

## **BAB VII**

### **TEKNIK PONDASI LANJUT**

#### **7.1 Tinjauan Umum**

Pondasi dalam didefinisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak relatif jauh dari permukaan, pondasi tiang pancan dan pondasi sumuran merupakan pondasi dalam yang umum digunakan dilapangan, kecuali proses mobilisasi kendaraan dengan medan yang cukup sulit, penggunaan bore pile sebagai alternative penggunaan pondasi dalam. Pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras atau lapisan tanah dengan daya dukung yang memadai berada pada kedalaman tanah yang cukup dalam dari permukaan dan pada lapisan tanah atas berupa tanah lunak, sehingga mengharuskan pondasi dipancang mencapai lapisan tanah keras tersebut.

Perhitungan daya dukung dikaitkan dengan proses perencanaan harus memperhatikan kondisi tiang pada lapisan tanah, apakah tiang tersebut tertahan pada ujungnya (point bearing pile) saja atau tertahan oleh pelekatan antara tiang dan tanah (friction pile) dan tertahan pada ujungnya (point bearing pile). Tiang jenis ini dimasukan sampai lapisan tanah keras sehingga beban bangunan dipikul oleh lapisan ini. Lapisan tanah keras ini boleh terdiri dari bahan apa saja, meliputi lempung keras sampai batuan tetap. Penentuan daya dukung dilakukan dengan melihat jenis tanah apa yang terdapat dalam lapisan tanah keras tersebut.

#### **1. Pekerjaan Struktur Pondasi**

Pekerjaan struktur pondasi adalah pekerjaan merancang dan membangun bagian dari struktur bangunan yang letaknya berada di paling bawah dari sebuah

bangunan yang berfungsi untuk menopang beban seluruh fungsi bangunan. Berikut metode pelaksanaan pada pekerjaan struktur pondasi:

- a. Pekerjaan Survey
- b. Pekerjaan Pemancangan
- c. PDA Test
- d. Loading Test
- e. Pekerjaan Galian
- f. Pekerjaan Pembesian
- g. Pekerjaan Formwork
- h. Slump Test

## **7.2 Pekerjaan Struktur Pondasi**

### **7.2.1 Pekerjaan Survey**



Gambar 7. 1 Pekerjaan Survey

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Pada Proyek Pembangunan Daikin Indonesia New Factory Project, terdapat 3 jenis pekerjaan survey yaitu survey titik pancang, survey bobokan pancang, survey elevasi dan kemiringan pondasi. Berikut metode pelaksanaan pada pekerjaan survey:

B. Alat yang digunakan pada pekerjaan galian:

1. Waterpass Auto Level
2. Meteran
3. Waterpass
4. Total Station
5. Theodolite

C. Metode pelaksanaan pada pekerjaan survey:

2. Tahap Persiapan:

- b. Surveyor melakukan pengukuran situasi lapangan sebelum dimulainya pekerjaan.
- c. Surveyor memberikan patok atau tanda di lapangan sebagai batas area pekerjaan.

3. Tahap Pelaksanaan:

- a. Staff menentukan titik dan lokasi mana yang akan di survey
- b. Staff mendirikan dan memepersiapkan alat survey
- c. Staff memasukan koordinat yang sudah ditentukan ke alat survey
- d. Staff mencari titik sesuai hasil dari analisa alat survey yang sudah dimasukan
- e. Staff memastikan bahwa titik sudah tepat dengan mengarahkan sensor alat ke tongkat penangkap sensor
- f. Staff menancapkan patok bambu untuk menandai titik yang sudah ditemukan

### 7.2.2 Pekerjaan Pemancangan



Gambar 7. 2 Pekerjaan Pemancangan

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Pada Proyek Pembangunan Daikin Indonesia New Factory Project, pekerjaan pemancangan merupakan salah satu pekerjaan yang berkaitan dengan pembuatan pondasi. Pemancangan digunakan untuk mentransmisikan beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam masa tanah. dimana pondasi tiang pancang ini digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Berikut metode pelaksanaan pada pekerjaan pemancangan:

A. Alat yang digunakan pada pekerjaan pemancangan:

1. Crane Pancang
2. Crawler Crane
3. General Set (Genset)
4. Plat
5. Pylox
6. Tabel Blow Count
7. Kertas Milimeter Blok

8. Alat Las
9. Meja Tatakan Kalendering
10. Alat Tulis
11. Meteran
12. Triplek Tatakan Pancang
13. Waterpass
14. Penggaris Gap
15. Alat Poleng

B. Metode pelaksanaan pada pekerjaan pemancangan:

1. Tahap Persiapan:

- a. Melakukan pemilihan tiang, tiang manakah yang bisa dan baik untuk di pancang, baik dari segi umur dan kualitas tiang yang dilihat dengan menggunakan visual mata, dan pengecekan dimensi menggunakan meteran



Gambar 7. 3 Pemilihan Tiang Pancang

*Sumber: dokumentasi pribadi*

b. Pemberian garis tanda setiap 25 cm dan angka setiap 1 meter pada tiang guna untuk mengetahui berapa kedalaman tiang yang tertanam ketika kegiatan pemancangan berlangsung



Gambar 7. 4 Pemberian Garis pada Tiang Pancang

*Sumber: dokumentasi pribadi*

c. Membuat Pinjaman tiang sepanjang 115 cm di sumbu X dan Y dari titik tiang yang telah ditentukan oleh surveyor



