

BAB V

METODE PELAKSANAAN

5.1. Apartemen

Apartemen merupakan sebuah model tempat tinggal yang hanya mengambil sebagian kecil dari suatu ruang bangunan, seringkali disebut “rumah-rumah”. Didalam apartemen itu ada beberapa rumah yang ditinggali oleh keluarga yang berbeda. Saat ini tinggal di apartemen menjadi gaya hidup dan kebutuhan masyarakat modern masa kini karena lokasi apartemen yang strategis membuat banyak kalangan yang menggemari model hunian ini. Biasanya dibangun dekat dengan kawasan perkantoran, bisnis, industri, sekolah, pusat perbelanjaan, pusat hiburan serta dekat dengan akses tol

Jakarta merupakan kota metropolitan mengalami pertumbuhan yang sangat pesat hampir di segala bidang. Di lain pihak dari kehidupan yang kompleks tersebut juga timbul berbagai masalah yang perlu ditangani sampai tuntas. Salah satu permasalahan yang tidak pernah lepas dari kehidupan sehari – hari adalah masalah padatnya penduduk yang tidak diimbangi dengan pertumbuhan daerah pemukiman. Hal ini juga dipacu dengan semakin sempitnya lahan, meningkatnya harga tanah dan kemacetan lalu-lintas di jalan-jalan utama. Dengan demikian pertumbuhan kota Jakarta mempunyai kecenderungan yang mengarah ke daerah pinggiran kota yang memungkinkan membangun pemukiman secara horizontal dengan harga yang relatif lebih murah.

Dalam membangun sebuah *Apartemen* perencana harus dapat menentukan tipe struktur yang tepat untuk di pasang pada lokasi, dan harus dapat memilih metoda kerja apa yang dapat di pakai dalam pembangunan.

Dalam memilih metoda kerja perencana harus dapat mencapai 3T yaitu tepat mutu atau kualitas, tepat biaya atau kuantitas dan tepat waktu dengan apa yang telah di tetapkan.

Dalam perencanaan sebuah *Apartemen* memiliki tahapan-tahapan dalam melakukannya yaitu :

5.2. Pekerjaan Persiapan

Pada pekerjaan persiapan ini di bagi dalam 3 jenis pekerjaan yaitu di mulai dari survey & stocking out, Mobilisasi serta Fasilitas Pekerjaan sementara

5.2.1. Survey & Stocking Out

Proses yang harus di lakukan pada tahap persiapan adalah mengajukan jadwal dan metode pelaksanaan proyek kepada konsultan pengawas (*Engineering*), melakukan survey bersama antar tim proyek dengan konsultan pengawas serta membuat dan mengajukan desain shop drawing sesuai dengan hasil yang di keluarkan oleh tim pengukuran.

5.2.2. Mobilisasi

Mobilisasi peralatan, tenaga kerja harus sesuai dengan jadwal kebutuhan lapangan agar dapat menghasilkan kualitas yang lebih baik dan efisiensi baik itu dari segi tenaga waktu maupun keuangan.

Peralatan-peralatan tersebut akan dimobilisasi ke setiap lokasi pekerjaan yang memerlukannya sesuai jadwal yang telah di tentukan.

Mobilisasi untuk tenaga kerja juga dilaksanakan dengan keahlian personil lapangan, tenaga proyek dengan keahlian sesuai dengan bidangnya dan jenis pekerjaan.

5.2.3. Fasilitas Lapangan

A. Pembuatan *direksi keet*



Gambar 5. 1 Lokasi *Direksi Keet*

Pekerjaan ini adalah pembangunan kantor lapangan dan direksi yang dilengkapi dengan meubel dan alat alat kantor termasuk telepon, AC dan sampai ke fasilitas kamar mandi

B. Gudang untuk penyediaan jasa

Pekerjaan ini adalah untuk kegiatan pembangunan / pembuatan gudang, yang bertujuan agar kondisi material yang akan digunakan untuk

pelaksanaan terjaga mutu kualitasnya sesuai dengan spesifikasi yang telah di tentukan sebelumnya.

C. Papan informasi proyek dan pagar kerja



Gambar 5. 2 Papan informasi rambu-rambu k3

Pekerjaan ini adalah kegiatan pembangunan / pembuatan pagar disekeliling lokasi kerja dari gangguan terhadap pencurian material proyek, masuknya warga sipil atau para pekerja proyek untuk sembarang memasuki area lokasi.

5.3. Metode Pembersihan Lahan

5.3.1. Lingkup Pekerjaan

Mencakup pembersihan, pembongkaran, pembuangan lapisan tanah permukaan serta pembersihan tumbuh-tumbuhan serta puing-puing di daerah kerja, kecuali benda-benda yang telah di tentukan harus tetap di tempatnya atau yang harus di pindahkan sesuai ketentuan Perlindungan

tumbuhan dan benda-benda yang di tentukan harus tetap berada di tempatnya dari kerusakan atau cacat.

5.3.2. Item Kritis

1. Utilitas dilakukan identifikasi awal dengan test pit dan koordinasi dengan otoritas utilitas tersebut untuk di lakukan relokasi atau di lakukannya proteksi.
2. Drainase sementara yang baik untuk mengalirkan air jika terjadi hujan selama pelaksanaan dalam pekerjaan.

5.4. Metode Pekerjaan Pembongkaran Lahan

5.4.1 Lingkup Pekerjaan

Pekerjaan ini mencakup pembongkaran dan pembangunan, semua gedung, bangunan dan rintangan lain yang harus di singkirkan, kecuali yang harus di pindahkan menurut ketentuan lai yang ada pada dokumen kontrak.

