

BAB III

PELAKSANAAN KERJA PROFESI

3.1 Bidang Kerja

3.1.1 Tinjauan Umum Proyek

Kegiatan Kerja Profesi (KP) dilaksanakan pada proyek Apartemen *Kingland Avenue* Serpong dengan pelaksana kontraktor adalah PT. Totalindo Eka Persada dengan meliputi pembelajaran, pemahaman, dan pengimplementasian materi-materi yang diperoleh Praktikan pada perkuliahan. Pembelajaran dan pengimplementasian Praktikan diawasi dan dibantu oleh pembimbing Kerja Profesi pada proyek. Praktikan berfokus pada pemahaman teknis pekerjaan struktur dan di ajarkan serta dibimbing oleh Bapak Dwi Ardianto selaku *Quality Control*.

Pembangunan Proyek Apartemen *Kingland Avenue* Serpong dipersiapkan sebagai pembangunan vertikal hunian dan bisnis *retail*. Praktikan diutamakan berfokus pada pembangunan vertikal hunian Tower Fritz pada Proyek *Kingland Avenue*. Tower Fritz sendiri terdiri dari 32 lantai dengan luas tanah $\pm 10.000 \text{ m}^2$ dan memiliki luas lantai bangunan $\pm 2.517 \text{ m}^2$ serta berdiri tegak setinggi $\pm 109,5 \text{ m}$. sampai pada tanggal 25 Agustus 2022, progress sudah mencapai lantai 25.

3.1.2 Lingkup Pekerjaan Profesi

Pengerjaan Tower Fritz struktur atas bertemu dengan kolom, balok, pelat lantai, dan *shearwall*. Praktikan berfokus dan mengambil pembahasan pada pembesian kolom Tower Fritz yang digunakan pada Lantai 22 Zona 3.



Gambar 3.1 Pembagian Zona Pekerjaan Struktur

3.2 Pelaksanaan Kerja

3.2.1 Induksi K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja)




Ketika akan melakukan kegiatan dikawasan proyek para pekerja, tamu dan *staff* disosialisasikan tentang K3 di proyek. Proses ini disebut induksi keselamatan. Safety induction dimaksudkan untuk menyebarkan hal yang berkaitan dengan kesehatan dan keselamatan selama pelaksanaan atau pengerjaan di proyek. Dengan demikian *safety induction* diharapkan untuk memberi pemahaman para pekerja tentang betapa pentingnya sebuah kesehatan dan keselamatan mereka di tempat kerja.

Berikut ini merupakan penunjang aspek keamanan kerja pada proyek.

A. Alat pelindung diri (APD)

Pada pembangunan proyek Apartemen Kingland Avenue, wajib menggunakan alat pelindung diri (APD) yang terdiri dari *safety helmet*, *safety vest*, *safety shoes* yang harus digunakan selama masa bekerja di proyek.

Tabel 3.1 Alat Pelingdung Diri (APD)

No.	Nama Gambar	Gambar	Keterangan
1	<i>Safety Helm</i>		<i>Safety Helm</i> berguna untuk melindungi kepala dari benda berbahaya dan tajam yang jatuh dari atas kepala serta menghindari juga benturan pada saat di lapangan.
2	<i>Safety Vest</i>		<i>Safety Vest</i> yang dilengkapi dengan alat pemantul cahaya dan berfungsi sebagai melihat pekerja di saat suasana gelap.
3	<i>Safety Shoes</i>		<i>Safety shoes</i> berfungsi melindungi area kaki dari bahaya di lapangan dan juga sebagai alas yang membantu dalam mobilisasi di proyek.

B. Rambu-rambu K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)

Rambu-rambu K3 sebagai informasi terkait keselamatan dan kesehatan kerja. Ini bertujuan untuk mengingatkan pihak proyek untuk selalu menaati regulasi keselamatan dan kesehatan kerja serta memberikan rambu-rambu evakuasi.



Gambar 3.2 Rambu-Rambu K3

C. Safety Net

Safety Net atau Jaring Pelindung yang bertujuan sebagai penyangga agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan, biasanya di gunakan pada bangunan yang belum memiliki dinding dan juga sebagai pelindung pekerja untuk mengerjakan bagian *facade*.



Gambar 3.2 Safety Net

3.2.2 Bahan Material yang Digunakan

A. Beton Ready Mix

Beton *ready mix* memiliki keunggulan yang ekonomis, tidak memerlukan tenaga kerja yang banyak, dan terjamin mutu yang didapatkan. Sebelum pekerjaan dimulai, *owner* pada proyek menunjuk kontraktor untuk menjalankan dan mengkoordinasi beton *ready mix* pada proyek konstruksi. Penyedia jasa beton siap pakai untuk proyek ini adalah PT. Concrete Pioneer. Salah satu alasan memilih PT. Pioneer Concrete adalah sebagai pemasok beton yang

memiliki lokasi yang cukup dekat dari proyek Apartemen Kingland Avenue Serpong dan memiliki beton yang berkualitas tinggi. Untuk pemesanan PT. Pioneer Concrete dengan cara sistem P-O atau *pre-order*.

Campuran pada beton *ready mix* terdiri dari campuran agregat, pasir, semen, air dan bahan tambahan untuk membentuk proses pengerasan beton secara cepat (*admixture*) dan meningkatkan beton pada kuat tekan-nya. Sebelum beton *ready mix* digunakan, adanya proses pengujian terlebih dahulu sesuai dengan spesifikasi komposisi material beton yang direncanakan. Setelah proses pengujian spesifikasi, langkah selanjutnya adalah menguji Beton (*trial mix*) di *batching plant*.