Gambar 7. 5 Membuat Pinjaman di Sumbu X dan Y

*Sumber: dokumentasi pribadi*

2. Tahap Pelaksanaan:

a. Memastikan titik angkat tiang berada pada  $\frac{1}{3}$  dari Panjang tiang



Gambar 7. 6 Proses Pengangkatan Tiang Pancang

*Sumber: dokumentasi pribadi*

b. Ketika tiang pertama telah berada tepat diatas titik yang telah ditentukan surveyor, dilakukan pengecekan apakah jarak dari ujung tiang ke sumbu X dan Y sepanjang 1 meter dan memiliki nilai toleransi maksimal sebesar 10 cm baik dari sumbu X dan Y



Gambar 7. 7 Pengecekan Kelurusan Titik Pancang

*Sumber: dokumentasi pribadi*

c. Sebelum tiang dipukul oleh ramstruk, dilakukan pengukuran apakah tiang telah berdiri tegak lurus dengan menggunakan alat waterpass, dan menggunakan benang dari jarak jauh, baik dari sumbu X dan Y



Gambar 7. 8 Pengecekan Kemiringan Tiang Pancang

*Sumber: dokumentasi pribadi*

d. Setelah tiang pertama tertanam didalam tanah, pada tiang kedua juga dilakukan hal yang sama, yaitu dilakukan pemilihan tiang, apakah tiang telah bisa dan baik untuk di pancang, baik dari segi umur dan kualitas tiang yang dilihat dengan menggunakan visual mata



Gambar 7. 9 Pemilihan Tiang Pancang Kedua

*Sumber: dokumentasi pribadi*



e. Setelah tiang kedua dipastikan baik dan bisa untuk dipancang, sama seperti tiang pertama, memastikan titik angkat tiang berada pada 1/3 dari panjang tiang.



Gambar 7. 10 Proses Pengangkatan Tiang Pancang

*Sumber: dokumentasi pribadi*

f. Ketika tiang pertama bertemu tiang kedua, dilakukan pengukuran apakah tiang telah berdiri tegak lurus dengan menggunakan alat waterpass, dan menggunakan benang dari jarak jauh, baik dari sumbu X dan Y



Gambar 7. 11 Proses Pengecekan Kelurusan Tiang Pancang dengan Waterpass

*Sumber: dokumentasi pribadi*

g. Setelah itu, memastikan tidak ada sisa atau bekas selimut beton yang menempel pada planes joint tiang/Plat mamira



Gambar 7. 12 Proses Pembersian Sisa Beton pada Plat

*Sumber: dokumentasi pribadi*

h. Setelah dipastikan tidak ada sisa atau bekas selimut beton yang menempel, kita melakukan pengecekan adakah rongga diantara sambungan tiang pertama dan kedua serta adakah perbedaan letak plat antara tiang pertama dan kedua, menggunakan penggaris gap, dan masing-masing memiliki nilai toleransi yakni sebesar 4 mm untuk rongga dan 2 mm untuk perbedaan letak sambungan kedua plat tersebut dan kedua hal itu dilakukan di setiap sisi tiang



Gambar 7. 13 Proses Pengecekan Rongga Antar Plat

*Sumber: dokumentasi pribadi*

- i. Setelah dipastikan bahwa jarak gap antar plat sesuai dengan batas toleransi maka dilakukan tahap pengelasan.



Gambar 7. 14 Proses Pengelasan

*Sumber: dokumentasi pribadi*

j. Setelah dilakukan pengelasan maka hasil pengelasan di cek kualitasnya apakah memenuhi standart dan batas toleransi yang sudah ditentukan, untuk diameter lubang  $< 4$  mm, untuk kedalaman pemotongan  $< 0,5$  mm, dan untuk ketinggian las  $< 2$  mm. Setelah semua terpenuhi baru dilanjutkan kembali proses pemancangan.



Gambar 7. 15 Pengecekan Kualitas Welding

*Sumber: dokumentasi pribadi*

k. Saat proses pemancangan berlangsung amati tinggi hammer dan seberapa Panjang pile yang masuk dalam setiap pukulan. Hal ini menentukan kapan saat kita mengambil final set untuk pengambilan data kalendering, hal tersebut dilakukan dengan menganalisa total blow count/ pukulan dan kedalaman masuknya tiang, yang dilakukan setiap 25 cm.



Gambar 7. 16 Pengamatan Ketinggian Hammer

*Sumber: dokumentasi pribadi*

l. Apabila hitungan blow count sudah sesuai, dan tiang sudah mendekati tanah keras dengan indikasi ketinggian hammer sudah tinggi namun panjang tiang yang masuk makin sedikit, maka dilakukan kalendering.



Gambar 7. 17 Pelaksanaan Kalendering

*Sumber: dokumentasi pribadi*

m. Setelah melakukan kalendering kegiatan pemancangan dilakukan sampai tiang benar benar mencapai tanah keras.



Gambar 7. 18 Pelaksanaan Pemancangan

*Sumber: dokumentasi pribadi*

n. Saat sudah mencapai tanah keras amati kedalaman pancang, kemudian ambil tingkat kemiringan dan pergeseran tiang pancang tersebut. Untuk kemiringan digunakan waterpass yang ditempelkan pada tiap sumbu X dan Y pada tiang pancang dengan toleransi 10 mm. Dan untuk pergeseran tarik meteran dari titik bantu ke tengah as tiang pancang dengan toleransi kurang dari 10 cm.