5.4.2 Alat yang Digunakan

Adapun alat yang digunakan dalam pekerjaan pembongkaran yaitu :

- Excavator
- Jack Hammer
- Concrete cutter
- Dump truc

5.4.3 Peralatan Pelindung Diri

Adapun alat yang digunakan untuk melindungi diri dalam pekerjaan pembongkaran yaitu:

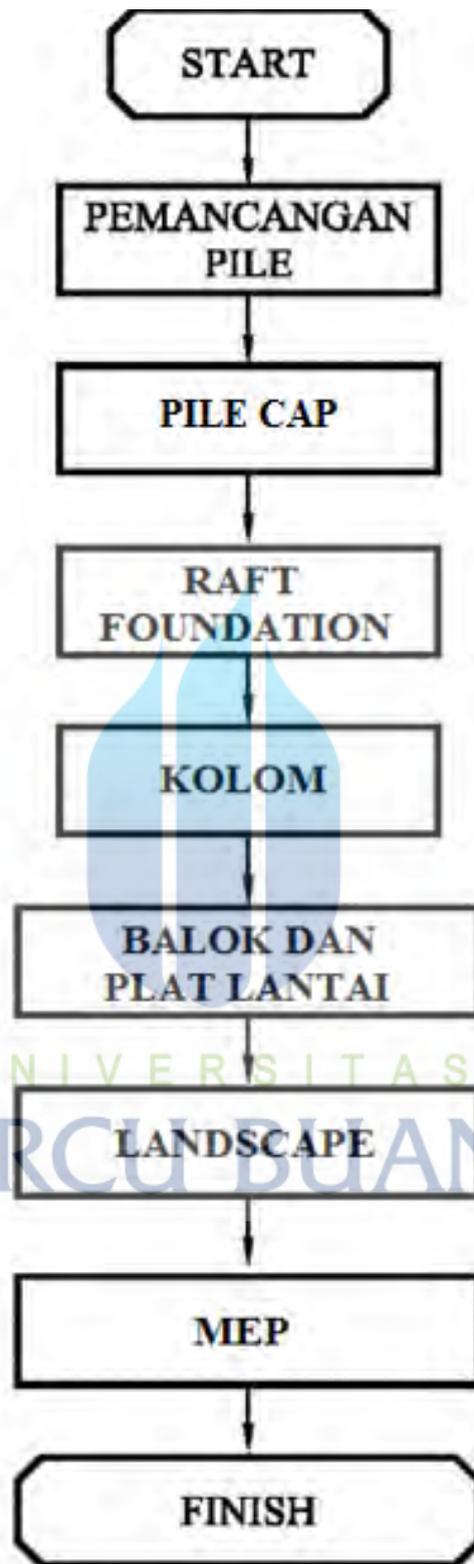
- Helm proyek
- Sapatu safety
- Rompi
- Sarung tangan
- Masker
- Kacamata

5.5. Pelaksanaan Konstruksi Apartemen

Dalam pelaksanaan konstruksi *apartemen* yang berada pada lokasi jalan lingkar luar barat, secara garis besar memiliki beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Pekerjaan tiang pancang
2. Pekerjaan pile cap
3. Pekerjaan *raft foundation*
4. Pekerjaan kolom
5. Pekerjaan balok dan plat lantai
6. Pekerjaan *Landscape*
7. Pekerjaan MEP
8. Pekerjaan Finishing

Adapun gambar yang menunjukkan tahapan-tahapan pekerjaan apartemen di proyek *Ciputra International Phase 1 Tower 4 & 5* sebagai berikut:

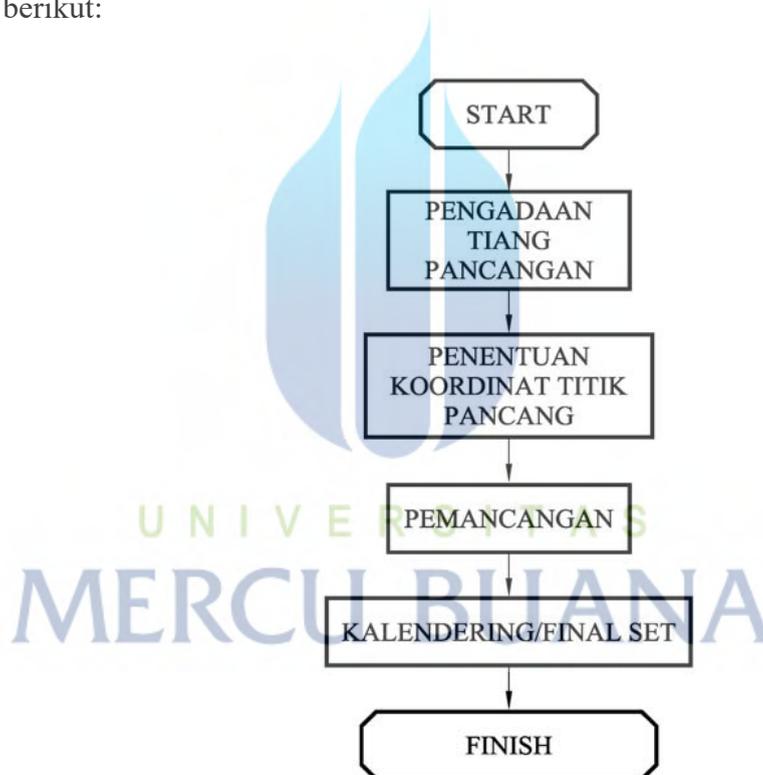


Gambar 5. 3 Tahapan Pekerjaan Aparteme

5.6. Pekerjaan Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang adalah suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan jalan menyerap lenturan pondasi tiang pancang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang pancang yang terdapat di bawah konstruksi dengan tumpuan pondasi.

Adapun gambar yang menunjukkan tahapan dari pekerjaan tiang pancang adalah sebagai berikut:



Gambar 5. 4 Tahapan Pekerjaan Tiang Pancang

Alat yang digunakan dalam pekerjaan pemancangan tiang pancang :

1. Hydraulic jacking pile
2. Tower crane
3. Total station
4. Waterpass
5. Mesin las

5.7. Pekerjaan Pile Cap

Pile cap merupakan suatu cara untuk mengikat pondasi sebelum didirikan kolom di bagian atasnya. *Pile cap* tersusun atas tulangan baja yang membentuk suatu bidang dengan ketebalan 50 mm atau lebih dan lebar yang berbeda-beda tergantung dari jumlah tiang yang tertanam.

Fungsi dari *pile cap* adalah untuk menerima beban dari kolom yang kemudian akan terus disebarkan ke tiang pancang dimana masing-masing pile menerima $1/N$ dari beban oleh kolom dan harus \leq daya dukung yang diijinkan (Y ton) (N= jumlah kelompok pile). Jadi beban maksimum yang bisa diterima oleh pile cap dari suatu kolom adalah sebesar $N \times (Y \text{ ton})$.