Pengujian dilakukan dalam bentuk pengujian set-up dan fabrikasi benda uji dari silinder uji beton. Setelah contoh beton *ready mix* sudah di masukkan kedalam silinder, silinder uji beton dikirim untuk diuji kuat tekan beton pada hari ke 7, 14, dan 28. Dibawah atau Tabel 3.2 adalah Hasil nilai *Slump Test* dan mutu beton ($f'c$) Karena proyek ini menggunakan komponen struktur yang berbeda, ini sudah sesuai dengan perencanaan yang ditentukan oleh konsultan dan juga memiliki kekentalan beton yang berbeda sehingga setiap beton *ready mix* dapat mengalir secara merata di kedua sisi komponen struktur.

Tabel 3.2 Nilai Mutu Beton *Ready Mix* Proyek *Kingland Avenue*

No.	Jenis Pekerjaan	Mutu $f'c$	Nilai Slump
1	Pondasi <i>Bore Pile</i>	35 MPa	18 ± 2 cm
2	<i>Pile Cap</i>	35 MPa	18 ± 2 cm
3	Dinding Penahan Tanah	50 MPa	12 ± 2 cm
4	Tangga	35 MPa	12 ± 2 cm
5	Kolom dan Dinding Geser	45 / 50 MPa	16 ± 2 cm
6	Balok dan Plat Lantai	35MPa	12 ± 2 cm

PT. Totalindo Eka Persada (2022)



Gambar 3.3 Beton Ready Mix dan Slump Test $f_c' 45$

B. Baja Tulangan

Baja Tulangan merupakan baja yang berupa batang silinder yang dibuat dengan cara proses *hot rolling*. Kemudian, Baja Tulangan digunakan untuk meningkatkan kuat tarik struktur beton. Adapun beberapa jenis tulangan yang digunakan pada proyek Apartemen *Kingland Avenue* Serpong adalah:

a. Baja Tulangan Polos

Tulangan polos merupakan tulangan yang memiliki bentuk alas lingkaran dan permukaan yang halus serta polos. Jenis tulangan ini terdapat pada tulangan geser, sengkang atau begel dan mempunyai kekuatan leleh 240 MPa.

b. Baja Tulangan Sirip atau *Reinforcing Steel*

Baja Tulangan Sirip atau *Reinforcing Steel* berupa tulangan untuk meningkatkan kekuatan ikatan tulangan dengan beton. Nilai baja yang digunakan dalam proyek ini yaitu BJTS 420B dan memiliki kuat tarik leleh sebesar 420 MPa. Pada lokasi proyek ini memiliki proses manufaktur di ruang terbuka.



Gambar 3.4 Fabrikasi Baja Tulangan

C. Kawat Bendrat

Kawat Bendrat adalah bahan yang digunakan sebagai bahan yang mengikat besi tulangan. Kawat bendrat ini digunakan untuk semua kegiatan penulangan pada struktur seperti pelat lantai, balok, kolom, dan *shear wall*. Kawat bendrat menjaga posisi besi agar tidak berpindah-pindah baik saat pemasangan besi di lapangan maupun saat kegiatan *pre-fabrication* di fabrikasi besi.



Gambar 3.5 Kawat Bendrat

D. Beton Decking

Beton *Decking* merupakan Campuran beton dengan bentuk silinder dan memiliki ukuran yang sesuai dengan perhitungan konsultan sebagai jarak antar tulangan. Fungsi dari Beton *Decking* pada proyek ini adalah memberi jarak pada pelat lantai agar tulangan bawah pada pelat lantai tidak menempel serta memberi

jarak selimut untuk pelat. Pada pengaplikasiannya pada pelat lantai, Beton *Decking* hanya diletakan tanpa diberi pengikat.



Gambar 3.6 Beton *Decking*

3.2.3 Alat Kerja Proyek

A. *Tower Crane*

Tower Crane merupakan salah satu alat berat yang sering dipakai pada pembangunan gedung tinggi. Fungsi dari alat ini adalah mengangkut bahan atau material dari bawah ke bagian atas. Bukan hanya secara vertikal tetapi alat ini juga bisa bekerja secara horizontal atau memindahkan bahan dan material secara horizontal. Dalam proyek Apartemen *Kingland Avenue* ini menggunakan dua *tower crane* sebagai alat bantu pengerjaan pembangunan.



Gambar 3.7 *Tower Crane* Proyek *Kingland Avenue*

B. Truck Mixer

Truck Mixer adalah salah satu kendaraan khusus yang dibuat untuk mengaduk campuran dari beton. Kendaraan ini dilengkapi alat *concrete mixer* untuk memproduksi beton *ready mix* yang digunakan pada saat pengecoran.



Gambar 3.8 *Truk Mixer*

C. Total Station atau Waterpass

Total Station merupakan alat yang digunakan untuk menentukan apakah sebuah benda berada pada garis yang sama atau sama rata. *Waterpass* pada proyek ini digunakan untuk menentukan apakah bekisting aluminium yang dipasang sudah rata dan sesuai dengan elevasi yang telah ditentukan.



Gambar 3.9 *Total Station atau Waterpass*

D. *Theodolite*

Theodolite merupakan sebuah alat ukur yang digunakan sebagai penentuan elevasi atau beda tinggi dari bidang tanah pada sudut datar dan juga sudut tegak. Penggunaan alat *Theodolite* biasanya sebagai survei penanda titik koordinat pada wilayah proyek yang sedang dikerjakan secara luas dan memiliki tingkat kesulitan ketika mengukur.



Gambar 3.10 Penggunaan *Theodolite*

E. *Bar Bender*

Bar Bender merupakan alat yang digunakan untuk menekuk besi sesuai dengan ketentuan yang telah ada. Biasanya alat ini digunakan untuk menekuk tulangan sengkang maksimal 32 mm dan memiliki dua alat mesin yang berguna sebagai tulangan sengkang dan sepihak.



Gambar 3.11 *Bar Bender*

F. *Bar Cutter*

Bar cutter adalah salah satu alat yang digunakan untuk memotong pada besi yang nantinya akan digunakan pada pembangunan. Penggunaan *Bar Cutter* ini membuat lebih cepat pekerjaan atau menghemat waktu.