Gambar 7. 19 Pengecekan Kemiringan Tiang

*Sumber: dokumentasi pribadi*

### 7.2.3 PDA Test



Gambar 7. 20 Pelaksanaan PDA Tes

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Setelah dilakukan pekerjaan pemancangan, untuk mengetahui apakah kekuatan dari pondasi yang telah kita tanam sesuai dengan kekuatan rencana dilakukan PDA Test. PDA Test atau Pile Driving Analyzer Test merupakan salah satu jenis pengujian pondasi dengan cara memberikan tumbukan kepada pondasi dengan hammer dimana pondasi tersebut telah dipasang sensor Transducer (Velocity) dan Accelerometer (Force).

#### Tujuan PDA Test

- Mengetahui nilai daya dukung pondasi tiang tunggal
- Integritas atau keutuhan tiang dan joint (sambungan tiang pancang)
- Efisiensi dari transfer energy hammer ke tiang pancang
- Dsb

Pada pelaksanaan PDA Test, mengarah kepada ASTM D-4945 (Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundations) yaitu Metode

uji ini mendapatkan gaya dan kecepatan yang dihasilkan dalam tiang selama peristiwa dampak aksial. Biasanya, gaya dan kecepatan diperoleh dari tegasan dan percepatan yang diukur.

Berikut ini beberapa alat yang digunakan untuk pengerjaan PDA Test :

- Komputer PDA
- Sensor Transducer 4unit
- Sensor Accelerometer 2unit
- Kabel Extension Sensor 2unit
- Main cable 2unit
- Wireless Connector
- Pelindung Sensor 4unit
- Peralatan pendukung ( Bor, Grinda, Baut dan mur , dyna set, Palu ,Kabel Power ,Genset ,Mal Sensor beton, Mal sensor baja, mata bor beton, kepala bor baja, mata bor besi ,hand tab ,mata tab)

Setelah alat-alat tersebut selesai dipersiapkan, berikutnya adalah pemasangan sensor. Dalam pemasangan sensor perlu diperhatikan pada pemasangan instrument Strain transducer dan accelerometer dalam posisi pemasangan harus sedemikian rupa hingga mempengaruhi kelenturan tiang dapat di minimalkan. Sensor dipasang dengan perhitungan  $1,5 \times$  diameter dari kepala tiang, atau disesuaikan dengan kondisi dari pondasi tiang pancang. Sedangkan untuk tiang dengan diameter lebih dari 1000mm menggunakan 2 accelerometer dan 1 main cable, namun untuk tiang yang kurang dari 1000mm menggunakan 4 accelerometer dan 4 transducer serta 2 main cable.





Gambar 7. 21 Pemasangan Kabel Sensor PDA Test

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Sebelum dilaksanakannya pengujian, ada beberapa data yang harus diberikan oleh kontraktor kepada pihak penguji PDA, yaitu :

1. nomor titik pondasi tiang
2. tanggal pemancangan
3. Bentuk dan dimensi penampang tiang
4. Panjang total tiang
5. Panjang tiang yang tertanam
6. Konfigurasi sambungan tiang
7. Data hammer yang digunakan pengujian PDA



Gambar 7. 22 Pelaksanaan PDA Test

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Prosedur Dalam pengambilan data PDA Test

- Setelah semua persiapan siap instruksi operator crane untuk melakukan pukulan pada tiang pancang akan di mulai dengan tinggi hingga jatuh kebawah, pemukulan di lakukan secara bertahap hingga sampai ke titik yang telah di tentukan.
- Dalam penggunaan hammer di setel dengan jumlah pukulan di sesuaikan dengan permintaan daya dukung yang harus di capai,apabila setelah beberapa pukulan daya dukung yang ingin di capai maka pukulan dapat di hentikan.
- Untuk menggunakan Drop Hammer, ketinggian jatuh hammer di mulai dari 50cm kemudian 100cm hingga sampai tingkat maksimal dari tinggi jatuh hammer.
- Apabila pada saat pengambilan data terjadi kerusakan pada pondasi tiang yang di uji dan belum mencapai data yang di inginkan, maka pengujian harus di hentikan.



Gambar 7. 23 Pemukulan Tiang PDA Test

*Sumber: dokumentasi pribadi*

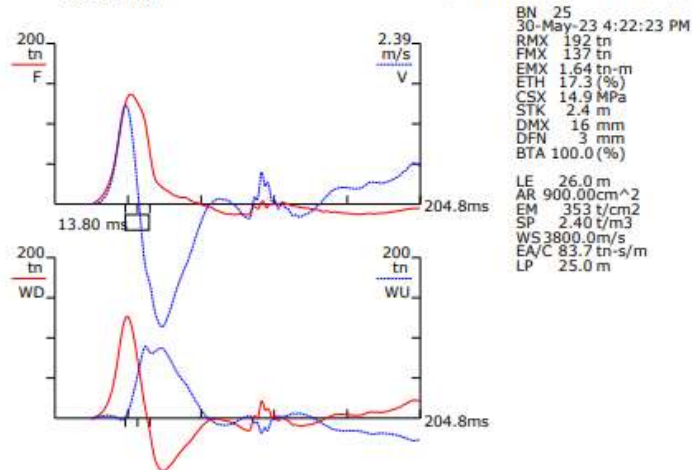
Hasil rekaman PDA kemudian dianalisa lebih lanjut dengan software CAPWAP. Pada saat dilakukannya PDA Test ada beberapa kemungkinan kejadian yang dapat terjadi, diantaranya :