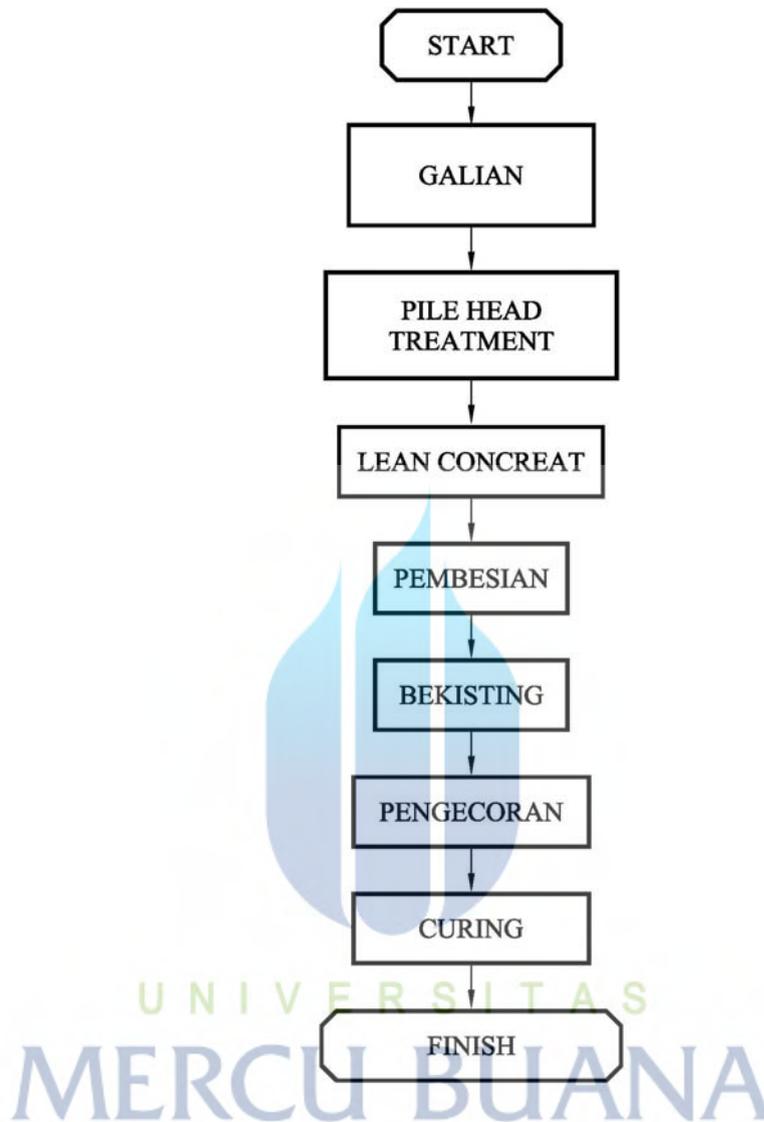
Pile cap ini bertujuan agar lokasi kolom benar-benar berada dititik pusat pondasi sehingga tidak menyebabkan eksentrisitas yang dapat menyebabkan beban tambahan pada pondasi. Selain itu, seperti halnya kepala kolom, pile cap juga berfungsi untuk menahan gaya geser dari pembebanan yang ada.



Gambar 5. 5 Pile Cap Tertanam

Bentuk dari pile cap juga bervariasi dengan bentuk segitiga dan persegi panjang. Jumlah kolom yang diikat pada tiap pile cap pun berbeda tergantung kebutuhan atas beban yang akan diterimanya. Terdapat pile cap dengan pondasi tunggal, ada yang mengikat 2 dan 4 buah pondasi yang diikat menjadi satu. Adapun tahapan pelaksanaan dalam pembuatan pile cap dapat di lihat dari gambar di bawah ini:

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Gambar 5. 6 Tahapan Pile Cap

5.7.1. Kebutuhan Alat Pekerjaan Pile Cap

Tabel 5. 1 Kebutuhan Alat Pile Cap

Jenis Pekerjaan	Satuan	Jumlah Alat
Pekerjaan Plie cap	m3	
Excavator 0.8 m3	Unit	4
Dump Truck	Unit	12
Bekisting Pile Cap	Set	8
Jumlah Pile Cap	Set	53
Siklus penggunaan Bekisting Per set	Hari	10

5.7.2. Tahapan-tahapan pengerjaan Pile Cap, yaitu :

1. Setelah dilakukan penggalian tanah, dilakukan pemotongan pile sesuai elevasi pile cap yang diinginkan.
2. Tanah disekeliling pile digali lagi sesuai dengan bentuk pile cap yang telah direncanakan.
3. Pada pile dilakukan pembobokan pada bagian betonnya hingga tersisa tulangan besinya yang kemudian dijadikan sebagai stek pondasi sebagai pengikat dengan pile cap. Pembobokan hanya sampai elevasi dasar pile cap saja.
4. Melakukan pemasangan bekisting dari batako disekeliling daerah pile. Penggunaan batako ini dipilih karena batako cukup kuat untuk menahan beban sebagai bekisting serta cukup murah untuk pada akhirnya ditimbun bersama saat pengecoran.
5. Sebagai landasan pile cap, dibuat lantai kerja terlebih dahulu dengan ketebalan 10 cm.
6. Melakukan pemasangan tulangan-tulangan pile cap yang meliputi tulangan utama atas dan bawah, persiapan stek pondasi, pemasangan kaki ayam, beton decking dan pemasangan stek pile cap sebagai penghubung menuju kolom.
7. Sebelum dilakukan pengecoran, tanah disekitar bekisting ditimbun kembali untuk menahan beban pengecoran dan meratakan kondisi tanah seperti semula.