Gambar 3.12 *Bar Cutter*

G. *Concrete Bucket*

Concrete bucket dengan *concrete pump* memiliki fungsi yang sama yaitu membawa campuran beton ke tempat pengecoran. Akan tetapi, *concrete bucket* tidak selalu digunakan karena penggunaannya yang hanya bisa membawa campuran beton dengan skala yang sedikit sehingga memakan waktu. Pada proyek ini, *concrete bucket* digunakan ketika *concrete pump* tidak digunakan.



Gambar 3.13 *Concrete Bucket*

H. *Passenger Hoist*

Passenger Hoist (PH) merupakan alat bantu yang digunakan pekerja proyek atau sumber daya manusia proyek. *Passenger Hoist* (PH) memiliki fungsi untuk mengangkat material dan juga alat lainnya yang dipergunakan pada lantai teratas.



Gambar 3.14 *Passenger Hoist*

I. *Air Compressor*

Air compressor merupakan sebuah alat bantu yang menghasilkan udara dengan tekanan yang tinggi. Dalam proyek ini, air compressor digunakan untuk membersihkan tulangan-tulangan, serpihan-serpihan, dan untuk *bekisting* yang tidak bersih agar tidak mengurangi kekuatan dari beton.



Gambar 3.15 *Air Compressor*

J. Concrete Vibrator

Concrete vibrator atau alat penggetar merupakan alat yang digunakan untuk proses pengecoran. Fungsinya adalah untuk memadatkan campuran beton pada *bekisting*. *Vibrator* ini digunakan untuk mengeluarkan udara yang terjebak pada campuran beton tersebut



Gambar 3.16 Concrete Vibrator

3.2.4 Metode Pelaksanaan Pekerjaan dan Perhitungan Volume Beton dan Pembesian pada Kolom

3.2.4.1 Kolom

Kolom merupakan salah satu komponen struktur dengan rasio yang cukup tinggi terhadap dimensi lateral terkecil sama dengan tiga atau lebih dan di pergunakan terutama mendukung beban aksial pada kolom.

Kolom juga sebagai komponen struktur bangunan yang tugas utamanya adalah menyangga beban aksial pada tekanan vertikal (P_n) dan momen nominal (M_n) di sebuah bangunan gedung. Kolom memiliki peranan penting di dalam proses struktur bangunan. Kegagalan kolom dapat berakibatkan langsung pada kehancuran komponen struktur lain yang berhubungan dengan kolom tersebut.

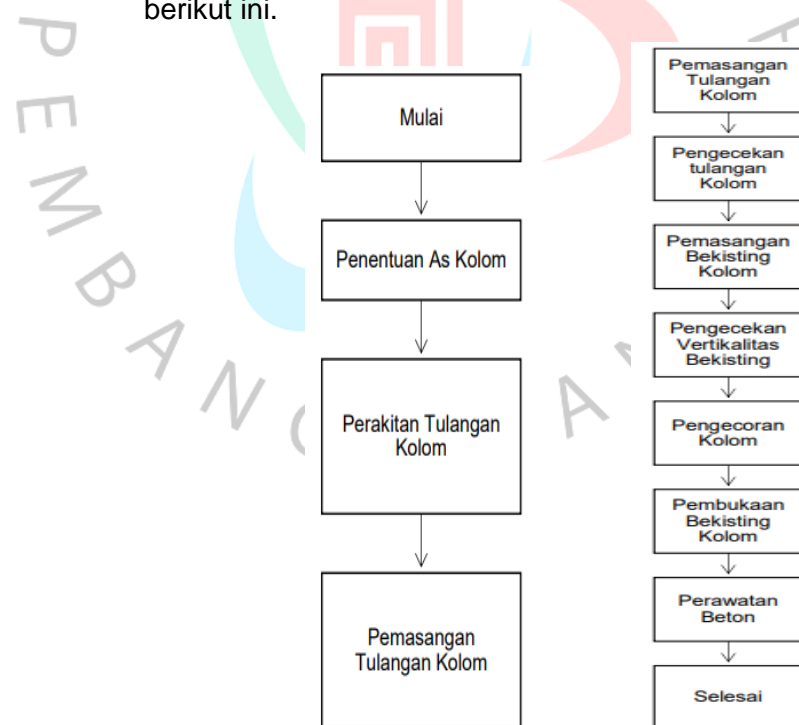
Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Syarat ukuran kolom yang baik adalah sebagai berikut:

1. Ketinggian kolom harus sesuai elevasi yang direncanakan.
2. Berada pada titik rencana, tidak geser, dan meleset.
3. Berbentuk tegak karena jika miring akan menyebabkan bentuk gedung miring, dinding retak, dan bisa menyebabkan keruntuhan.

3.2.4.2 Metode Pekerjaan Kolom

Metode pelaksanaan untuk pekerjaan kolom berfungsi agar pelaksanaan pekerjaan selesai dengan tepat, baik, dan memiliki catatan waktu yang cepat sesuai dengan rencana awal kerja.

Langkah-langkah yang harus dikerjakan dalam pelaksanaan pekerjaan kolom dapat dilihat dari bagan alir berikut ini.



Gambar 3.17 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Kolom dan Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Kolom (Lanjutan)

A. Penentuan As Kolom

Pelaksanaan penentuan As kolom dilakukan oleh *surveyor*. Dalam menentukan as kolom di lapangan harus mengikuti *shop drawing* untuk penempatan tulangan kolom. Agar kolom dapat berdiri dititik yang sudah direncanakan. Penentuan garis as ini harus dikerjakan dengan teliti, karena bila Pemasangan pada Tulangan Kolom, Pengecekan pada Tulangan Kolom, Pemasangan area *Bekisting* Kolom, Pengecekan Vertikalitas *Bekisting*, Pengecoran pada Kolom, Pembukaan area *Bekisting* Kolom, dan Perawatan Beton Selesai terjadi kesalahan maka posisi kolom yang berada diatas tidak sama dengan yang di bawahnya. Menentukan As kolom yang berada di lantai 21 adalah menggunakan alat bantu theodolite dengan cara membuat garis pinjaman As *grid* dan kemudian membuat as-as lain sesuai dengan jarak-jarak yang ditentukan pada perencanaan awal proyek.

