daya dukung yang diijinkan (ton)

e_f = Efisiensi palu

$e_f = 1$ (untuk palu diesel)

$e_f = 0,75$ (untuk palu yang dijatuhkan dengan tali dan gesekan katrol)

W = Berat palu atau ram (ton)

W_p = Berat tiang pancang (ton)

n = Koefisien restitusi

n = 0,25 untuk tiang pancang beton)

H = Tinggi jatuh palu (m)

H = 2H' untuk palu diesel (H' = tinggi jatuh ram)

S = Penetrasi tiang pancang pada saat penumbukkan terakhir atau “set” (m)

C1 = Tekanan sementara yang diijinkan untuk kepala tiang dan pur (m)

$$= (1,8 \times Q_u \times L_2) / A$$

C2 = Tekanan sementara yang diijinkan untuk deformasi elastic dari batang tiang pancang (m)

$$= (0,72 \times Q_u \times L) / A$$

C3 = Tekanan sementara yang diijinkan untuk gempa pada lapangan (m)

$$= (3,6 \times Q_u) / A$$

L = Panjang tiang

L2 = Tinggi caping atau bantalan dan dolly terhadap permukaan tanah

Q_u = Daya dung tiang ultimate rencana

A = Luas penampang tiang pancang

N = Faktor keamanan

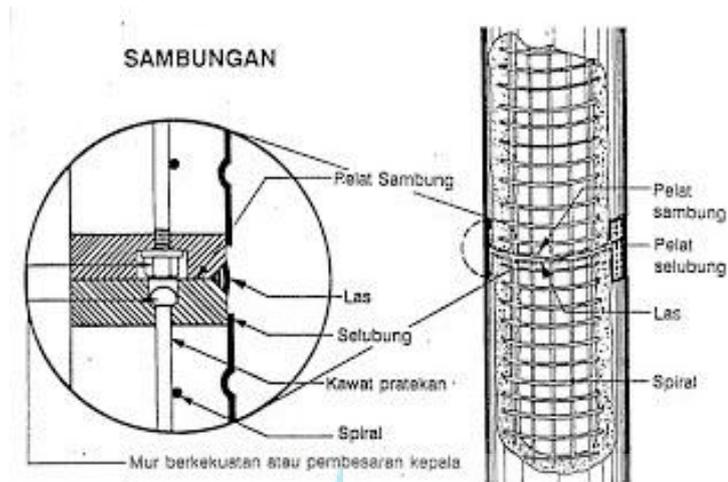
Nilai C1 , C2 , C3 harus diukur selama pemancangan.

6. Penyambungan

Apabila diperlukan pekerjaan sambungan maka dilakukan pengelasan menggunakan welding electrodes LB-52 E7016 (spesifikasi produk terlampir)

- Dilakukan pembersihan pada area pengelasan.

- Pengelasan dilakukan sebanyak minimal 2 layer sampai gap antar tiang pancang tertutup.



Gambar 5.14 Sambungan Las

Sumber : <http://constructionfordummies.blogspot.co.id>



Gambar 5.15 Sambungan Las

Sumber : Foto proyek

- Untuk mempercepat prosesnya, dilakukan pengelasan dari 2 sisi.

7. Safety

- Permukaan area pemancangan harus bebas dari bahan-bahan yang dapat mengakibatkan pergeseran, seperti oli, minyak, dll.
- Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) wajib digunakan selama pemancangan berlangsung.
- Saat pengelasan, pekerja menggunakan APD khusus pengelasan.
- Jika cuaca mendung atau hujan dan terindikasi bahaya petir maka pekerjaan dihentikan.
- Penempatan rambu-rambu K3 di sekitar area pemancangan.