8. Setelah semua persiapan sudah matang, maka dapat dilakukan pengecoran pada pile cap.

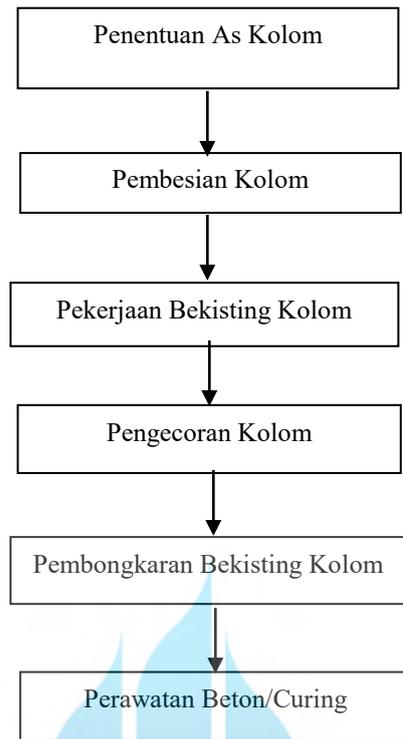
5.8. Pekerjaan Raft Foundation

Raft Foundation adalah salah satu tipe pondasi bangunan gedung bertingkat. Jika pada umumnya, pondasi gedung merupakan gabungan antara tiang pancang/bored pile, pile cap/poor, dan tie beam, maka system raft foundation menghilangkan pile cap dan tie beam diganti dengan sebuah pondasi masif yang menyatukan seluruh pile cap atau bored pile yang ada.

5.9. Pekerjaan Kolom

Kolom merupakan struktur utama dari portal yang terbuat dari beton bertulang dan berfungsi untuk memikul beban vertikal, beban horizontal dan momen yang berasal dari beban tetap maupun beban sementara. Proyek ini dirancang dengan menggunakan ukuran kolom yang bervariasi berdasarkan beban yang diterima. Berikut merupakan bagan alir pembuatan kolomnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Gambar 5. 7 Bagan Alir Tahapan Pembuatan Kolom

5.9.1. Tahapan-tahapan pengerjaan Kolom, yaitu :

1. Penentuan As Kolom

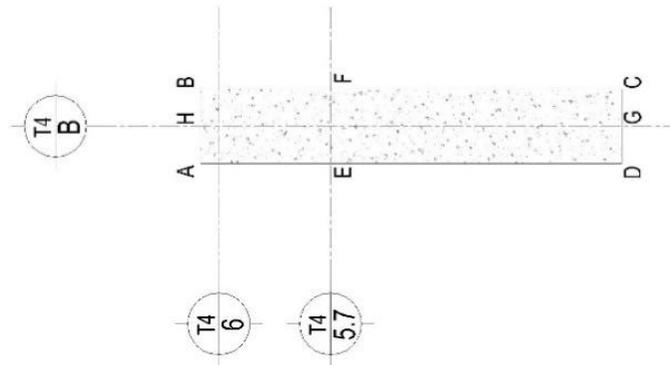
As kolom diperoleh dari hasil pekerjaan pengukuran, pada tahap itu dilakukan marking atau memberi tanda berupa garis pada pelat lantai atau raft foundation, marking dapat dijadikan sebagai dasar penentuan letak kolom. Cara penentuan as adalah dengan menggunakan alat theodolite, yaitu dengan menentukan letak as awal dan kemudian menentukan as yang lain dengan mengikuti jarak yang telah ditentukan sesuai shop drawing. Letak as kolom harus selalu dikontrol untuk meminimalisasi kesalahan

yang mungkin akan terjadi, seperti letak kolom yang bergeser sehingga menyebabkan kolom miring.

Pada proyek pembangunan *Ciputra International Phase 1 Tower 4 & 5* ini, titik (0,0) diambil dari elevasi jalan yang berada pada sebelah selatan bangunan (apartemen).

Pengukuran as kolom menggunakan metode pengukuran horizontal. Pengukuran ini bertujuan agar posisi kolom sesuai dengan as yang telah direncanakan. Alat yang digunakan adalah theodolite, meteran, besetan. Adapun cara pengukuran ini adalah sebagai berikut :

- Siapkan alat yang dibutuhkan
- Letakkan *theodolite* 1 m dari as kolom sebagai as pinjaman, arahkan *theodolite* ke bak ukur A lalu set untuk 0° . Tarik garis dari *theodolite* ke bak ukur untuk marking.
- Tanpa berpindah tempat arahkan *theodolite* ke bak ukur B hingga menunjukkan 90° kemudian tarik garis lurus.
- Selanjutnya ukur jarak masing-masing as kolom sesuai gambar rencana. Maka akan didapatkan titik A,B,C,D,E,F.
- Dari titik A,B,C,D,E,F dikurangi as pinjaman sehingga diketahui letak as kolom



Gambar 5. 8 Ilustrasi titik A,B,C,D,E,F

- Lakukan pengukuran untuk kolom lainnya

2. Fabrikasi Kolom

Tulangan kolom dikerjakan di tempat dimana kolom akan berdiri pada lantai dasar dan pada lantai selanjutnya dikerjakan pada los besi. Diameter tulangan yang akan digunakan bervariasi tergantung tipe kolom pada shop drawing.

Langkah pekerjaan pada tahap pembuatan tulangan kolom adalah sebagai berikut :

- Persediaan baja tulangan dalam hal ini, tipe baja tulangan yang digunakan untuk kolom adalah tulangan ulir dengan diameter 19 mm ,22mm ,32 mm. Persediaan baja tulangan terdapat pada bagian fabrikasi, dimana dekat dengan alat bar cutter dan bar bender.
- Pemotongan tulangan dengan bar cutter panjang tulangan utama kolom yang digunakan merupakan kalkulasi dari tinggi lantai dan panjang overlapping sambungan. Panjang penyaluran yang digunakan adalah sebesar 45 kali diameter tulangan. Pemotongan tulangan utama dilakukan sesuai dengan tinggi tiap lantai. Penyambungan kolom dilakukan tiap

pergantian lantai. Dilebihkan 40 kali diameter keatas untuk memudahkan penyambungan.