B. Perakitan Tulangan Kolom

Proses perakitan pada tulangan kolom adalah sebelum dipasangnya ke titik yang direncanakan, tulangan kolom terlebih dahulu dibentuk dan dirangkai atau rakit dalam proses perakitan. Proses perakitan kolom dibantu dengan alat yaitu *Bar Cutter* yang berfungsi sebagai alat memotong besi dan juga *Bar Bender* yang berfungsi sebagai alat membengkokan besi. Perakitan tulangan kolom diawali dengan perakitan tulangan utama dengan tulangan sengkang pada kolom yang dibentuk dengan cara diikat menggunakan besi kawat bendrat.

C. Pemasangan Tulangan Kolom

Tulangan yang dirancang selanjutnya dibawa menggunakan alat berat *Tower Crane* untuk dipasangkan pada titik yang direncanakan. Pemasangan tulangan harus tepat pada tulangan menerus yang sudah ada pada kolom sebelumnya agar berada diposisi yang sama dengan yang dibawahnya. Tulangan kolom yang sudah tersusun maka dikaitkan dengan tulangan sengkang dan tulangan utama menggunakan kawat bendrat. Pada bagian luar tulangan kolom diletakkan *Beton Decking* sebagai selimut beton.

D. Pemasangan Tulangan Kolom

Pengecekan pada tulangan kolom yang sudah terpasang sangat diperlukan. Hal ini berfungsi agar tulangan yang sudah terpasang dengan tepat sesuai dengan yang direncanakan perencana dan *shop drawing*. Hal tersebut perlu diperiksa seperti jumlah tulangan yang dipergunakan dan jarak antar tulangan. Proses pada pengecekan biasanya dilaksanakan oleh pihak manajemen konstruksi dan pihak dari *Quality Control* kontraktor.

E. Pemasangan Bekisting Kolom

Setelah proses pengecekan, tulangan yang sudah lolos pengecekan akan dipasang *bekisting*. Pemasangan *bekisting* berfungsi untuk cetakan sementara pada beton selama terjadinya proses pengerasan. Sebelum dipasang pada tulangan, bagian dalam *bekisting* diberi minyak pelumas agar pada saat beton kering, *bekisting* mudah dilepas dari bagian kolom. *Bekisting* diangkut oleh alat berat *Tower Crane* dan selanjutnya dibantu oleh pelaksana untuk memasang *bekisting* pada tulangan kolom.

Setelah sudah terpasang, selanjutnya pengcheckan posisi *vertikaliti bekisting* terhadap as kolom.

F. Pengecekan Vertikalitas Bekisting

Cek vertikalitas *bekisting* digunakan untuk mengetahui posisi *bekisting* sudah sesuai dengan perencanaan atau belum. Apabila posisi bekisting ternyata kurang sesuai maka *tierod* yang berada di *bekisting* dikendorkan atau dikencangkan dengan cara memutar, sehingga posisinya sudah sesuai.

G. Pengecoran Kolom

Pengecoran menggunakan *ready mix* yang sudah lolos *slump test*. Proses pengecoran beton menggunakan *concrete bucket* yang diangkut oleh *tower crane* dalam posisi dikunci. Beton dituangkan sedeket-dekatnya dengan tempat *bekisting* sebagai pencegahan terjadinya pemisahan komposisi beton akibat dari perpindahan adukan pada cetakan sebuah beton. Pemadatan dilaksanakan dengan menggunakan alat bantu *concrete vibrator* untuk mengeluarkan beberapa gelembung udara yang terjebak didalam komposisi adukan semen yang timbul saat penuangan campuran beton.

H. Pembukaan Bekisting

Setelah di cor selama 12 jam maka dilakukan pelepasan *bekisting* kolom. Pembukaan *bekisting* dilakukan dengan melepaskan *pin-pin* yang menjadi pengunci bekisting. Pelepasan *bekisting* dilakukan dengan pembongkaran secara manual.

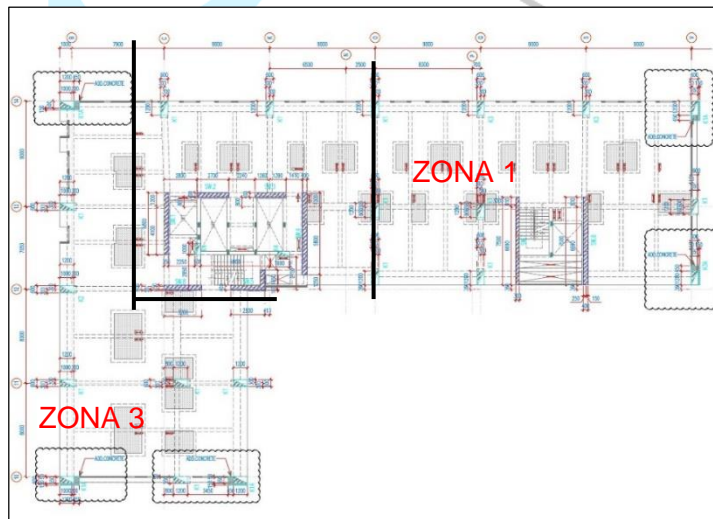
I. Perawatan Beton

Setelah terjadinya pembongkaran atau pembongkahan pada *bekisting* maka yang dilakukan perawatan pada beton. Tujuan dari perawatan beton adalah untuk menghindari terjadi penguapan air pada beton saat proses pengerasan beton di hari pertama dibuka dan perbedaan temperatur atau suhu beton yang mengakibatkan retaknya beton. Metode untuk mengantisipasi keretakan dan penguapan air adalah menggunakan metode *curing* dengan melapisi cairan *compound* pada permukaan beton untuk menghindari penguapan air yang berlebihan pada beton yang berakibat keretakan pada beton.