1. Pada saat hasil test PDA berhasil tetapi tiang pancang mengalami patah dibagian luar. Pada saat kejadian ini terjadi, maka hasil test dinyatakan sebagai berhasil, dikarenakan tiang patah diluar permukaan tanah sehingga tidak berpengaruh pada area bawah/perkuatan pondasi.
2. Pada saat hasil test PDA berhasil tetapi tiang pancang mengalami patah dibagian dalam. Pada saat kejadian ini terjadi, maka hasil test dinyatakan gagal, dikarenakan tiang patah dibagian dalam tanah, dan tindakan lanjutan dari kejadian ini adalah melakukan sisip/pemancangan kembali
3. Pada saat hasil test PDA berhasil dan tiang pancang tidak mengalami patah. Pada saat kejadian ini terjadi, maka PDA test dinyatakan berhasil.



**PT Geo-Pondasi Testing**  
**DAIKIN INDONESIA NEW FACTORY**  
**CIKARANG**  
 PDA OP: KH

PILE DRIVING ANALYZER @  
 Version 2013.117  
 DINF-IP-29  
 DIRSEL HAMMER JWDD-4 TON;30/05/23



CODE	REMARK	Pile: DINF-IP-29
BN	Blow number	25
RMX	Pile capacity [ton]	192
FMX	Maximum compressive force [ton]	137
EMX	Maximum transferred energy [tonm]	1.64
ETH	Energy transferred ratio [%]	17.3
CSX	Compression Stress Maximum [MPa]	14.9
STK	Ram stroke [m]	2.4
DMX	Maximum displacement [mm]	16
DFN	Permanent displacement [mm]	3
BTA	Pile integrity value [%]	100
LE	Length below instruments [m]	26.0
LP	Length of penetration during testing [m]	25.0
AR	Cross sectional area [cm <sup>2</sup> ]	900

Figure 5a. PDA Test result for pile: DINF-IP-29

Gambar 7. 24 Hasil PDA Test

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Pada saat hasil PDA test sudah keluar di layar CAPWAP ada beberapa hal yang dapat kita ketahui dari layar tersebut, diantaranya :

1. BN : Jumlah Pukulan Ramstruk
2. RMX : Daya Dukung Tiang (ton)
3. FMX : Gaya Tekan Maksimum (ton)
4. CTN : Gaya Tarik Maksimum (ton)
5. EMX : Energi Maksimum yang Ditrasnfer (tonm)
6. DMX : Penurunan Maksimum (mm)
7. DFN : Penurunan Permanen (mm)
8. STK : Tinggi Jatuh Ramstruk (m)
9. BPM : Pukulan per menit
10. BTA : Nilai Ketutuhan Tiang (%)
11. LE : Panjang Tiang Dibawah Instrumen (m)
12. LP : Panjang Tiang Tertanam (m)
13. AR : Luas Penampang Tiang ( $cm^2$ )

Berdasarkan hasil diatas yang mana kuat rencana dari satu titik tiang pondasi yaitu 75 ton, dan safety factor yang direncanakan 200% / 150 ton, maka hasil PDA test diatas dinyatakan berhasil karena nilai RMX 192 ton sedangkan nilai kuat rencana beserta safety factornya 150 ton,  $192 > 150$ , selain itu berdasarkan data

diatas, nilai keutuhan tiang (BTA) adalah 100% yang artinya bahwa keutuhan tiang setelah dilakukannya PDA test adalah 100%.

#### **7.2.4 Loading Test**

Pondasi dibangun untuk menahan beban yang berada diatasnya, khususnya pada bangunan/konstruksi yang sering menerima beban berat seperti gedung bertingkat, jembatan, menara, dermaga, bangunan pabrik, dan lain-lain. Untuk mengetahui kondisi kekuatan tiang pondasi dibutuhkan pengujian yang biasa disebut uji pembebanan tiang (pile loading test). Pengujian pile loading test adalah sebuah metode yang digunakan dalam pengecekan pada sejumlah beban yang terdapat di struktur pondasi. Fungsi lain dari dilakukannya loading test adalah sebagai bukti tercapainya kapasitas daya dukung tiang di lapangan sesuai dengan kapasitas daya dukung tiang rencana. Pengujian aksial ini dilakukan berdasarkan standar ASTM D1143-07, "Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load". Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban diatas kepala tiang berupa benda mati, seperti balok beton, karung pasir, ataupun benda lainnya yang dapat memenuhi kebutuhan beban yang dibutuhkan/direncanakan.



Gambar 7. 25 Pelaksanaan Loading Test

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Peralatan yang diperlukan pada uji pembebanan ini adalah :

- a. Hydraulic Jack yang digunakan berkapasitas 200 ton, diletakkan tepat ditengah permukaan tiang uji.