- Pemotongan tulangan dengan bar cutter panjang tulangan utama kolom yang digunakan merupakan kalkulasi dari tinggi lantai dan panjang overlapping sambungan. Panjang penyaluran yang digunakan adalah sebesar 45 kali diameter tulangan. Pemotongan tulangan utama dilakukan sesuai dengan tinggi tiap lantai. Penyambungan kolom dilakukan tiap pergantian lantai. Dilebihkan 40 kali diameter keatas untuk memudahkan penyambungan.
- Pembengkokan tulangan sengkang dengan bar bender tulangan sengkang yang digunakan pada proyek ini adalah tulangan ulir dengan ukuran diameter tulangan 13 mm. Pada setiap tulangan sengkangnya diberi tekukan pada masing-masing ujungnya yang berfungsi sebagai pengunci tulangan sengkang itu sendiri. Tekukan tersebut sebesar 6 kali diameter sengkang.
- Perangkaian tulangan utama dan tulangan sengkang untuk perangkaian tulangan utama dan tulangan sengkang, langsung di rangkai di tempat lokasi kolom akan berdiri, karena mengingat lahan yang tersedia tidak memungkinkan dilakukan perakitan kolom di luar lokasi.



Gambar 5. 9 Tulangan Kolom

3. Pemasangan Tulangan Kolom

Pekerjaan pemasangan tulangan kolom pada proyek ini dilakukan langsung di lokasi yang akan didirikan kolom, yang membedakan cara pemasangannya ada 2 yaitu pemasangan kolom yang tulangannya tertanam di dalam raft foundation, dan pemasangan kolom yang menyambung ke lantai atasnya.

- **Pemasangan tulangan kolom yang tertanam pada raft foundation.**

Dalam hal ini, proses perakitan tulangan kolom dilakukan pada titik kolom tersebut. Pemasangan diawali dengan pemasangan tulangan utama dengan tinggi setinggi penjumlahan tinggi lantai, tebal *raft foundation*.



Gambar 5. 10 Tulangan Kolom yang masuk raft foundation

Tulangan-tulangan utamanya di pasang tepat di lokasi yang telah diberi tanda oleh surveyor. Supaya tulangan tetap pada tempat yang direncanakan pada gambar rencana, tulangan dikaitkan antara tulangan satu dengan yang lainnya dengan menggunakan kawat bendrat. Setelah tulangan utama terpasang dilanjutkan dengan memasang tulangan sengkang. Tulangan sengkang sudah dibuat di lokasi pabrikasi besi, jadi di lapangan hanya memasangnya langsung.

Untuk memasang tulangan sengkang yang mempunyai jarak tertentu yang sesuai gambar rencana, tulangan utamanya diberi tanda berupa kapur dimana tempat tulangan sengkang akan terpasang. Dengan begitu akan mempermudah dan mempercepat pemasangan tulangan sengkang yang sesuai dengan gambar rencana.

Setelah semua tulangan terpasang, untuk menjaga tebal selimut beton pada saat pengecoran di pasang decking beton di sisi luar kolom.

- **Pemasangan tulangan kolom yang menyambung ke lantai atas**

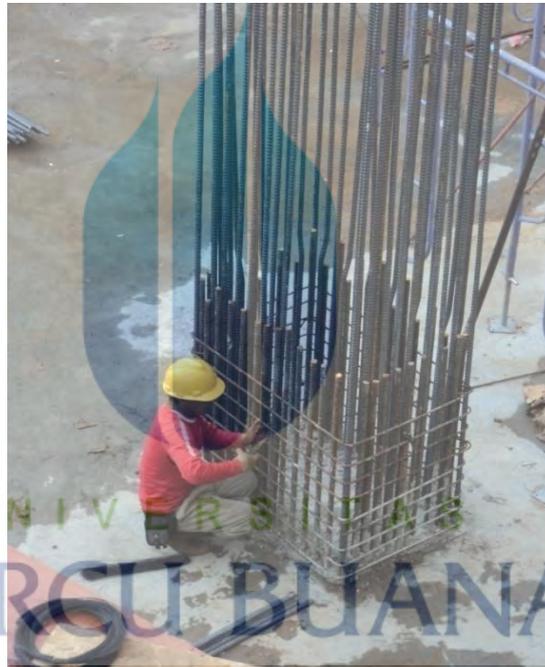
Pengecoran dilakukan dengan cara sistem meja, yaitu pengecoran kolom dan balok dilakukan secara berbarengan. Hal ini akan mempengaruhi juga bagaimana dan kapan menyambung kolom ke atasnya.

Proses penulangannya selebihnya sama seperti pada kolom yang tertanam di raft foundation, hanya saja terdapat penyambungan tulangan di pemasangan tulangan kolom kali ini. Penyambungan dilakukan dengan mengikatkan tulangan di atasnya dengan sisa tulangan dari kolom di bawahnya dengan menggunakan kawat bendrat. Untuk pemasangan tulangan sengkang dilakukan sama dengan cara pemasangan pada kolom sebelumnya.

Setelah semua tulangan terpasang dipasang decking beton untuk menjaga tebal selimut kolom agar sesuai dengan yang di rencanakan yaitu 40 mm.



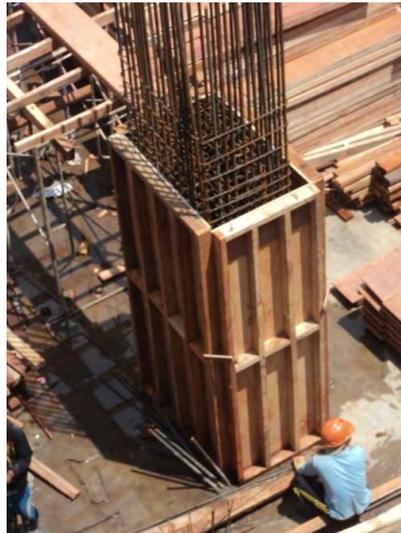
Gambar 5. 11 Sisa tulangan kolom dari pemasangan dilantai dibawahnya



Gambar 5. 12 Penyambungan kolom

4. Pekerjaan Bekisting Kolom

Pekerjaan bekisting kolom dilakukan secara manual. Bekisting kolom ini terbuat dari perimeter sehingga dapat menutupi kolom yang akan dilakukan pengecoran. Besarnya bekisting disesuaikan kolom yang akan diberi bekisting. Untuk mengencangkan perimeter saat pengecoran maka di beri Tie Rod.