3.2.4.3 Perhitungan Kebutuhan Volume Beton dan Pembesian Kolom

A. Denah Kolom dan Detail Kolom

Pada pembangunan proyek Apartemen *Kingland Avenue* terdapat tipe kolom yang berbeda di lantai 22 tower 2 Zona 3.



Gambar 3.18 Denah Kolom Lantai 22

Tipe Kolom	Mutu Beton (f'c) MPa	Tulangan	POTONGAN		
K1	45	Dimensi	600x1200		
		Tulangan	28D25		
		Sengkang	D13-100		
		Pengikat	D13-100		
			7H	2V	
L _o		1200			
K1A		Dimensi	600x1200		
		Tulangan	28D25		
		Sengkang	D13-100		
		Pengikat	D13-100		
			7H		2V
L _o		1200			
K2		Dimensi	600x1200		
		Tulangan	34D25		
		Sengkang	D13-100		
	Pengikat	D13-100			
		7H	2V		
L _o	1200				

Gambar 3.19 Dimensi Potongan Kolom Tampak Atas Lantai 22 Zona 3

Berikut Gambar 3.20 ini adalah data yang didapat dari *shop drawing* yang berisikan gambar dimensi potongan tampak atas Kolom Lantai 22 Zona 3 yang digunakan sebagai dasar perhitungan volume beton dan pembesian kolom.

Tabel 3.3 Data Dimensi Denah Kolom Lantai 22 Zona 3.

Tipe Kolom	Dimensi (mm)		Banyak Kolom
	B	H	
K1	600	1200	5
K1A	750	1650	3
K2	600	1200	1
Jumlah			9

Berdasarkan data yang didapat atau Tabel 3.3 dari *shop drawing*, jumlah kolom yang berada di Lantai 22 zona 3 didapatkan sebanyak 9 buah kolom.

B. Perhitungan Volume Kolom

Berikut contoh perhitungan volume beton untuk kolom tipe K1 pada denah lantai 22.

1. Tinggi Lantai = 3200 mm
2. Panjang kolom = 1200 mm
3. Lebar kolom = 600 mm
4. Volume Kolom = (Panjang × Lebar × Tinggi) ×
Banyak Kolom
= (1200 × 600 × 3200) × 5
= 11520000000
= 11,520 m³

Tabel 3.4 Perhitungan Volume Kolom pada Lantai 2 Zona 3

Tipe Kolom	Dimensi (mm)			Banyak Kolom	Volume Total (mm ³)	Volume Total (m ³)
	B	H	T			
K1	600	1200	3200	5	11520000000	11,520
K1A	750	1650	3200	3	11880000000	11,880
K2	600	1200	3200	1	2304000000	2,304
Jumlah					25704000000	25,704

C. Perhitungan Volume Kebutuhan Tulangan Kolom Tipe K1

Perhitungan volume kebutuhan tulangan untuk kolom tipe K1 adalah sebagai berikut :

1. Tulangan Utama

- a. Diameter = 25 mm
- b. Tinggi Lantai = 3200 mm
- c. Jumlah Tulangan = 28 buah
- d. Panjang Penyaluran Besi = Overlap besi D25 + 1
= $(1,3 \times 930) + 1$
= 1210 mm
- e. Panjang Tulangan = Tinggi Lantai + Panjang Penyaluran
= 3200 + 1210
= 4410 mm
= 4,410 m
- f. Total Tulangan = Jumlah Tulangan x Jumlah Kolom
= 28 x 5
= 140 buah
- g. Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan}$
= $0,006165 \times 25^2 \times 4,410$
= 16,992 kg
- h. Berat Total = Jumlah Kolom x Jumlah Tulangan
x Berat Satuan
= 5 x 28 x 16,992
= 2378,919 kg

2. Tulangan Sengkang

- a. Diameter = 13 mm
- b. Jarak = 100 mm
- c. Tinggi Lantai = 3200 mm
- d. Selimut Beton = 40 mm
- e. Jumlah Tulangan = (Tinggi Lantai / Jarak) + 1
= (3200 / 100) + 1
= 33 buah
- f. Total Tulangan = Jumlah Tulangan × Jumlah Kolom
= 33 × 5
= 165 buah
- g. Kait = $6d_b$ (Diameter Besi)
= 6 × 13
= 78 mm
- h. Panjang Tulangan = $2 \times (((B.kolom - (2 \times Selimut Beton)) + (H.kolom - (2 \times Selimut Beton))) \times (2 \times Kait))$
= $2 \times (((600 - (2 \times 40)) + (1200 - (2 \times 40))) \times (2 \times 78))$
= 3436 mm
= 3,436 m
- i. Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times Panjang Tulangan$
= $0,006165 \times 13^2 \times 3,436$
= 3,580 kg
- j. Berat Total = Jumlah Kolom × Jumlah Tulangan
× Berat Satuan
= 5 × 33 × 3,580
= 590,686 kg

3. Tulangan Ties Arah H

- a. Diameter = 13 mm
- b. Jarak = 100 mm
- c. Tinggi Lantai = 3200 mm
- d. Jumlah Ties = 2 buah
- e. Jumlah Tulangan = $((\text{Tinggi Lantai} / \text{Jarak}) + 1) \times \text{Jumlah Ties}$
= $((3200/100) + 1) \times 2$
= 66 buah
- f. Total Tulangan = Jumlah Tulangan \times Jumlah Kolom
= 66×5
= 330 buah
- g. Kait = $6d_b$
= 6×13
= 78 mm
- h. Panjang Tulangan = $(\text{H.kolom} - (2 \times \text{Selimut Beton})) + (2 \times \text{Kait})$
= $(1200 - (2 \times 40)) + (2 \times 78)$
= 1276 mm = 1,276 m
- i. Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan}$
= $0,006165 \times 13^2 \times 1,276$
= 1,329 kg
- j. Berat Total = Jumlah Kolom \times Jumlah Tulangan
 \times Berat Satuan
= $5 \times 66 \times 1,329$
= 438,57 kg