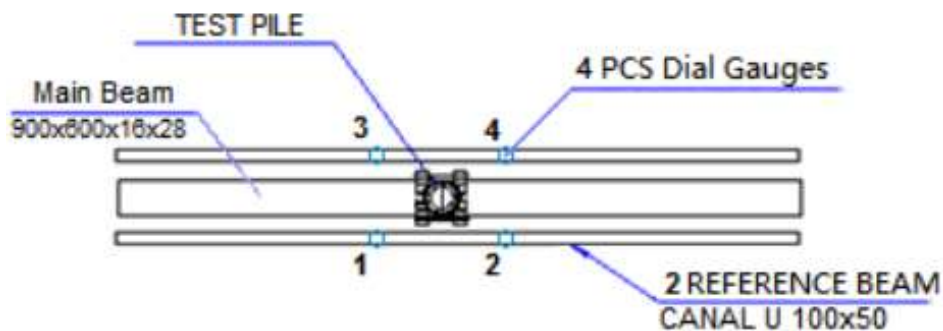
Gambar 7. 26 Hydraulic Jack SUN RUN 200t

*Sumber: dokumentasi pribadi*

- b. Pressure Gauge, Untuk mengukur besarnya beban yang diberikan pada tiang uji.

c. Reference Beam, berupa profil C 100.50.50 Sebagai datum pembacaan Dial Gauge dan diletakkan pada posisi melintang dengan jarak minimal 2,5 m ke kanan dari tiang uji dan berada di atas pendukung yang kaku. Reference Beam tidak boleh mengalami perubahan selama pengukuran berlangsung.

d. Dial Gauge, terdiri dari 4 (empat) unit ketelitian pembacaan paling sedikit sampai dengan 0,01mm, untuk mengukur besarnya pergerakan yang terjadi.

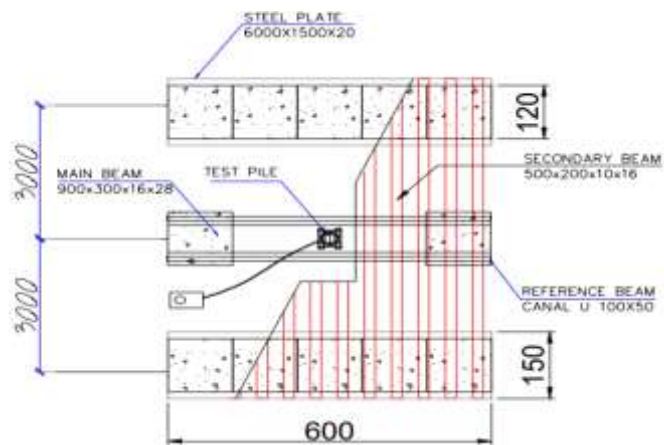


Gambar 7. 27 Dial Gauge

Sumber: dokumentasi pribadi

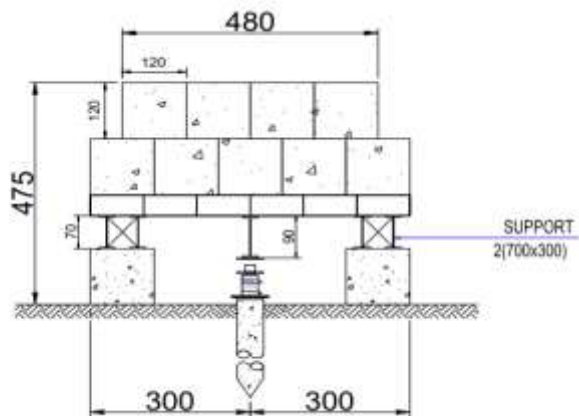
e. Kubus Beton dengan dimensi 120x120x120 yang disusun dengan berat total 165 ton.





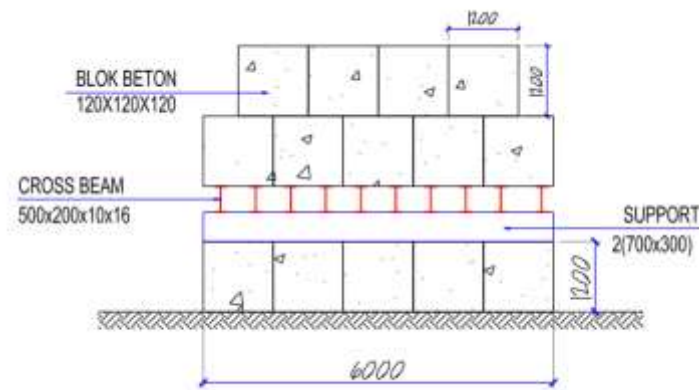
Gambar 7. 28 Sketsa Uji Pembebanan untuk Beban Uji Persegi Tampak Atas

*Sumber: dokumentasi pribadi*



Gambar 7. 29 Sketsa Uji Pembebanan untuk Benda Uji Persegi Tampak Samping

*Sumber: dokumentasi pribadi*



Gambar 7. 30 Sketsa Uji Pembebanan Beban Uji Persegi Tampak Samping

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Metode Pelaksanaannya sebagai berikut :

1. Mempersiapkan lokasi uji, yang mencakup ( perataan dan pemadatan tanah )
2. Menempatkan beban berbentuk kubus beton dengan dimensi 120x120x120 cm<sup>3</sup> dengan berat total 165 Ton pada platform yang ditopang oleh 10 bar Secondary Beam (500x200x10x16, L=6,0 m), Balok Penopang 4 batang (700x300, L=6,0 m), 1 batang Balok Utama (900x300x16x28, L=6,0 m).
3. Dongkrak Hidraulik 200 ton, ditempatkan tepat di tengah tumpuan tiang yang di tes.
4. Proses pengujian berjalan setelah pompa hidrolis memberikan tekanan sehingga dongkrak hidrolis akan mendorong balok utama ke atas sehingga menimbulkan reaksi tekan pada tiang uji yang mengakibatkan penurunan.
5. Metode pembebanan yang digunakan untuk tiang ukuran 300x300 mm, berbentuk persegi, pemasangan pondasi dengan menggunakan hammer, dan tonase tiang rencana tiap titiknya 75 ton adalah Cyclic Loading Procedures ASTM D 1143-07 (2013), dengan tahapan pembebanan sebagai berikut :