Gambar 5. 13 Bekisting kolom

5. Pengecoran Kolom

Setelah bekisting kolom selesai dipasang pada semua kolom yang akan di cor dan semua bekisting telah terpasang dengan baik dan sesuai dengan kebutuhannya, tahap selanjutnya adalah pengecoran kolom. Pengecoran dilakukan dengan menggunakan concrete bucket dan manuvernya dibantu dengan menggunakan tower crane dan mobile crane.

Proses pengecoran dari kolom adalah sebagai berikut:

- Loading peralatan pengecoran. Semua alat disiapkan di batching plan proyek.
- Beton ready mix datang ke lokasi proyek
- Campuran beton dituang ke concrete bucket.
- Campuran beton dalam concrete bucket diangkat dengan tower crane diposisikan pada kolom yang siap di cor. Setelah pada posisi yang tepat concrete bucket di buka dan diatur dengan handle.
- Bersamaan dengan pengecoran juga dilakukan pemadatan dengan concrete vibrator supaya tidak terdapat gelombang udara pada hasil cor.

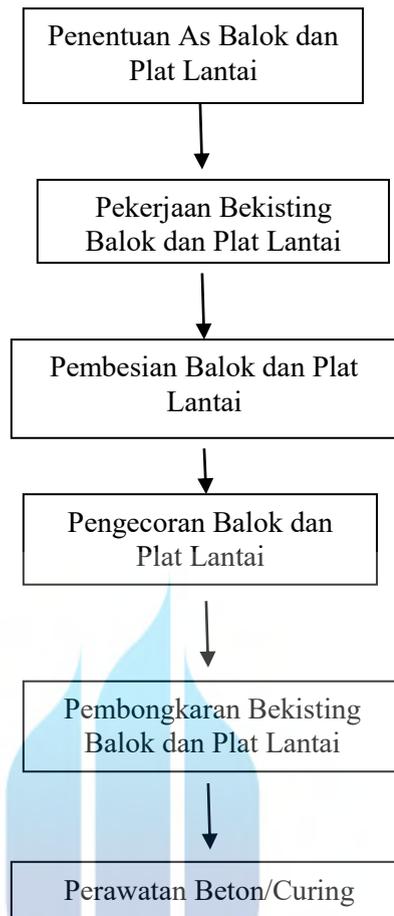
6. Pembongkaran Bekisting Kolom

Proses pembongkaran bekisting kolom dilakukan setelah beton dianggap mulai mengeras. Kurang lebih 12 jam setelah pengecoran bekisting kolom dilakukan pembongkaran. Hal ini dapat dilakukan karena kolom pada saat tahapan pekerjaan tidak menopang gaya yang besar dari pekerja dan beban-beban lainnya. Pembongkarannya dilakukan secara manual.

5.10. Pekerjaan Balok dan Plat

Pekerjaan balok dan pelat lantai dilaksanakan setelah pekerjaan penulangan dan pemasangan bekisting kolom selesai. Balok dan plat tersebut berfungsi untuk menahan beban merata bangunan di setiap lantai bangunan gedung tersebut. Pekerjaan balok dan pelat lantai meliputi beberapa kegiatan antara lain penentuan as balok, pembuatan bekisting balok dan pelat lantai, penulangan balok dan pelat lantai pengecoran balok dan pelat lantai, pembongkaran bekisting balok dan pelat lantai, dan perawatan beton.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Gambar 5. 14 Bagan Alir Tahapan Pembuatan Balok dan Plat Lantai

5.10.1. Penentuan As Balok dan Plat Lantai

Penentuan as balok dan pelat lantai harus dilakukan secara cermat dan teliti, agar menghasilkan elevasi yang sama dalam pembuatan balok dan pelat lantai. Pengukuran dengan menggunakan alat Theodolit dan Waterpass untuk memastikan kedataran balok dan pelat. Ada beberapa langkah dalam penentuan as balok dan pelat lantai (arah horisontal), antara lain:

- Mengukur setinggi 1m dari dasar kolom dan diberi kode pada kolom tersebut
- Kemudian dengan menggunakan autolevel, kolom yang lain juga diberi kode elevasi 1 m dari dasar kolom

- Dari kode tersebut, diukur sesuai tinggi yang diinginkan sebagai elevasi dasar bekisting balok
- Kemudian dari dasar bekisting balok tersebut diukur setinggi ketinggian balok sebagai elevasi dasar bekisting plat lantai

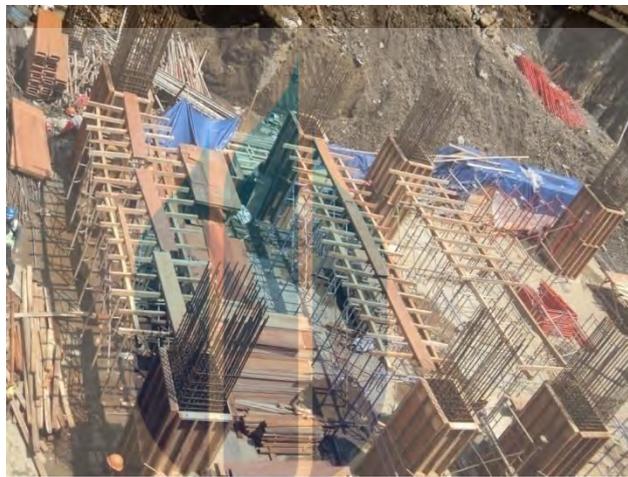
Sedangkan as balok dan pelat lantai (arah vertikal) as kolom yaitu dengan membuat lot, yaitu lubang persegi pada lantai bangunan yang berukuran 20x20 cm. Letak lot ini tetap berada pada satu garis vertikal. Pada lubang lot ini alat ukur theodolit akan diletakkan dan kemudian ditembakkan marking as yang kemudian menentukan as yang lainnya sesuai dengan gambar rencana.