4. Tulangan Ties Arah V

- a. Diameter = 13 mm
- b. Jarak = 100 mm
- c. Tinggi Lantai = 3200 mm
- d. Jumlah Ties = 7 buah

e. Jumlah Tulangan = ((Tinggi Lantai / Jarak) + 1) × Jumlah Ties
 = ((3200/100) + 1) × 7
 = 231 buah

f. Total Tulangan = Jumlah Tulangan × Jumlah Kolom
 = 231 × 5
 = 1155 buah

g. Kait = $6d_b$
 = 6×13
 = 78 mm

h. Panjang Tulangan = (B.kolom - (2 × Selimut Beton)) + (2 × Kait)
 = (600 - (2 × 40)) + (2 × 78)
 = 676 mm = 0,676 m

i. Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan}$
 = $0,006165 \times 13^2 \times 0,676$
 = 0,704 kg

j. Berat Total = Jumlah Kolom × Jumlah Tulangan × Berat Satuan
 = $5 \times 231 \times 0,704$
 = 813,12 kg

5. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Kolom K1

Tabel 3.5 Kebutuhan Tulangan Kolom K1

Jenis Tulangan	Kebutuhan Tulangan Kolom K1 (kg)			Total (Kg)
	Utama	Sengkang	Ties	
D10				
D13		590.686	1251.69	1842.376
D25	2378.919			2378.919

D. Perhitungan Volume Kebutuhan Tulangan Kolom Tipe K1A

Perhitungan volume kebutuhan tulangan untuk kolom tipe K1A adalah sebagai berikut:

1. Tulangan Utama

- a. Diameter = 25 mm
- b. Tinggi Lantai = 3200 mm
- c. Jumlah Tulangan = 28 buah
- d. Panjang Penyaluran = Overlap besi D25 + 1
= $(1,3 \times 930) + 1$
= 1210 mm
- e. Panjang Tulangan = Tinggi Lantai + Panjang Penyaluran
= $3200 + 1210$
= 4410 mm = 4,410 m
- f. Total Tulangan = Jumlah Tulangan x Jumlah Kolom
= 28×3
= 84 buah
- g. Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan}$
= $0,006165 \times 25^2 \times 4,410$
= 16,992 kg
- h. Berat Total = Jumlah Kolom x Jumlah Tulangan x Berat Satuan
= $3 \times 28 \times 16,992$
= 1427,328 kg

2. Tulangan Sengkang

- a. Diameter = 13 mm
- b. Jarak = 100 mm
- c. Tinggi Lantai = 3200 mm

d. Selimut Beton = 40 mm

e. Jumlah Tulangan = (Tinggi Lantai / Jarak) + 1
= (3200 / 100) + 1
= 33 buah

f. Total Tulangan = Jumlah Tulangan × Jumlah Kolom
= 33 × 3
= 99 buah

g. Kait = $6d_b$
= 6 × 13
= 78 mm

h. Panjang Tulangan = $2 \times ((B.kolom - (2 \times Selimut Beton)) + (H.kolom - (2 \times Selimut Beton))) \times (2 \times Kait)$
= $2 \times (((600 - (2 \times 40)) + (1200 - (2 \times 40))) \times (2 \times 78))$
= 3436 mm = 3,436 m

i. Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times Panjang Tulangan$
= $0,006165 \times 13^2 \times 3,436$
= 3,580 kg

j. Berat Total = Jumlah Kolom × Jumlah Tulangan × Berat Satuan
= 3 × 33 × 3,580
= 354.42 kg

3. Tulangan Ties Arah H

a. Diameter = 13 mm

b. Jarak = 100 mm

c. Tinggi Lantai = 3200 mm

d. Jumlah Ties = 2 buah

e. Jumlah Tulangan = $((\text{Tinggi Lantai} / \text{Jarak}) + 1) \times \text{Jumlah Ties}$
= $((3200/100) + 1) \times 2$
= 66 buah

f. Total Tulangan = Jumlah Tulangan \times Jumlah Kolom
= 66×3
= 198 buah

g. Kait = $6d_b$
= 6×13
= 78 mm

h. Panjang Tulangan = $(\text{H.kolom} - (2 \times \text{Selimut Beton})) + (2 \times \text{Kait})$
= $(1200 - (2 \times 40)) + (2 \times 78)$
= 1276 mm = 1,276 m

i. Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan}$
= $0,006165 \times 13^2 \times 1,276$
= 1,329 kg

j. Berat Total = Jumlah Kolom \times Jumlah Tulangan
 \times Berat Satuan
= $3 \times 66 \times 1,329$
= 263.142 kg

4. Tulangan Ties Arah V

a. Diameter = 13 mm

b. Jarak = 100 mm

c. Tinggi Lantai = 3200 mm

d. Jumlah Ties = 7 buah

e. Jumlah Tulangan = $((\text{Tinggi Lantai} / \text{Jarak}) + 1) \times \text{Jumlah Ties}$
= $((3200/100) + 1) \times 7$
= 231 buah

$$\begin{aligned}
 \text{f. Total Tulangan} &= \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Jumlah Kolom} \\
 &= 231 \times 3 \\
 &= 693 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{g. Kait} &= 6d_b \\
 &= 6 \times 13 \\
 &= 78 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h. Panjang Tulangan} &= (\text{B.kolom} - (2 \times \text{Selimut Beton})) + (2 \times \text{Kait}) \\
 &= (600 - (2 \times 40)) + (2 \times 78) \\
 &= 676 \text{ mm} \\
 &= 0,676 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{i. Berat Satuan} &= 0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan} \\
 &= 0,006165 \times 13^2 \times 0,676 \\
 &= 0,704 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{j. Berat Total} &= \text{Jumlah Kolom} \times \text{Jumlah Tulangan} \\
 &\quad \times \text{Berat Satuan} \\
 &= 3 \times 231 \times 0,704 \\
 &= 487.872 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