**STATIC AXIAL COMPRESSIVE**  
 BASED ON ASTM D 1143-07 (2013)

PROJECT : DAIKIN NEW FACTORY  
 LOCATION : CIKARANG  
 PROCEDURE : CYCLIC LOADING  
 DESIGN LOAD : 75 Ton (100%)  
 MAX. TEST LOAD : 150 Ton (200%)  
 CAPACITY OF HYD.JACK : 200 TON

NO	PERCENT OF DESIGN (%)	TEST LOAD (ton)	LOAD DURATION	STEP OF LOADING IN MINUTES	MINUTE	MINUTE TO	CORRELATION OIL PRESSURE & JACK FORCE PROCEDURE		REMARK
							Psi	kg/cm <sup>2</sup>	
I	0	0.0		0					Mark : SUN RUN Type : CSLRG 20012 Capacity : 200 TON
	25	18.8	A	0-10-20-30-40-50-60 (70-80-90-100-110-120) *	60	60	1002.83	70.51	
	50	37.5	B	0-10-20-30-40-50-60	60	120	2005.66	141.01	
	25	18.8	C	0-10-20	20	140	1002.83	70.51	
	0	0.0	B	0-10-20-30-40-50-60	60	200	0.00	0	
II	50	37.5	C	0-10-20	20	220	2005.66	141.01	Cyl. Eff Area : 265.935 cm <sup>2</sup> 41.22 in <sup>2</sup> 1 Ton = 2204.62 Lbs
	75	56.3	A	0-10-20-30-40-50-60 (70-80-90-100-110-120) *	60	280	3008.49	211.52	
	100	75.0	B	0-10-20-30-40-50-60	60	340	4011.32	282.02	
	50	37.5	C	0-10-20	20	360	2005.66	141.01	
	0	0.0	B	0-10-20-30-40-50-60	60	420	0.00	0	
III	50	37.5	C	0-10-20	20	440	2005.66	141.01	1 Ton = 53.4842 Psi 1 Ton = 3.7603 kg/cm <sup>2</sup>
	100	75.0	C	0-10-20	20	460	4011.32	282.02	
	125	93.8	A	0-10-20-30-40-50-60 (70-80-90-100-110-120) *	60	520	5014.15	352.53	
	150	112.5	B	0-10-20-30-40-50-60	60	580	6016.98	423.04	
	100	75.0	C	0-10-20	20	600	4011.32	282.02	
IV	50	37.5	C	0-10-20	20	620	2005.66	141.01	564.05 kg/cm <sup>2</sup>
	0	0.0	B	0-10-20-30-40-50-60	60	680	0.00	0	
	100	75.0	C	0-10-20	20	720	4011.32	282.02	
	150	112.5	C	0-10-20	20	740	6016.98	423.04	
	175	131.3	A	0-10-20-30-40-50-60 (70-80-90-100-110-120) *	60	800	7019.81	493.54	
	200	150.0	D	0-10-20-30-40-50-60 (70-80-90-100-110-120) **	720	1520	8022.63	564.05	
				And then every hour until max 12 hour		1520	0.00	0	
	150	112.5	B	0-10-20-30-40-50-60	60	1580	6016.98	423.04	
	100	75.0	B	0-10-20-30-40-50-60	60	1640	4011.32	282.02	
	50	37.5	B	0-10-20-30-40-50-60	60	1700	2005.66	141.01	
0	0.0	E	0-10-20-30-40-50-60 (70-80-90-100-110-120) †	120	1820	0.00	0		

Note \* (A) = 1 Hours if settlement is not greater than 0.25 mm/hours, or maximum 2 hours  
 \* (B) = 1 Hour  
 \* (C) = 20 minutes  
 \* (D) = 12 Hour if settlement ≤ 0.25 mm/jam, otherwise add 1 hour until settlement ≤ 0.25 mm/hour, and Max. 24 hour  
 \* (E) = 2 Hour if settlement ≤ 0.25 mm/jam, otherwise add 1 hour until settlement ≤ 0.25 mm/hour, and Max. 12 hour

Gambar 7. 31 Tabel Pembebanan Axial Test Berdasarkan ASTM D 1143-07

Sumber: dokumentasi pribadi

Berdasarkan hasil tes axial diatas selama 30,33 jam atau 1820 menit, hasilnya

sebagai berikut :

NO	LOAD (Ton)	CYCLE		SETTLEMENT (MM)			REMARK
		STEP	%	GROSS	NETT	REBOUND	
1	38	I	50%	1.99	0.24	1.75	
2	75	II	100%	6.98	2.92	4.06	
3	113	III	150%	12.64	6.13	6.51	
4	150	IV	200%	23.27	15.04	8.23	< 25 MM