5.10.2. Pekerjaan Bekisting Balok dan Pelat

Pada pembuatan bekisting balok dan pelat lantai dilakukan sebelum dilakukan penulangan balok dan pelat. Sistemnya menggunakan sistem perancah. Sistem perancah yang dimaksud disini adalah dengan menggunakan scaffolding. Pemasangan sistem perancahnya dilakukan setelah dilakukan pemasangan bekisting kolom. Perancah ini berfungsi menahan beban horizontal yang terletak diantara kolom-kolom. Pelaksanaan pekerjaan bekisting balok adalah sebagai berikut:

- Melakukan pemasangan *scaffolding* (perancah) yang dipasang mengelilingi yang terletak diantara kolom-kolom. Pemasangan diawali dengan memasang base jack pada posisinya. Dilanjutkan memasang main frame dan cross brace. Kemudian memasang *head jack*

- Setelah *scaffolding* pemasangannya sudah sampai *head jack*, diatas head jack dipasang balokan yang arahnya melintang selebar *scaffolding*.
- Kemudian dipasang bottom beam atau bagian bawah balok dengan menggunakan kayu papan selebar balok yang akan dikerjakan.
- Melakukan perakitan tulangan balok diatas bottom beam sesuai gambar rencana.
- Memasang *side form* berikut perkuatannya.



Gambar 5. 15 Bekisting balok dengan perancah

Sedangkan untuk bekisting pelat lantainya adalah sebagai berikut:

- Setelah bekisting balok dipasang mengelilingi kolom dilanjutkan dengan memasang bekisting pelat lantai.
- Memasang girder melintang dan memanjang selebar pelat lantainya
- Memasang *plywood* diatas *girder*



Gambar 5. 16 Kayu untuk bekisting pelat lantai



Gambar 5. 17 Pemasangan bekisting pelat lantai

5.10.3. Pembesian Balok dan Pelat Lantai

Tulangan balok dan pelat lantai dikerjakan di lokasi yang akan dipasang. Diameter tulangan yang akan digunakan bervariasi tergantung tipe balok pada shop drawing.

5.10.4. Pembuatan Tulangan Balok

Langkah pekerjaan pada tahap pembuatan tulangan balok adalah sebagai berikut :

- Proses pemotongan dan pembengkokan tulangan dilakukan di pabrikasi lapangan, kemudian dipindahkan ke lokasi akan dibuat

balok. Pemotongan baja tulangan dilakukan dengan menggunakan bar cutter. Pemotongan disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan. Sedangkan pembengkokan tulangan dilakukan dengan menggunakan bar bender dan dilakukan sesuai dengan ketentuan pendetailan tulangan.



Gambar 5. 18 Pembuatan tulangan balok

Proses perangkaian tulangan balok adalah sebagai berikut:

- Memasang decking beton, dan memasang tulangan bawah balok di atas decking beton tersebut. Memasang tulangan bawah balok di atas beton decking.
- Ujung tulangan bawah dimasukkan ke dalam tulangan kolom sebagai penjangkaran, minimal 25 kali diameter tulangan.
- Apabila terdapat sambungan pada pembesian dilakukan overlapping sepanjang 40 D. Sambungan tulangan dilakukan berselang seling dan penempatan sambungan tidak pada posisi momen maksimum.
- Memasang tulangan atas dengan ujung tulangan atas dimasukkan kedalam tulangan kolom sebagai penjangkaran sebesar 40 D.



Gambar 5. 19 Beam & column joint

- Mengukur jarak tulangan sengkang dengan meteran dan diberi tanda dengan menggunakan kapur tulis. Dan memasang tulang sengkang sesuai jarak yang telah ditandai dengan kapur.
- Merangkai tulangan-tulangan sesuai dengan shop drawing, antar tulangan diikat menggunakan kawat bendrat. Beberapa hal yang harus diperhatikan saat perangkaian adalah jumlah dan diameter tulangan utama, diameter dan jarak tulangan geser terutama pada daerah tumpuan dan lapangan. Jarak tulangan geser pada daerah tumpuan lebih rapat dibandingkan jarak pada daerah lapangan, hal ini dimaksudkan untuk mengatasi momen yang terjadi pada balok.



Gambar 5. 20 Balok tulangan rapat dan renggang

5.10.5. Pembuatan Tulangan Pelat Lantai

Pelat lantai didesain sebagai pelat dua arah, pada pelat ditumpu oleh ke empat sisinya. Secara matematis syarat pelat dua arah adalah $L_y/L_x < 3$ (L_y = panjang pelat dan L_x = lebar pelat) dan pembesian pelat dibuat secara 2 lapis. Proses pemotongan dan pembengkokan tulangan dilakukan di pabrikasi besi, kemudian dipindahkan ke lokasi akan dibuat pelat lantai. Tahapan pembesian plat lantai adalah sebagai berikut :

- Pemasangan tulangan bawah lapis pertama di atas beton decking.



Gambar 5. 21 Decking beton dan tulangan bawah pelat lantai

- Ujung tulangan bawah dimasukkan ke dalam tulangan balok sebagai penjangkaran, minimal 30 kali diameter tulangan
- Pemasangan tulangan bawah lapis kedua di atas tulangan bawah lapis pertama dengan arah tegak lurus, kemudian diikat dengan kawat bendrat
- Pemasangan decking besi yang berfungsi sebagai penjaga jarak antara tulangan atas dan tulangan bawah pelat lantai tersebut. Diikat dengan tulangan bawah lapis kedua dengan kawat bendrat
- Pemasangan tulangan atas lapis pertama di atas tulangan penumpu (kaki ayam), kemudian diikat dengan kawat bendrat



Gambar 5. 22 Decking besi plat lantai

- Pemasangan tulangan atas lapis kedua di atas tulangan atas lapis pertama dengan arah tegak lurus, kemudian kedua tulangan tersebut diikat dengan kawat bendrat.



Gambar 5. 23 Tulangan pelat lantai dengan decking besi

- Pada pembesian pelat lantai hal yang perlu diperhatikan antara lain:
- Letak tulangan penumpu (kaki ayam), agar jarak antara tulangan atas dan bawah tidak mengalami perubahan.
- Letak dan lubang-lubang untuk keperluan mekanikal, elektrikal dan plumbing.