5. Tulangan Susut

a. Tulangan Utama

$$1) \text{ Diameter} = 13 \text{ mm}$$

$$2) \text{ Tinggi Lantai} = 3200 \text{ mm}$$

$$3) \text{ Jumlah Tulangan} = 14 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Panjang Penyaluran} &= \text{Overlap besi D25} + 1 \\
 &= (1,3 \times 930) + 1 \\
 &= 1210 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

5) Panjang Tulangan = Tinggi Lantai + Panjang Penyaluran
= 3200 + 1210
= 4410 mm = 4,410 m

6) Total Tulangan = Jumlah Tulangan x Jumlah Kolom
= 14 x 3
= 42 buah

7) Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan}$
= $0,006165 \times 13^2 \times 4,410$
= 4,595 kg

8) Berat Total = Jumlah Kolom x Jumlah Tulangan x Berat Satuan
= 3 x 14 x 4,595
= 192,99 kg

b. Tulangan Sengkan Arah H

1) Diameter = 10 mm

2) Jarak = 200 mm

3) Tinggi Lantai = 3200 mm

4) Selimut Beton = 40 mm

5) Panjang Penyaluran = 390 mm

6) Penambahan Dimensi

- B = 150 mm

- H = 450 mm

7) Jumlah Tulangan = (Tinggi Lantai / Jarak) + 1
= (3200 / 200) + 1
= 17 buah

$$\begin{aligned}
 8) \text{ Total} \\
 \text{Tulangan} &= \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Jumlah Kolom} \\
 &= 17 \times 3 \\
 &= 51 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 9) \text{ Kait} &= 6d_b \\
 &= 6 \times 10 \\
 &= 60 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 10) \text{ Panjang} \\
 \text{Tulangan} &= (2 \times (\text{B.penambahan} - \text{selimut beton} + \\
 &\quad \text{panjang penyaluran}) + (\text{H.kolom} - \\
 &\quad 2 \times \text{selimut beton}) + (2 \times \text{kait}) \\
 &= (2 \times (150 - 40 + 390)) + (1650 - 2 \times 40) \\
 &\quad + (2 \times 60) \\
 &= 2690 \text{ mm} \\
 &= 2,690 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 11) \text{ Berat} \\
 \text{Satuan} &= 0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan} \\
 &= 0,006165 \times 10^2 \times 2,690 \\
 &= 1,658 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 12) \text{ Berat Total} &= \text{Jumlah Kolom} \times \text{Jumlah Tulangan} \\
 &\quad \times \text{Berat Satuan} \\
 &= 3 \times 17 \times 1,658 \\
 &= 84,558 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

c. Tulangan Senggang Arah V

- 1) Diameter = 10 mm
- 2) Jarak = 200 mm
- 3) Tinggi Lantai = 3200 mm
- 4) Selimut Beton = 40 mm
- 5) Panjang Penyaluran = 390 mm

6) Penambahan Dimensi

- B = 150 mm
- H = 450 mm

7) Jumlah Tulangan = (Tinggi Lantai / Jarak) + 1
= (3200 / 200) + 1
= 17 buah

8) Total Tulangan = Jumlah Tulangan x Jumlah Kolom
= 17 x 3
= 51 buah

9) Kait = $6d_b$
= 6×10
= 60 mm

10) Panjang Tulangan = $(2 \times (H.\text{penambahan} - \text{selimut beton} + \text{panjang penyaluran}) + (B.\text{kolom} - 2 \times \text{selimut beton}) + (2 \times \text{kait}))$
= $(2 \times (450 - 40 + 390)) + (600 - 2 \times 40) + (2 \times 60)$
= 2240 mm = 2,240 m

11) Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan}$
= $0,006165 \times 10^2 \times 2,240$
= 1,381 kg

12) Berat Total = Jumlah Kolom x Jumlah Tulangan x Berat Satuan
= $3 \times 17 \times 1,381$
= 70,431 kg

6. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Kolom K1A

Tabel 3.6 Kebutuhan Tulangan Kolom K1A

Jenis Tulangan	Kebutuhan Tulangan Kolom K1A (kg)				Total (Kg)
	Utama	Sengkang	Ties	Susut	
D10				154.989	154.989
D13		354.420	751.014	192.990	1298.424
D25	1427.328				1427.328

E. Perhitungan Volume Kebutuhan Tulangan Kolom Tipe K2

Perhitungan volume kebutuhan tulangan untuk kolom tipe K2 adalah sebagai berikut :

1. Tulangan Utama

a. Diameter = 25 mm

b. Tinggi Lantai = 3200 mm

c. Jumlah Tulangan = 34 buah

d. Panjang Penyaluran = Overlap besi D25 + 1
= $(1,3 \times 930) + 1$
= 1210 mm

e. Panjang Tulangan = Tinggi Lantai + Panjang Penyaluran
= 3200 + 1210
= 4410 mm = 4,410 m

f. Total Tulangan = Jumlah Tulangan x Jumlah Kolom
= 34 x 1
= 34

g. Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan}$
= $0,006165 \times 25^2 \times 4,410$
= 16,992 kg

$$\begin{aligned}
 \text{h. Berat Total} &= \text{Jumlah Kolom} \times \text{Jumlah Tulangan} \\
 &\quad \times \text{Berat Satuan} \\
 &= 1 \times 34 \times 16,992 \\
 &= 577,728 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Tulangan Senggang

$$\text{a. Diameter} = 13 \text{ mm}$$

$$\text{b. Jarak} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{c. Tinggi Lantai} = 3200 \text{ mm}$$