Gambar 7. 32 Hasil Loading Test

*Sumber: dokumentasi pribadi*

1. Pada saat tahap 1, dimana tiang diberikan beban maksimal sebesar 50% dari beban rencana atau 38 ton, menunjukkan hasil penurunan secara kotor (belum dikurangi dengan nilai rebound) sebesar 1,99 mm, dan nilai rebound nya 1,75 mm sehingga pada tahap ini penurunan bersih yang terjadi yaitu 0,24 mm.
2. Pada saat tahap 2, dimana tiang diberikan beban maksimal sebesar 100% dari beban rencana atau 75 ton, menunjukkan hasil penurunan secara kotor (belum dikurangi dengan nilai rebound) sebesar 6,98 mm, dan nilai rebound nya 4,06 mm sehingga pada tahap ini penurunan bersih yang terjadi yaitu 2,92 mm.
3. Pada saat tahap 3, dimana tiang diberikan beban sebesar 150% dari beban rencana atau 113 ton, menunjukkan hasil penurunan secara kotor (belum dikurangi dengan nilai rebound) sebesar 12,64 mm, dan nilai rebound nya 6,51 mm sehingga pada tahap ini penurunan bersih yang terjadi yaitu 6,13 mm.
4. Pada saat tahap 4, dimana tiang diberikan beban sebesar 200% dari beban rencana atau 150 ton, menunjukkan hasil penurunan secara kotor (belum dikurangi dengan nilai rebound) sebesar 23,27 mm, dan nilai rebound nya 8,23 mm sehingga pada tahap ini penurunan bersih yang terjadi yaitu 15,04 mm.
5. Sehingga dikarenakan penurunan yang terjadi  $< 25$  mm maka hasil axial tes dinyatakan berhasil.

### 7.2.5 Pekerjaan Galian



Gambar 7. 33 Pekerjaan Galian

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Pada Proyek Pembangunan Daikin Indonesia New Factory Project, pekerjaan galian yaitu pekerjaan menggali tanah untuk berbagai macam kebutuhan mulai dari penyesuaian elevasi, menimbun, dan membuat lubang pada tanah. Pekerjaan galian adalah pekerjaan yang dilakukan setelah tiang pancang sudah selesai terpasang dan sudah dilakukan pembobokan. Berikut metode pelaksanaan pada pekerjaan galian:

A. Alat yang digunakan pada pekerjaan galian:

1. Excavator
2. Dump Truck

B. Metode pelaksanaan pada pekerjaan survey:

1. Tahap Persiapan:

- a. Pekerja/Staff menentukan titik mana yang akan digali
- b. Pekerja/Staff merencanakan seberapa dalam dan lebar titik yang digali

2. Tahap Pelaksanaan:

- a. Pekerja/Staff melaksanakan penggalian sesuai dengan perencanaan engineering

- b. Setelah penggalian selesai sisa urugan tanah dikumpulkan dan diangkut ke dump truck
- c. Staff memeriksa dan mengecek apakah pekerjaan yang sudah dilakukan sesuai dengan yang diinginkan dan bisa dilanjutkan pekerjaan berikutnya

### 7.2.6 Pekerjaan Pembesian



Gambar 7. 34 Pekerjaan Pembesian

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Pada Proyek Pembangunan Daikin Indonesia New Factory Project, pekerjaan pembesian yaitu pekerjaan yang dilakukan setelah pekerjaan galian selesai dengan tujuan untuk merancang dan merakit tulangan pada bangunan struktur yang akan dikerjakan sehingga beton yang dirancang dapat kuat menerima beban tarik. Berikut metode pelaksanaan pada pekerjaan pembesian:

A. Alat yang digunakan pada pekerjaan pembesian:

1. Bar Bender
2. Bar Cutter
3. Meteran

B. Metode pelaksanaan pada pekerjaan pembesian:

### 1. Tahap Persiapan:

- a. Staff menginstruksikan pekerja mengenai struktur apa dan material apa yang harus disiapkan
- b. Pekerja mempersiapkan apa yang sudah diinstruksikan oleh staff

### 2. Tahap Pelaksanaan:

- a. Pekerja melakukan pemotongan dan pembengkokan besi sesuai dengan diameter besi serta instruksi staff
- b. Pekerja merakit tulangan pembesian seperti apa yang sudah diinstruksikan oleh staff
- c. Pekerja melakukan cleaning setelah pembesian selesai
- d. Staff memeriksa dan mengecek apakah pekerjaan yang sudah dilakukan sesuai dengan yang diinginkan dan bisa dilanjutkan pekerjaan berikutnya

## 7.2.7 Pekerjaan Formwork



Gambar 7. 35 Pekerjaan Formwork

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Pada Proyek Pembangunan Daikin Indonesia New Factory Project, pekerjaan formwork yaitu pekerjaan yang dilakukan setelah pekerjaan pembesian selesai dan bertujuan untuk memberikan bentuk serta melindungi pembesian sebelum

dilaksanakannya pengecoran. Berikut metode pelaksanaan pada pekerjaan formwork:

A. Alat yang digunakan pada pekerjaan formwork:

1. Gergaji
2. Pipa Support
3. Jack Brace
4. Benang
5. Beton Decking

B. Metode pelaksanaan pada pekerjaan formwork:

1. Tahap Persiapan:

- a. Staff menginstruksikan pekerja mengenai struktur apa dan material apa yang harus disiapkan
- b. Staff menginstruksikan pekerja mengenai dimensi formwork
- c. Pekerja mempersiapkan apa yang telah diinstruksikan oleh staff