5.10.6. Pengecoran Balok dan Pelat

Alat yang digunakan dalam proses pelaksanaan pengecoran balok dan pelat lantai adalah dengan menggunakan concrete pump. Fungsi alat ini adalah

untuk memompakan beton ready mix dari truck mixer ke lokasi pengecoran dengan menggunakan pipa pengecoran yang disambung dengan klem. Sebelum proses pengecoran dilaksanakan, maka perlu dilakukan hal - hal seperti :

Pemeriksaan Bekisting

Posisi dan kondisi bekisting harus dicek lagi apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan. Bekisting harus lurus sesuai dengan as-nya, tegak, dan tidak bocor. Bekisting juga harus kuat, terpasang dengan kokoh agar tidak bergeser karena getaran dan tekanan adukan beton selama proses pengecoran. Mengingat pentingnya pemeriksaan ini, maka tidak boleh ditunda sampai mendekati waktu pengecoran. Pemeriksaan ini meliputi :

- a. Ukuran bekisting (lebar dan tinggi)
- b. Kemungkinan elevasi tidak tepat
- c. Kemungkinan tidak tegak lurus terhadap bidang horizontal maupun vertical
- d. Kebersihan lokasi pengecoran
- e. Pemeriksaan sambungan dan perkuatan bekisting
- f. Jarak beton decking
- g. Kesesuaian pelaksanaan pekerjaan pembesian dengan shop drawing.

5.10.7. Pemeriksaan Penulangan

Pekerjaan penulangan harus sudah selesai dan diperiksa sebelum pelaksanaan pengecoran. Pemeriksaan pemasangan tulangan dimaksudkan untuk mengetahui ukuran, ketepatan letak dan jumlah tulangan, sehingga akan terbentuk

konstruksi beton yang sesuai dengan spesifikasi teknis. Pemeriksaan ini berkaitan dengan :

- Pemeriksaan jumlah dan ukuran tulangan utama
- Pemeriksaan jumlah, jarak, dan posisi sengkang
- Pemeriksaan penyambungan tulangan
- Pemeriksaan kekuatan bendrat
- Tulangan harus bebas dari kotoran dan karat serta bahan-bahan lain yang dapat mengurangi daya rekatan.

Setelah semua pemeriksaan selesai dilakukan tahap selanjutnya adalah pengecoran. Urutan pelaksanaan pengecoran balok dan pelat lantai adalah sebagai berikut :

- Sebelum dilakukan pengecoran, lantai bekisting pelat dan balok yang akan dicor dibersihkan dari kotoran dan loose material dengan menggunakan compressor.
- Melakukan pengecekan keseragaman ketinggian pelat lantai dengan menggunakan waterpass. Hal ini dimaksudkan supaya hasil pengecoran tidak bergelombang.
- Untuk pelaksanaan pengecoran balok dan plat lantai digunakan concrete pump. Saat melakukan pengecoran dilakukan juga concrete vibrator supaya tidak ada celah-celah balok atau pelat lantai yang tidak terisi oleh beton.
- Pelaksanaan pengecoran dibagi menjadi beberapa zona. Jadi tiap zona nanti diberikan stop cor berupa kawat ayam. Untuk pemberhentian

pengecoran di balok dan pelat lantai yaitu 1/5 L. Beton yang digunakan untuk plat dan balok ini memiliki mutu $f'c$ 30 MPa dan nilai slump 120 ± 20 mm.



Gambar 5. 24 Pemasangan kawat ayam sebagai stop cor

- Persiapan pengecoran diawali dengan mempersiapkan peralatan pengecoran di batching plan proyek.
- Beton ready mix yang dibawa truck mixer tidak langsung dimasukan ke alat pengecoran namun dilakukan beberapa pengecekan, seperti pengecekan suhu, nilai slump, dan uji silinder.
- Truck mixer yang datang pertama hanya membawa mortar (semen dan pasir). Truck mixer pertama tidak dilakukan pengecekan, karena mortar hanya difungsikan untuk pelumas pada pump.
- Untuk pengecoran balok dan pelat tidak ditambahkan intergral waterproofing, untuk truck mixer kedua dan seterusnya akan selalu dilakukan pengecekan suhu dan slump test. Untuk uji silinder hanya diambil dari truck mixer dengan nomer kedatangan kelipatan lima.
- Saat proses pengecoran dipadatkan pula dengan vibrator dengan maksud agar beton benar- benar menyebar, tidak mengumpul di satu lokasi.

Digunakannya concrete pump juga dimaksudnya supaya manuver dalam pengecoran lebih mudah.



Gambar 5. 25 Proses pengecoran balok

- Setelah itu adukan diratakan dengan alat perata sesuai dengan tinggi peil yang sudah ditentukan. Pada plat lantai basement, ditaburi floor hardener dengan konsumsi $\pm 3 \text{ kg/m}^2$ dan diratakan dengan trowel.



Gambar 5. 26 Penggunaan trowel untuk floor hardener (kiri) ; lantai yang sudah diratakan dengan trowel (kanan)

- Untuk lokasi penghentian pengecoran diolesi oleh suatu cairan yang disebut dengan waterstop. Hal ini berfungsi supaya saat penghentian pengecoran tidak ada air yang masuk pada lokasi sambungan pengecoran.

5.10.8. Pembongkaran Bekisting Balok dan Pelat

Pembongkar bekisting balok dan pelat dilakukan setelah berumur 14 hari dari proses pengecoran. Pada umur 7-21 hari, hanya balok induk yang masih ditopang oleh perancah. Pembongkaran bekisting balok dan pelat lantai dilakukan dengan menggunakan linggis secara bertahap mulai dari pinggir bentang ke arah tengah bentang. Hal ini dimaksudkan agar balok dan lantai tidak secara mendadak memikul berat sendiri yang dapat mengakibatkan keretakan pada struktur. Selain itu, sebelum plat lantai pada lantai selanjutnya dilakukan pengecoran, perancah pada balok induk masih terpasang sebagai penopang beban untuk menghindari terjadinya lendutan akibat beban tingkat. Pembongkaran dilakukan secara hati-hati agar tidak merusak bekisting, sehingga bekisting tersebut dapat digunakan lagi.

5.10.9. Perawatan Beton Balok dan Pelat

Perawatan beton balok dan pelat lantai dilakukan setiap hari selama 1 minggu sejak permukaan beton pada pelat lantai telah kering permukaannya, dengan cara menggenangi permukaan beton dengan air sehingga penguapan berlebih dari beton dapat dikurangi. Dengan demikian retak – retak beton yang timbul akibat pengaruh cuaca dapat dihindari.



Gambar 5. 27 Perawatan beton dengan menyiramkan air di atasnya