$$\text{d. Selimut Beton} = 40 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. Jumlah Tulangan} &= (\text{Tinggi Lantai} / \text{Jarak}) + 1 \\
 &= (3200 / 100) + 1 \\
 &= 33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{f. Total Tulangan} &= \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Jumlah Kolom} \\
 &= 33 \times 1 \\
 &= 33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{g. Kait} &= 6d_b \\
 &= 6 \times 13 \\
 &= 78
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h. Panjang Tulangan} &= 2 \times (((\text{B.kolom} - (2 \times \text{Selimut Beton})) + \\
 &\quad (\text{H.kolom} - (2 \times \text{Selimut Beton}))) + (2 \times \text{Kait})) \\
 &= 2 \times (((600 - (2 \times 40)) + (1200 - (2 \times 40))) \\
 &\quad + (2 \times 78)) \\
 &= 3436 \text{ mm} \\
 &= 3,436 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{i. Berat Satuan} &= 0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan} \\
 &= 0,006165 \times 13^2 \times 3,436 \\
 &= 3,580 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{j. Berat Total} &= \text{Jumlah Kolom} \times \text{Jumlah Tulangan} \\
 &\quad \times \text{Berat Satuan} \\
 &= 1 \times 33 \times 3,580 \\
 &= 118,14 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3. Tulangan Ties Arah H

$$\begin{aligned}
 \text{a. Diameter} &= 13 \text{ mm} \\
 \text{b. Jarak} &= 100 \text{ mm} \\
 \text{c. Tinggi Lantai} &= 3200 \text{ mm} \\
 \text{d. Jumlah Ties} &= 2 \text{ buah} \\
 \text{e. Jumlah Tulangan} &= ((\text{Tinggi Lantai} / \text{Jarak}) + 1) \times \text{Jumlah Ties} \\
 &= ((3200/100) + 1) \times 2 \\
 &= 66 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{f. Total Tulangan} &= \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Jumlah Kolom} \\
 &= 66 \times 1 \\
 &= 66 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{g. Kait} &= 6d_b \\
 &= 6 \times 13 \\
 &= 78 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{h. Panjang Tulangan} &= (\text{H.kolom} - (2 \times \text{Selimut Beton})) + (2 \times \text{Kait}) \\
 &= (1200 - (2 \times 40)) + (2 \times 78) \\
 &= 1276 \text{ mm} = 1,276 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{i. Berat Satuan} &= 0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan} \\
 &= 0,006165 \times 13^2 \times 1,276 \\
 &= 1,329 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{j. Berat Total} &= \text{Jumlah Kolom} \times \text{Jumlah Tulangan} \\
 &\quad \times \text{Berat Satuan} \\
 &= 1 \times 66 \times 1,329 \\
 &= 87,714 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4. Tulangan Ties Arah V

a. Diameter = 13 mm

b. Jarak = 100 mm

c. Tinggi Lantai = 3200 mm

d. Jumlah Ties = 7 buah

e. Jumlah Tulangan = ((Tinggi Lantai / Jarak) + 1) × Jumlah Ties
= ((3200/100) + 1) × 7
= 231 buah

f. Total Tulangan = Jumlah Tulangan × Jumlah Kolom
= 231 × 1
= 231 buah

g. Kait = $6d_b$
= 6 × 13
= 78 mm

h. Panjang Tulangan = (B.kolom - (2 × Selimut Beton)) × (2 × Kait)
= (600 - (2 × 40)) × (2 × 78)
= 676 mm = 0,676 m

i. Berat Satuan = $0,006165 \times D^2 \times \text{Panjang Tulangan}$
= $0,006165 \times 13^2 \times 0,676$
= 0,704 kg

j. Berat Total = Jumlah Kolom × Jumlah Tulangan
× Berat Satuan
= 1 × 231 × 0,704
= 162,624 kg

5. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Kolom K2

Tabel 3.7 Kebutuhan Tulangan Kolom K2

Jenis Tulangan	Kebutuhan Tulangan Kolom K2 (kg)			Total (Kg)
	Utama	Senggang	Ties	
D10				
D13		118.140	250.338	368.478
D25	577.728			577.728

F. Rekapulasi Kebutuhan Tulangan Kolom

Berikut adalah rekapulasi yang sudah diselesaikan dengan perhitungan diatas.

Tabel 3.8 Rekapulasi kebutuhan tulangan kolom Lantai 22 Zona 3

Jenis Tulangan	Kebutuhan Tulangan Kolom K1 (kg)			Total (Kg)
	K1	K1A	K2	
D10		154.989		154.989
D13	1842.376	1298.424	368.478	3509.278
D25	2378.919	1427.328	577.728	4383.975
Σ Tulangan Kolom Lantai 22 Zona 3				8048.242

G. Perhitungan Kebutuhan Volume Beton Kolom

Perhitungan kebutuhan volume beton kolom adalah sebagai berikut :

1. Volume kolom = 25,704 m³
2. Total kebutuhan tulangan = 8048,242 kg
3. Berat jenis besi = 7850 kg/m³
4. Kapasitas Concrete mixer = 6 m³
5. Volume beton = Volume Kolom - $\frac{\text{Total Kebutuhan Kolom}}{\text{Berat Jenis}}$
 $= 25,704 - \frac{8048,242}{7850}$
 $= 24,678 \text{ m}^3$

6. Jumlah *concrete mixer truck*

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume Beton}}{\text{Kapasitas Concrete Mixer Truck}} \\ &= \frac{24,678}{6} \\ &= 4 \text{ concrete mixer truck} \end{aligned}$$

Kebutuhan volume beton kolom dengan satuan berat didapatkan hasil perhitungan kebutuhan volume kolom sebesar 24,678 m³ dengan jumlah *concrete mixer truck* yang dibutuhkan adalah 4 *concrete mixer truck*.