2. Tahap Pelaksanaan:

- a. Pekerja melakukan pemotongan papan kayu sesuai dengan dimensi yang diinstruksikan oleh staff
- b. Pekerja melakukan pemasangan papan kayu sesuai dengan dimensi yang sudah diinstruksikan
- c. Pekerja mempersiapkan benangan dan stop cor untuk tolak ukur kelurusan serta batas pengecoran
- d. Pekerja memasang plastik cor untuk mencegah besi yang tidak di cor terkena beton cair dan beton decking untuk menjaga lokasi tulangan pembedaan tidak bergeser



- e. Pekerja melakukan cleaning area setelah formwork sudah terpasang
- f. Staff memeriksa dan mengecek apakah pekerjaan yang sudah dilakukan sesuai dengan yang diinginkan dan bisa dilanjutkan pekerjaan berikutnya

### **7.2.8 Slump Test**

Pada Proyek Pembangunan Daikin Indonesia New Factory Project, Slump Test yaitu pekerjaan yang dilakukan sebelum pekerjaan pengecoran yang bertujuan untuk mengetahui apakah kualitas beton cair yang akan digunakan untuk pengecoran sudah sesuai dengan ketentuan atau tidak. Berikut metode pelaksanaan pada slump test:

A. Alat yang digunakan pada pekerjaan slump test :

1. Alas kayu/besi
2. Cone Kerucut (diameter dasar 200mm, diameter atas 100mm, ketinggian cone 300mm)
3. Tongkat Penusuk
4. Meteran
5. Sekop

B. Metode pelaksanaan pada pekerjaan slump test :

1. Tahap Persiapan:
  - a. Staff mengarahkan pekerja untuk mengambil sample dari Truck Mixer sebanyak satu bak untuk pengujian
  - b. Pekerja mempersiapkan alat dan segera melakukan instruksi dari para staff
2. Tahap Pelaksanaan:



Gambar 7. 36 Pengambilan Sampel Beton Cair dari Truk Mixer

*Sumber:dokumentasi pribadi*

- a. Pekerja mengambil sample beton cair dari truk mixer sebanyak satu bak
- b. Pekerja mempersiapkan alas dan cone di dekat bak



Gambar 7. 37 Proses Memasukkan Beton Cair ke Cone

*Sumber:dokumentasi pribadi*

- c. Pekerja mulai mengambil beton cair dari bak dan memasukkannya ke dalam cone



Gambar 7. 38 Proses Menusuk Bagian dalam Cone

*Sumber:dokumentasi pribadi*

- d. Setelah cone penuh pekerja menusuk bagian dalam cone secara merata dengan tujuan untuk meratakan agregat yang ada di dalam cone
- e. Setelah dirasa cukup, pekerja merapihkan mulut atas cone sehingga beton cair di dalam cone dan di permukaan cone rapih



Gambar 7. 39 Proses Penarikan Beton Cair dari Cetakan Cone

*Sumber:dokumentasi pribadi*

- f. Pekerja menarik cone dengan perlahan sehingga beton cair keluar dan membentuk menyerupai sebuah cone namun lebih lebar di ujungnya
- g. Staff menggunakan meteran untuk mengukur ketinggian beton cair yang sudah dikeluarkan dari cone
- h. Staff menentukan apakah beton cair sesuai dengan ketentuan untuk digunakan sebagai material pengecoran atau tidak

### 7.2.9 Pekerjaan Pengecoran



Gambar 7. 40 Pengecoran Pondasi

*Sumber: dokumentasi pribadi*

Pada Proyek Pembangunan Daikin Indonesia New Factory Project, pekerjaan pengecoran yaitu pekerjaan yang dilakukan setelah pekerjaan pembesian, pekerjaan formwork dan slump test telah selesai dan bertujuan untuk menuangkan beton cair segar dengan tujuan setelah beton tersebut mengeras akan berbentuk dan dapat menanggung beban sesuai dengan apa yang direncanakan. Berikut metode pelaksanaan pada pekerjaan pengecoran:

A. Alat yang digunakan pada pekerjaan pengecoran:

1. Truk mixer
2. Pipa diameter 75 cm dipotong setengah
3. Vibrator
4. Sekop

B. Metode pelaksanaan pada pekerjaan pengecoran:

1. Tahap Persiapan:

- a. Staff mencari area mana yang siap untuk dilakukannya pengecoran

- b. Staff menginstruksikan truk mixer untuk mendekat ke area pengecoran
- c. Staff menginstruksikan para pekerja untuk bersiap melaksanakan pengecoran
- d. Pekerja di area pengecoran bersiap untuk melakukan pengecoran sesuai instruksi dari staff

## 2. Tahap Pelaksanaan:

- a. Pekerja mempersiapkan pipa cor untuk menjembatani beton cair dari truk mixer ke area yang akan di cor
- b. Staff menginstruksikan operator truk mixer untuk mengeluarkan beton cair
- c. Setelah beton cair keluar dari truk mixer para pekerja mulai melakukan perataan semen cair menggunakan sekop
- d. Bersamaan dengan perataan semen cair para pekerja lain juga melakukan pemadatan beton menggunakan vibrator
- e. Staff mengamati pekerjaan pengecoran dan memberhentikanannya jika beton cair yang tertampung sudah mencapai stop cor
- f. Setelah beton cair sudah mencapai stop cor pekerja mulai merapikan beton cair di area tersebut
- g. Setelah pekerjaan pengecoran selesai, para pekerja melakukan cleaning pada area sekitar pengecoran